

1/94

CURSOS SUPERIORES

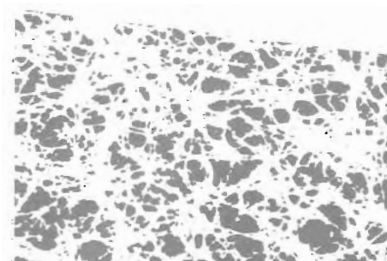
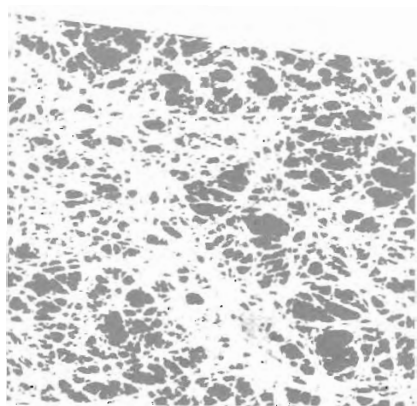
SANIDAD VEGETAL EN LA HORTICULTURA PROTEGIDA



COORDINADOR: RAMÓN MORENO VÁZQUEZ



JUNTA DE ANDALUCÍA
Consejería de Agricultura y Pesca



Edita: JUNTA DE ANDALUCÍA. Consejería de Agricultura y Pesca
Publica: Dirección General de Investigación Agraria
SERVICIO DE PUBLICACIONES Y DIVULGACIÓN.
Colección: CURSOS SUPERIORES 1/94
Autores: Varios
Fotografías e ilustraciones: Autores
Coordinación: Heliodoro Fernández López, Rosa M.ª Mateo Fernández
Depósito Legal: SE-1870-94
I.S.B.N.: 84-87564-18-6
Maquetación e Impresión: A.G. Novograf, S.A. - Sevilla

* Se prohíbe la reproducción parcial o íntegra de esta publicación,
sin la autorización expresa de autor/es, o editor.

P R E S E N T A C I Ó N

Uno de los medios valiosos que permite trasladar al sector los conocimientos alcanzados en los múltiples y variados campos de la actividad agraria y especialmente de la Investigación, son los cursos de Formación.

Esto supone un esfuerzo notable, aún más, si se desea mantener al sector, informado y al día de los avances tecnológicos que constantemente se producen. Pero este esfuerzo no sólo es conveniente, sino necesario, si se quiere cumplir el objetivo de que las explotaciones dispongan de los conocimientos suficientes y de la capacidad de respuesta necesaria, para acomodar su Gestión Técnico-Económica a los imperativos que el mercado impone.

Entre estos cursos, al máximo nivel están los Superiores de Especialización, dirigidos a postgraduados con una trayectoria ya definida en la temática del Curso y cuyo profesorado se elige entre los especialistas mundiales más destacados.

Con este espíritu se celebró, en el Centro de Investigación y Desarrollo Hortícola "La Mojonera" (Almería), magistralmente dirigido por D. Ramón Moreno, durante Noviembre de 1992, el Curso Superior dedicado a la Protección Fitosanitaria en los Cultivos Hortícolas bajo Plástico. En él se patentizaron los importantes avances que en este campo se habían obtenido, bajo la batuta del citado D. Ramón Moreno, en el sudeste andaluz durante los últimos años, y gracias a los cuales se demostró, con una claridad meridiana, y se continúa demostrando, que es posible la conjunción entre una sanidad vegetal eficaz, y el respeto al medio ambiente y a los límites máximos de residuos fitosanitarios permitidos por los países importadores de nuestros productos hortícolas.

Es nuestra intención y deseo el dar a conocer a todos los especialistas en estos temas fitopatológicos y a los técnicos en general que no asistieron al Curso, los contenidos de éste.

Con esta publicación, se inaugura una nueva serie que la Consejería de Agricultura y Pesca, a través de la Dirección General de Investigación Agraria, quiere dedicar a estos Cursos Superiores de Especialización.

Desde estas páginas quisiera agradecer, al Coordinador del Curso y a su equipo, el trabajo desarrollado tanto en el transcurso del mismo como en la labor de preparación de los textos para su edición. Este esfuerzo es el que, en estos momentos, le permite sostener entre sus manos, un compendio que recoge las tendencias más avanzadas en la protección fitosanitaria de los cultivos hortícolas bajo plástico y que, estoy seguro, le será de gran utilidad en su quehacer cotidiano.

FRANCISCO NIETO RIVERA
Director General de Investigación Agraria

I N T R O D U C C I Ó N

Este tratado sobre protección vegetal en cultivos hortícolas bajo plástico surgió como consecuencia de las magníficas aportaciones del profesorado de un Curso Internacional que, sobre el tema, se impartió, durante el mes de Noviembre de 1.992, en el Centro de Investigación y Desarrollo Hortícola de La Mojonera-La Cañada (Almería). Este material didáctico, que se puso a disposición del alumnado del Curso, es el que ha servido de base para confeccionar este libro, y aunque su presentación se realice con un cierto retraso, es indudable que esto no ha sido óbice para que el texto haya mantenido su actualidad, aun dos años después de su redacción. Buena prueba de ello es que se ha convertido en documento de consulta ineludible para los que hasta este momento hemos tenido la oportunidad de disponer de él. Con su edición intentamos poner al alcance, especialmente de los técnicos, de una herramienta de fácil manejo que oriente y asesore sobre las medidas fitosanitarias más adecuadas en cada momento y que al mismo tiempo sean las menos agresivas para el entorno. Pero no sólo se ha pretendido esto, sino que además deseáramos que el libro sea capaz de suscitar inquietudes, en todos aquéllos que de alguna u otra forma somos responsables de la Sanidad Vegetal, sobre la necesidad de buscar sistemas cada vez más inocuos para la integridad de nuestro medio.

Cuando se gestó el Curso, el principal objetivo que nos marcamos fue el de demostrar cómo, con el uso adecuado del conjunto de medios, técnicas y conocimientos que actualmente están a nuestro alcance, es posible la reducción de las aplicaciones de productos fitosanitarios. Con ello es obvio que conseguiríamos disminuir el impacto medioambiental y los residuos sobre los productos hortícolas. Además nuestra intención fue la de demostrar, también, que estas medidas no tenían por qué afectar a la producción, ya fuera en cantidad o en calidad.

Para alcanzar esta meta, el Curso se estructuró en cuatro temas generales. El primero de ellos consistió en la revisión de los medios y de las técnicas. Dentro de él no se consideró oportuno tratar con mayor profundidad la mejora genética dirigida a la obtención de variedades tolerantes o resistentes a los diversos fitófagos. El motivo fue doble. En primer lugar, el técnico en Protección Fitosanitaria, o el mismo agricultor, únicamente tiene la posibilidad de optar, entre las variedades que existen en el mercado, por aquella que mejor se adapte a sus condiciones y al mercado. Una vez elegida, difícilmente podrá actuar sobre este factor productivo para mejorar la sanidad de su plantación. En segundo lugar, un tema como el de la mejora, aunque sólo sea en este aspecto parcial, merecería un desarrollo de mayor envergadura que el que era posible dedicarle en este Curso.

El segundo tema abordó la valoración de las poblaciones de fitófagos y de sus efectos, lo que constituye la pieza esencial para definir los criterios de actuación y, además, proporciona los medios necesarios para determinar la conveniencia de una intervención que se ajuste a esos criterios.

Los temas tercero y cuarto estuvieron dedicados a la exposición de los artrópodos y patógenos de interés más relevante para los cultivos hortícolas protegidos de la zona sur peninsular. Se intentó que el tratamiento de estos fitófagos se ciñese principalmente a sus aspectos ecológicos, que son los que, en definitiva, aportarán la información necesaria para afrontar la sanidad vegetal desde un enfoque más racional. Estos temas concluyeron con un capítulo dedicado a Residuos, importante faceta a considerar en Protección Vegetal.

Como colofón a estos apartados teóricos, en el Curso se resolvieron casos prácticos con la ayuda del programa informático experto, que en aquella época se encontraba en período de validación, y que había sido elaborado en el Centro de Investigación y Desarrollo Hortícola de la Mojonera (Almería) para el cultivo del tomate.

Este libro aglutina en sus páginas los temas teóricos tratados en el Curso, y aunque la autoría del mismo se deba a diversos especialistas, su contenido posee un hilo conductor común, lo que permitirá al técnico interesado la consulta rápida de los puntos que desee. Desde este punto de vista el libro se podría considerar como manual, y deseamos y esperamos que así sea acogido por los especialistas en Sanidad Vegetal.

Por último quisiera comentar, de forma breve, algo que quizás haya sorprendido a los lectores. En el programa del Curso se hacía sólo una mención muy somera de la Lucha Integrada y, aún más, en el título del Curso y ahora en el del libro no aparece de forma expresa este término, a pesar de que se advierta fácilmente que sus capítulos están impregnados por el espíritu de este sistema de protección. Pero ante la evidencia de que aún faltaba un largo camino por recorrer para alcanzar cotas que pudieran entrar en la consideración de Protección Integrada, optamos en aquellas fechas por no utilizar epítetos que pudieran conducir a confusión. Aunque actualmente se ha dado un paso decisivo en el cultivo del tomate para que ya se pueda afirmar que en él es posible realizar, a nivel comercial, la Protección Integrada, no se ha querido pecar de optimismo y se ha decidido continuar con la misma denominación para el libro que la que se dió al Curso. Si los resultados de los estudios que actualmente se están realizando en otras especies hortícolas son tan positivos como los que se han obtenido en tomate habrá llegado la hora de sustituir, en las posibles ediciones posteriores del Curso y del libro, el calificativo Vegetal, que recibe la Protección, por el de Integrada.

La Mojonera, Junio de 1994

RAMÓN MORENO VÁZQUEZ

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO HORTÍCOLA
LA MOJONERA-LA CAÑADA

EVOLUCIÓN Y SITUACIÓN DE LA PROTECCIÓN FITOSANITARIA

RAMÓN MORENO VÁZQUEZ

C.I.D.H. (Almería)

cado para que así lo hiciera. Todo ello originó que el horticultor basase su fitosanidad en la aplicación única y exclusiva de productos fitosanitarios.

SITUACIÓN ACTUAL

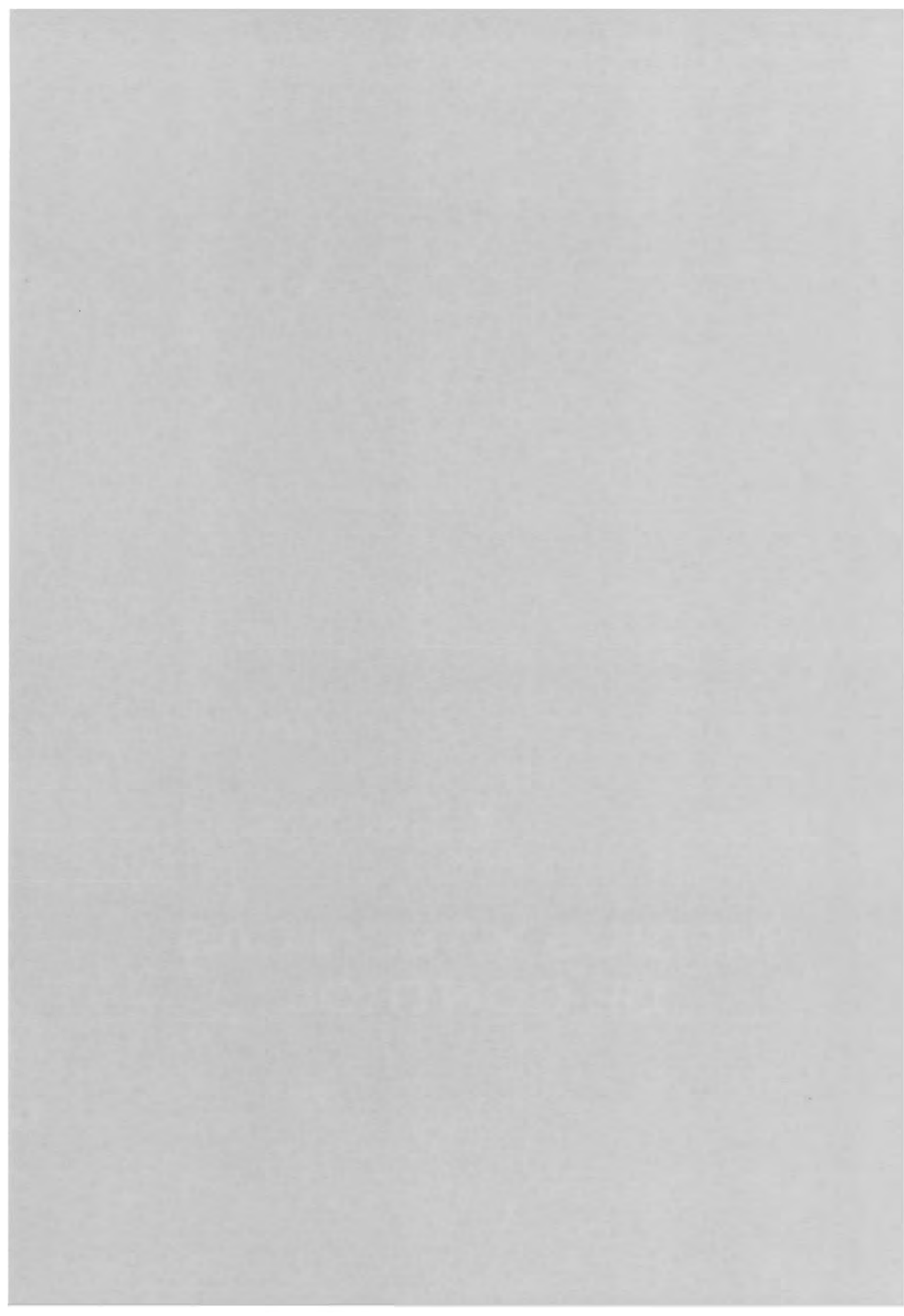
Durante los últimos diez años la situación está cambiando paulatinamente, y esto se ha debido a dos motivos fundamentales. En primer lugar a la aparición en nuestra sociedad de una conciencia de respeto a nuestro entorno que intenta evitar las peligrosas contaminaciones del medio natural, y en segundo lugar a las exigencias del mercado exterior en cuanto a la mínima presencia de residuos que acepta sobre los productos hortícolas. Estos movimientos fueron captados por los técnicos de la Administración que pusieron en marcha programas de tratamiento integrado dentro de asociaciones de agricultores (ATRIA), como una primera fase para desarrollar más a fondo el manejo integrado de plagas y enfermedades. Este sistema sigue actualmente funcio-

nando, mientras que en paralelo se está avanzando en la puesta a punto de la Protección Integrada.

La aceptación de este nuevo enfoque dependerá, por un lado, de la actitud que adopte la Administración ante la posible degradación de nuestro entorno y, por otro, de los beneficios que le reporte al agricultor la adopción de este nuevo sistema de protección. Si nos ceñimos sólo a la postura del agricultor, es obvio que aquellas cooperativas de comercialización que basan su éxito económico en el prestigio de una marca, tienen interés en este tipo de actuaciones; mientras que el resto de cooperativas o asociaciones, por el momento, no se sienten muy atraídas. Este último comportamiento es lógico, ya que el agricultor que no obtiene un beneficio extra por la aplicación de un nuevo sistema de protección, que, además le originará un coste adicional, prefiere continuar con su antiguo método de protección. Esta postura tendrá que modificarse cuando el mercado exterior obligue a que todos los productos hortícolas estén libres de cualquier residuo fitosanitario.

I.

**MEDIOS Y TÉCNICAS
DE CONTROL**



MEDIOS QUÍMICOS DE ACCIÓN DIRECTA

CAYETANO GARIJO ALBA

Dlg. Agricultura (Málaga)

SITUACIÓN PRODUCTIVA DEL SECTOR

DISTRIBUCIÓN DE LAS SUPERFICIES DE LOS CULTIVOS HORTÍCOLAS

De las más de 500.000 Ha que ocupan los cultivos hortícolas en España (Anuario, 1.988), 57.000 Ha aproximadamente, emplean alguna técnica cuyo objetivo fundamental es obtener mayores producciones y conseguir productos en épocas diferentes de las naturales propias de la especie que se cultiva. Estos cultivos, que reciben el nombre de "cultivos hortícolas protegidos", son aquéllos en los que todo su ciclo o parte de él se desarrolla bien bajo invernadero, en túneles, acolchados o en enarenados.

En el Cuadro 1 se relacionan las superficies de los cultivos hortícolas, y de los hortícolas protegidos, por Comunidades Autónomas. La importancia de la Comunidad Autónoma de Andalucía queda patente al concentrarse en ella el 23% de la superficie total y el 68% de los cultivos hortícolas protegidos.

La distribución de los cultivos hortícolas en cada una de las provincias de la Comunidad Autónoma de Andalucía, tanto al aire libre como bajo protección, quedan reflejadas en el Cuadro 2. La importancia de la provincia de Almería es manifiesta, al concentrarse en ella el 23% de la superficie total, estando el 71% de ésta dedicada a los cultivos hortícolas protegidos.

Los cultivos hortícolas bajo invernadero se encuentran en la Península concentrados, prácticamente en su totalidad, en el área mediterránea, a excepción de la superficie de invernaderos existentes en las Islas Canarias. Por Comunidades Autónomas esta superficie se distribuye:

Andalucía	18.020	Ha
Murcia	3.700	"
Canarias	2.360	"
Valencia	1.020	"
Cataluña	490	"

En la Comunidad Autónoma de Andalucía, la superficie de invernaderos presenta la siguiente distribución por provincias:

CULTIVOS HORTÍCOLAS

COMUNIDADES	SUPERFICIE TOTAL		SUPERF. PROTEGIDOS	
	Ha	%/Total	Ha	%/Total
ANDALUCIA	119.218	23	42.314	68
CASTILLA-LA MANCHA	75.417	15	2.720	4
VALENCIA	55.266	11	5.310	8
MURCIA	48.025	10	6.100	10
EXTREMADURA	46.153	9	1.047	2
CATALUÑA	33.185	7	1.194	2
CASTILLA-LEON	24.185	5	-	-
NAVARRA	21.078	4	-	-
CANARIAS	9.783	2	1.901	3
RESTO	73.197	14	2.016	3

Cuadro 1.- Distribución de las superficies totales y protegidas de cultivos hortícolas por Comunidades.

CULTIVOS HORTÍCOLAS

COMUNIDADES ANDALUZAS	SUPERFICIE TOTAL		SUPERF. PROTEGIDOS	
	Ha	%/Total	Ha	%/Total
ALMERIA	31.293	23	23.327	55
GRANADA	17.675	13	2.800	7
MALAGA	15.328	13	2.354	6
HUELVA	13.488	12	5.571	13
CORDOBA	12.416	11	2.526	6
SEVILLA	10.423	9	5.352	12
CADIZ	9.836	8	380	1
JAEN	8.759	7	-	-

Cuadro 2.- Distribución por provincias, de las superficies totales y protegidas de cultivos hortícolas en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Almería	15.500 Ha
Granada	1.100 "
Málaga	750 "
Cádiz	250 "
Huelva	220 "
Sevilla	200 "

Podemos comprobar que en Almería, se concentra el 80% de los invernaderos de la Comunidad, y que esta superficie supone el 50% a nivel nacional.

IMPORTANCIA ECONÓMICA EN NUESTRA COMUNIDAD AUTÓNOMA

Según el Informe Anual, de 1.990, del Sector Agrario en Andalucía, realizado por ESECA y editado por Unicaja, el 27% de la producción total agrícola de la Comunidad Autónoma se obtiene de los productos hortícolas, por lo que la importancia económica de estos cultivos, si tenemos en cuenta la pequeña superficie que ocupan con respecto a otros cultivos, queda patente. En el gráfico, puede verse la distribución de esta producción en cada una de las provincias andaluzas.

La distribución por cultivos de esta producción, según el citado Informe, es como sigue: el 76% lo constituyen el grupo de hortalizas aprovechables por sus frutos, tales como el tomate, pimiento, berenjena, sandía, melón, pepino, calabaza y calabacín, quedando integrado en este grupo también el fresón; un 11% se distribuye entre las producciones obtenidas por el grupo de cultivos hortícolas de bulbos y raíces como la zanahoria, el ajo y la cebolla; el espárrago, la lechuga y la col suponen el 7% de la producción total; las leguminosas para consumo en verde como la judía, el guisante y las habas, el 4%; y por último, los cultivos de alcachofas y coliflor el 2% restante.

La mayoría de las explotaciones dedicadas a la producción de estos productos, y más concretamente a los cultivos en invernaderos, quedan encuadradas como

explotaciones familiares, por lo que a la importancia económica anteriormente señalada, habrá que añadir la social de estos cultivos, al ser la única fuente de ingresos de numerosas familias andaluzas y generar, en determinadas épocas y para ciertas labores, numerosos puestos de trabajo en este sector.

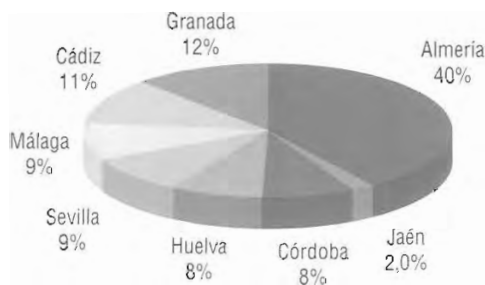
SITUACIÓN FITOSANITARIA DE LOS CULTIVOS

En comparación con otros cultivos localizados en las mismas áreas de producción (agrícolas, frutales, viñedo, subtropicales), los cultivos hortícolas bajo invernaderos presentan una problemática fitosanitaria que podemos clasificar como **intensa y grave**, tanto por el número de agentes considerados como plagas o enfermedades principales, como por los daños que estos pueden ocasionar: disminución de las producciones, detrimento de la calidad de los productos, o incluso la pérdida total de la planta y en algunas ocasiones incluso de la cosecha.

Esta situación ha estado favorecida por circunstancias relacionadas con las propias condiciones de desarrollo del cultivo, con la expansión de este tipo de explotaciones en estos últimos años, y con el intenso intercambio comercial con otros países.

Las mejoras llevadas a cabo en las técnicas de cultivo a lo largo de los años (introducción de nuevas variedades, protección de las plantas a condiciones ambientales adversas, optimización de los riegos, abonados y de su aplicación, mejoras en el manejo del cultivo, etc.), han contribuido, sin lugar a dudas, a obtener una mayor rentabilidad de este tipo de explotaciones agrícolas. Sin embargo, también han favorecido el aumento de la problemática fitosanitaria, produciéndose en unos casos un incremento en el potencial biótico de plagas consideradas como tradicionales como consecuencia de la adaptación de estos parásitos a las nuevas condiciones de cultivo, o en otros, favoreciendo las condiciones ambientales adecuadas para su desarrollo.

La introducción de nuevos parásitos a través de material vegetal procedente de otros países, introducción que se ha visto favorecida por los rápidos medios de transportes utilizados en la actualidad y por el aumento en estos últimos años de estas importaciones, han ocasionado cambios espectaculares en la problemática fitosanitaria de estos cultivos. La facilidad de adaptación de estos nuevos agentes a nuestras condiciones y la ausencia de enemigos naturales que frenen su desarrollo, han ocasionado graves pérdidas a nuestros horticultores y han alterado las técnicas de lucha tradicionales, produciendo un **desequilibrio** en el sistema ante la necesidad de realizar controles, que podría-



mos clasificar de severos, para disminuir los efectos perjudiciales de estos nuevos agentes.

La concentración de los cultivos hortícolas de invernaderos en grandes áreas, y la presencia a lo largo de todo el año de cultivos con una problemática fitosanitaria común, son dos factores que han contribuido al incremento y a la presencia de los diferentes fitoparásitos, tanto en el espacio como en el tiempo.

Por último, las características constructivas de los invernaderos de la zona, con estructuras de madera o metálicas, cubiertas de plásticos de escasa altura y con pendientes poco acentuadas, y de escasa hermeticidad, si bien son suficientes, para la obtención de mayores producciones y de productos en épocas diferentes a la de los mismos cultivos que al aire libre, mediante una inversión relativamente baja y unos costes no muy elevados, no son adecuados sin embargo para evitar la introducción del exterior de fitoparásitos procedentes de otros cultivos o de las malas hierbas, ni para manejar correctamente los distintos parámetros medioambientales que inciden en el desarrollo y evolución, tanto del cultivo como de las plagas y enfermedades que les afectan, así como de la fauna auxiliar incluida en el sistema.

MÉTODOS DE CONTROL FITOSANITARIO

Actualmente el agricultor cuenta para la defensa de sus cultivos con diversos métodos de lucha que aplicados correctamente y oportunamente, contrarrestan y disminuyen los efectos negativos que los diferentes agentes perjudiciales pueden ocasionar sobre los vegetales. Los más importantes son: **las medidas culturales, los medios físicos, el control biológico, la utilización de medios biotécnicos, el empleo de variedades resistentes obtenidas mediante la mejora genética de las mismas, y la aplicación de la lucha química.**

La utilización por parte del agricultor de los diferentes métodos a lo largo de estos años, ha estado condicionada a su eficacia, a los avances de la investigación y de la industria en la puesta a punto de cada uno de ellos, a los conocimientos de los técnicos y al asesoramiento que los agricultores hayan podido recibir para aplicarlos correctamente, y a la repercusión económica que su realización suponga sobre los gastos totales de cultivo.

Aunque los objetivos y en qué consisten cada uno de estos métodos serán tratados con amplitud a lo largo del curso, creemos interesante comentar brevemente en qué se basa cada uno de ellos y qué factores han influido en su mayor o menor utilización.

MEDIDAS CULTURALES Y MECÁNICAS

El control de las malas hierbas mediante la eliminación manual de las mismas, la realización de labores al finalizar el cultivo con la retirada de plantas o su incorporación al terreno, adelantar o retrasar la siembra o plantación, o el efectuar labores en profundidad al terreno, han sido medidas aplicadas desde muy antiguo por los agricultores, aunque las ha realizado, en la mayoría de los casos, más como prácticas agrícolas para facilitar el cultivo y aumentar las producciones, que como medidas de control de plagas y enfermedades, a pesar de la efectividad demostrada al llevarlas a cabo. La eliminación manual de fitoparásitos o el arranque de plantas enfermas, medidas también tradicionales, han estado limitadas a pequeñas superficies, y hoy en día, no son normalmente aplicadas por los agricultores por lo elevado de su coste.

Estas medidas, junto con otras que posteriormente se analizarán como la colocación de mallas, el control en la producción de plantas jóvenes, el manejo adecuado del invernadero, etc., son de obligada ejecución en los cultivos hortícolas en invernaderos para el control de numerosos fitoartropodos, o para evitar condiciones favorables para el desarrollo de numerosas enfermedades. Sin embargo, al tratarse en la mayoría de los casos de medidas preventivas, no son fácilmente adoptadas por los agricultores al ser de difícil valoración la rentabilidad de ponerlas en práctica.

CONTROL BIOLÓGICO

El éxito alcanzado en el control de la cochinilla acanalada de los cítricos, *Icerya purchasi*, en Estados Unidos a finales del siglo pasado mediante la utilización de *Rodolia cardinalis*, y que posteriormente fue aplicado con éxito en numerosos países, abrieron grandes expectativas en la aplicación de la **Lucha Biológica** como técnica de control de numerosas plagas.

En los cultivos hortícolas en invernaderos, el control biológico se inició con la determinación por Speyer en 1.926 de la eficacia de *Encarsia formosa* para el control de *Trialeurodes vaporariorum*, no alcanzándose la producción masiva del parásito para su utilización hasta 1.930. A lo largo de la década de los treinta, *Encarsia formosa* se distribuyó no sólo en Gran Bretaña sino en otros países europeos, y también en Canadá, Australia y Nueva Zelanda (Van Lenteren, 1.988). El auge de otros medios de control, concretamente el control químico, hizo abandonar momentáneamente la utilización de este parásito para el control de la mosca blanca de los invernaderos.

No es nuevamente hasta 1.959, con las investigaciones llevadas a cabo por Dosse y más tarde por Bra-venboer, que la lucha biológica alcanzó un nuevo éxito con la utilización del depredador *Phytoseiulus persimilis* en el control del ácaro *Tetranychus urticae* y su posterior utilización masiva en la lucha contra esta plaga, como consecuencia, también paradójicamente, de la utilización indiscriminada de productos químicos.

A partir de los años 70, la utilización de parásitos y depredadores se ha incrementado espectacularmente, determinándose la eficacia de numerosos insectos y ácaros para el control de numerosas plagas y desarrollándose su cría artificial masiva, lo que ha posibilitado su utilización como medios de lucha. Como ejemplos citaremos los parasitoides *Diglyphus isaea* y *Dacnusa sibirica* para el control del minador *Liriomyza trifolii*; los ácaros fitoséidos *Amblyseius barkerii* y *Amblyseius cucumeris* para la regulación de poblaciones de los trips *Frankliniella occidentalis* y *Trips tabaci*; el himenóptero braconídeo *Aphidius matricariae* y el díptero cecidómido *Aphidoletes aphidimyza* como parásito y depredador respectivamente de pulgones.

Desde el primer éxito alcanzado con *Rodolia cardinalis* se han probado más de 3.000 especies para su utilización como parásitos, depredadores y patógenos de numerosas plagas, con las que se han alcanzado plenamente los objetivos con 70 de ellas, parcial o con un nivel considerado aceptable con 200 de ellas, encuadrándose el 83% como parásitos, el 17% como depredadores y el 1% como patógenos (Lainig & Hamai 1.976, Van Lenteren 1988).

A pesar de los éxitos alcanzados en otros países, la intensidad que alcanzan las plagas en nuestras condiciones, las características comentadas anteriormente de nuestros invernaderos, la necesidad de asesoramiento técnico que conlleva este tipo de lucha y la falta de mentalización por los agricultores, unido por el momento, a lo elevado del coste de su aplicación, hacen que actualmente el control biológico no se lleve a cabo. Sin embargo, este método de control, integrado con otros métodos, presenta grandes posibilidades a corto plazo por lo que se debe intensificar la investigación para poner a punto esta técnica de lucha.

Una medida que si está a nuestro alcance y puede ser asumida por los agricultores, es el respeto de la fauna auxiliar autóctona presente en nuestros cultivos. El conocimiento de la existencia de estos enemigos naturales y el favorecer su desarrollo, es asumido cada vez por mayor número de agricultores. Antes de llevar a cabo cualquier medida fitosanitaria, debería valorarse los efectos negativos que pueden producir sobre esta entomofauna potencialmente presente en el cultivo.

MEJORA GENÉTICA

La **Mejora genética de plantas** se ha venido realizando de forma natural desde que el hombre se dedica a la agricultura, al ir seleccionando éste las plantas que mejor se adaptaban a las condiciones climáticas y edafológicas, las de mayores producciones, o las que presentaban una mayor resistencia o tolerancia frente a los ataques de plagas y enfermedades.

A principios de siglo se inicia el empleo de la mejora genética en agricultura aplicando métodos científicos, pero no es hasta la segunda mitad de éste cuando adquiere verdadera importancia y auge la investigación en esta línea, y se empiezan a obtener resultados prácticos mediante la selección masal y obtención de líneas puras, y más recientemente con la utilización de la biotecnología.

La existencia actualmente en el mercado de numerosas variedades resistentes a enfermedades y nemátodos, es la aportación de la mejora genética a la sanidad vegetal. Siendo cada día más el número de agricultores, que utilizan este tipo de variedades.

MEDIOS FÍSICOS Y BIOTÉCNICOS

Los **Medios físicos y biotécnicos** han sido introducidos más recientemente como medios de lucha. Algunos de ellos aún no se emplean como medios directos, al no haberse completado la etapa de investigación y al no estar las técnicas de utilización a punto, pero la perspectiva de aplicación en un futuro muy próximo son alentadoras. Los biotécnicos son utilizados para la determinación de la presencia o el establecimiento de índices poblacionales relativos de un determinado parásito (atrayentes alimenticios, cromotrópicos o sexuales). Los medios físicos (vapor de agua, empleo del calor y solarización) tienen limitada su utilización por lo elevado de su coste y la tecnificación necesaria en su aplicación, o por las condiciones naturales especiales necesarias para su aplicación.

CONTROL QUÍMICO

El **Control químico** es, sin lugar a dudas, la base actual de la protección fitosanitaria en los cultivos hortícolas en invernaderos. El agricultor cuenta actualmente con una gran diversidad de productos fitosanitarios con los que hacer frente a la problemática que se le puede presentar a lo largo del cultivo.

La presión que el mercado ejerce sobre los horticultores de exigirles los productos de acuerdo con unas

normas de calidad muy estrictas, y ante el elevado coste que suponen las materias primas, mano de obra e inversiones necesarias en este tipo de explotaciones, obligan a los horticultores a obtener el máximo de cosechas, siendo necesario realizar un control de las plagas y enfermedades muy riguroso, al incidir esta problemática en la cantidad y calidad de los productos.

Ante esta disyuntiva, el agricultor tiene que utilizar, en la defensa de sus cultivos, métodos cuya efectividad esté totalmente comprobada y que sean de fácil aplicación, condiciones que cumple con creces **el control químico**. No obstante, al ser la lucha química el método "**menos natural**" de los que el horticultor puede emplear en el control de las plagas y enfermedades, el desconocimiento generalizado del modo de acción de los diferentes productos por él utilizados, las condiciones a tener en cuenta para una correcta aplicación de los mismos, han propiciado que su uso se realice en muchas ocasiones de forma indiscriminada e irracional, y han favorecido que por parte de muchos sectores de la sociedad se cuestione su utilización generando una situación de rechazo ante los efectos secundarios negativos que este uso irresponsable puede acarrear.

Con un conocimiento más profundo de los productos fitosanitarios por parte de técnicos y agricultores, de sus características, de las condiciones idóneas para su utilización, así como de la biología de los parásitos que pretendemos controlar, estamos convencidos de que los riesgos de la lucha química serían mínimos y totalmente asumibles frente a las ventajas que supone su utilización.

El contribuir a una mejor aplicación de esta técnica de lucha es la intención que nos anima a través de estas páginas, para lo que hemos intentado recopilar información sobre aspectos que hemos considerado fundamentales para mejorar la utilización y aplicación de los productos fitosanitarios, conocer no sólo sus ventajas sino también sus inconvenientes y como disminuirlos, las características y forma de acción de los diferentes productos, la dosis adecuada de aplicación, y contra qué parásitos está recomendado su uso, e intentar exponerla de forma que sea fácilmente utilizable por el técnico o por el propio agricultor.

PRODUCTOS FITOSANITARIOS

EVOLUCIÓN

Las propiedades de algunos productos para el control de agentes nocivos se conocen desde muy antiguo. Homero 1.000 años A.C. recomendaba la utilización de

azufre como "**conjurador de plagas**". En el siglo I D.C. ya se utilizaba el arsénico para desinfectar semillas.

Con la determinación en el siglo XIX de que las enfermedades de los cultivos eran causadas por hongos, se inicia la utilización masiva de los productos inorgánicos. En 1850 el azufre, y en 1858 los compuestos de cobre, eran utilizados para la prevención de enfermedades en el viñedo. En 1867 se emplea el "Verde de París" para el control del escarabajo de la patata en EE.UU.

En el primer cuarto de siglo se amplían las gamas de los polisulfuros y los productos mercuriales, y la utilización de las sustancias de origen vegetal como el piretro, la rotenona y la criolita. A partir de 1930 aparecen los primeros fungicidas orgánicos (thiran y posteriormente los ditiocarbamatos), que no presentaban los problemas de los anteriores.

Verdaderamente cuando se produce la revolución en la sanidad vegetal es a partir de 1939 con la determinación por el Dr. Muller de las propiedades insecticidas del DDT. Al DDT siguieron otros órgano-clorados, muchos de ellos hoy prohibida su utilización pero que, como hemos indicado anteriormente, convulsionaron el control químico.

En 1948 aparecen los primeros órgano-fosforados, que mejoraron las características de los órgano-clorados al no presentar problemas de acumulación y ser menos persistentes.

La investigación de la industria química no cesa, y en 1955 aparecen en el mercado los primeros carbamatos. Al igual que los organofosforados disminuyeron la problemática de los clorados. Los carbamatos se mostraban más selectivos y menos tóxicos que los organofosforados lo que supuso una mejora en cuanto a la incidencia negativa de la lucha química.

Entre los fungicidas, también aparecieron productos de nuevas familias químicas como las ptalamidas (Captan), derivados del benceno, y los antioidios que también presentaban una buena acción como acaricidas.

A partir de 1970 aparecen los fungicidas sistémicos con el grupo de los benzimidazoles, que actúan preventiva y curativamente ante un amplio número de enfermedades. A partir de esta fecha, los fungicidas que se sintetizan no presentan una polivalencia elevada sino que se caracterizan por su especificidad ante las enfermedades. Así los inhibidores de los esteroides, los fosforotiatos, las morfolininas y las carboxinas, para el control de oidios y royas, o los específicos contra *Botrytis* y mildius y los bactericidas.

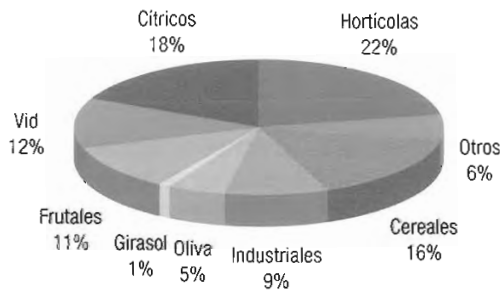
También a partir de los años 70, se sintetizan las piretrinas fotoestables que fueron denominadas insecticidas de 3ª generación, y que han sustituido a muchos de los anteriores insecticidas, al no presentar problemas de fitotoxicidad, ni de residuos en los productos vegetales.

CONSUMO

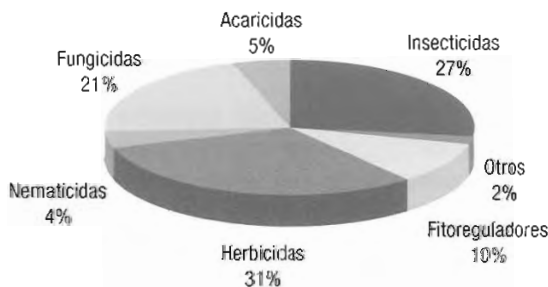
Una forma de resaltar la importancia actual de la utilización de este método de control, creemos puede ser el reflejar el valor de mercado alcanzado en la venta de productos fitosanitarios en nuestro país.

Según datos de la Agrupación Española de Plaguicidas (AEPLA), el consumo de plaguicidas en el año 1.990 alcanzó la cifra de 64.911.069 x 10³ pesetas. Este consumo se distribuye por cultivos y por clases de productos según muestran los gráficos 1 y 2.

Gráf. 1 .- Distribución porcentual del consumo de productos fitosanitarios por cultivos a nivel nacional, AEPLA (1.988).



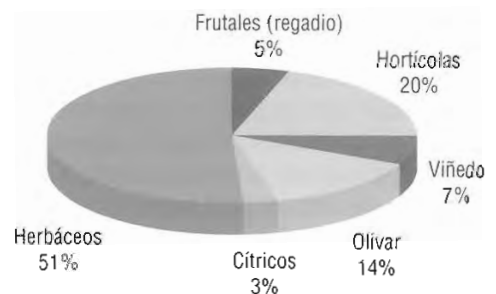
Gráf. 2 - Distribución porcentual por clase de los productos fitosanitarios, AEPLA (1.990).



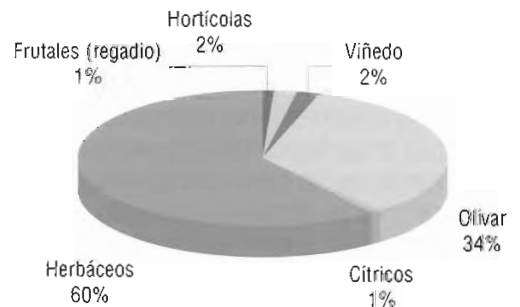
Podemos comprobar que el mayor consumo lo tienen los cultivos hortícolas y que junto con los cítricos y viñedo suponen más del 50% del consumo total de productos fitosanitarios. En cuanto a la distribución de las ventas por clases de productos cabe destacar que la mayor demanda se centra en el consumo de herbicidas, seguido por los insecticidas y fungicidas.

Las cifras de ventas de plaguicidas en nuestra Comunidad Autónoma, referidas a 1.990, alcanzaron la cantidad de 18.248 millones de pesetas, lo que representa el 28% de las ventas totales en España. Estas ventas se distribuyeron por cultivos según el gráfico núm. 3, en el que podemos comprobar que los cultivos hortícolas consumen el 20% del total de ventas de productos fitosanitarios, pero es importante resaltar que la superficie destinada a cultivos hortícolas representa únicamente tan sólo el 2,4% de la superficie total agrícola de la Comunidad tal como se refleja en el gráfico núm. 4.

Gráf. 3 - Distribución porcentual del consumo de productos fitosanitarios por cultivo, en la C.A. Andaluza, AEPLA (1.990).



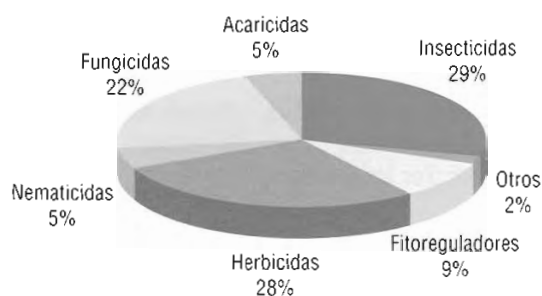
Gráf. 4 - Distribución porcentual de la superficie por cultivo en la C.A. Andaluza, AEPLA (1.990).



Por especialidades este consumo se distribuye en nuestra Comunidad según el gráfico núm. 5, alcanzando el gasto de insecticidas, fungicidas y acaricidas el 55% del total.

Ante estas cifras, y si pudiésemos comparar lo que el agricultor invierte actualmente entre los diferentes métodos de control con los que cuenta para mejorar la sanidad de sus cultivos, podemos afirmar, sin temor a equivocarnos demasiado, que actualmente el **control químico** acapara prácticamente el 100% de la inversión que realiza en el control de la problemática fitosanitaria.

Gráf. 5 - Distribución porcentual del consumo de productos fitosanitarios por clase en la C.A. Andaluza AEPLA (1.990).



CLASIFICACIÓN

Pueden efectuarse numerosas clasificaciones de los productos fitosanitarios de uso en sanidad vegetal

considerando la analogía existente entre ellos. Nos limitaremos no obstante a exponer aquéllos que en nuestra opinión responden a criterios prácticos y resaltar aquellas características, que al técnico o al agricultor les faciliten la elección del producto en función de la finalidad que persiga.

En el artículo segundo y tercero de la reglamentación Técnico - Sanitaria a la que hemos hecho referencia anteriormente, se clasifican los plaguicidas según su uso y atendiendo al grado de peligrosidad para las personas, clasificación que exponemos esquemáticamente en el cuadro 3:

Refiriéndonos concretamente a los productos fitosanitarios, se pueden clasificar atendiendo a su utilización, por su naturaleza, por su comportamiento frente al vegetal, por la toxicidad para la fauna silvestre y la peligrosidad para las abejas según el cuadro 4:

PLAGUICIDAS

POR SU USO	POR SU PELIGROSIDAD PARA LAS PERSONAS	
	POR SU TOXICIDAD	POR OTROS EFECTOS
FITOSANITARIOS O PRODUCTOS FITOSANITARIOS. GANADEROS. INDUSTRIA ALIMENTARIA. AMBIENTAL. EN HIGIENE PERSONAL. DOMÉSTICOS.	DE BAJA PELIGROSIDAD. TÓXICOS. MUY TÓXICOS. EXPLOSIVOS.	CORROSIVOS. IRRITANTES. FACILMENTE INFLAMABLE.

Cuadro 3.

UTILIDAD	NATURALEZA	COMPORTAMIENTO EN LA PLANTA	TOXICIDAD FAUNA SILVES	PELIGROSIDAD ABEJAS
Insecticidas. Acaricidas.	INORGÁNICOS.	Superficiales o de contacto.	Categoría A, o ino cuos.	Ino cuos.
Nematicidas. Fungicidas. Bactericidas. Herbicidas. Helicidas.	ORGÁNICOS: • De origen Mineral. • De origen Vegetal. • Sintéticos.	Penetrantes o translaminares.	Categoría B, o mediana mente peli- grosos.	Moderadamente tóxicos. Tóxicos.
Redondicidas. Alguicidas. Repelentes. Atrayentes. Fitorreguladores. Cicatrizantes. Inhibidores o Defoliantes. Enraizantes....	BIOLÓGICOS. HORMONALES. REGULADORES DEL NACIMIENTO. SEXUALES. FUMIGANTES.	Sistémicos.	Categoría C, productos muy peligrosos.	

Cuadro 4.

INSECTICIDAS	ACARICIDAS		FUNGICIDAS	NEMATICIDAS
	INSECTI. Y FUNGI.	ESPECIFICOS		
Órgano clorados	Órgano clorados	Derivados:	Tiocarbamatos	Hydrocarburos alifáticos
Órgano fosforados	Órgano fosforados	Sulfoorgánicos	Heterociclos nitrogenados	halogenados
Carbamatos	Carbamatos	Halogenados.	Quinonas	
Piretroides	Algunos piretroides	Del estaño	Derivados organometálicos	Liberadores de metil isotiocianato
		Dinitro	Fenoles y derivados Con radicales liposolubles Otros...	

Cuadro 5.

Los productos fitosanitarios orgánicos de síntesis podemos clasificarlos según el grupo químico al que pertenezcan: (cuadro 5).

Los insecticidas, acaricidas y nematocidas, por su forma de actuación sobre el parásito se clasifican en: de contacto, de ingestión o de inhalación. Los fungicidas según este criterio se clasifican en preventivos o curativos.

También podemos clasificar los insecticidas y acaricidas según el estadio de desarrollo del fitoparásito sobre el que actúan, en: adulticidas, larvicidas y ovicidas.

Por su campo de acción, es decir por el número de parásitos sobre los que muestran efectividad, los podemos clasificar en: polivalentes o de amplio espectro, y específicos o selectivos.

CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES GRUPOS

Una vez conocidas las clasificaciones de los productos fitosanitarios, vamos a comentar las características más importantes de cada uno de los grupos, cómo producen los efectos tóxicos sobre el agente, y los procesos metabólicos por los que se degradan.

INSECTICIDAS

Dentro de esta clase distinguiremos entre los diferentes grupos químicos a los que pertenecen.

■ Órgano clorados

Esta familia de insecticidas se caracterizan todos por contener varios átomos de cloro en su molécula.

Sin lugar a dudas, el más importante de todos ellos por lo que representó su descubrimiento en la sanidad

vegetal es el DDT (Dicloro-Difenil-Tricloroetano), al que siguieron otros análogos a él como el Metoxicloro y el DDD (dicloro-difenil- dicloroetano).

Al DDT siguió en popularidad el descubrimiento del HCH (hexaclorociclohexano) con las mismas características que los anteriores pero de coste muy bajo.

La obtención del isómero gamma del HCH en estado puro, dio lugar al Lindano que presenta una serie de ventajas frente a los anteriores.

Incluidos también entre los organoclorados se encuentran los derivados ciclodiénicos obtenidos a través de la síntesis de Diels-Alder como el Aldrín, Dieldrín, Isodrín y Endrín, Clordano, Heptacloro y el Endosulfan. Según el tipo de productos presentan diferentes características que exponemos en el Cuadro 6.

Los mecanismos de la acción tóxica, de los organoclorados no están suficientemente aclarados aunque sí los síntomas externos que producen sobre los insectos, tales como una gran excitación, alteraciones nerviosas, temblores o parálisis.

■ Órgano fosforados

Constituyen el grupo más numeroso dentro de los insecticidas y pertenecen a este grupo los derivados del ácido fosfórico, descubiertos por Schrader en Alemania en 1.950.

La sustitución de los grupos -OH en la fórmula del ácido fosfórico por radicales orgánicos da lugar a los ésteres del ácido fosfórico, obteniéndose los fosfatos, fosfonatos, tionofosfatos, tionotiofosfatos, fluorofosforados y amidofosfatos.

Las características de esta familia las detallamos en el siguiente cuadro 7.

PRODUCTOS	FORMA ACTUACIÓN	COMPORTAMIENTO EN LA PLANTA	PERSISTENCIA	VOLATILIDAD	TOXICIDAD	ESPECIFICIDAD	OTRAS CARACTERÍSTICAS
DDT ANALOGOS HCH	Contacto	Superficial	Elevada	Baja	Baja	Polivalente	<ul style="list-style-type: none"> • Se acumula en los tejidos grasos. • Esta prohibida su utilización. • El HCH transmite olor desagradable.
Isómero gamma HCH (Lindano)	Contacto Ingestión Inhalación	Superficial	Media	Alta	Media	Polivalente	<ul style="list-style-type: none"> • No se acumula en los tejidos grasos. • No transmite mal olor. • Es de aplicación al suelo por su elevada tensión de vapor.
Derivados ciclodienicos. Aldrin Endrin Etc..	Contacto Ingestión Inhalación	-	Elevada	Alta	Media	Polivalente	<ul style="list-style-type: none"> • Elevada tensión de vapor, actos para aplicación al suelo (excepto Endrin). • Pueden ser absorbidos por raíces aprovechables. • Se acumulan en las grasas y la leche de animales alimentados con plantas tratadas. • Prohibido su uso.
Derivados ciclodienicos. Endosulfán	Contacto Ingestión Poco por inhalación	Superficial	Media	Baja	Baja	Polivalente Acaricida	<ul style="list-style-type: none"> • No se acumula en las grasas.

Cuadro 6.

ACTUACIÓN	COMPORTAMIENTO EN LA PLANTA	PERSISTENCIA Y TOXICIDAD	VOLATILIDAD	ESPECIFICIDAD	OTRAS CARACTERÍSTICAS
CONTACTO INGESTIÓN INHALACIÓN (según producto)	Superficiales Penetrantes Sistemicos Poco persistentes Muy tóxicos	Esta ligado al tipo de ésteres a los que pertenecen, tipo "oxo" (fosfatos) • Tipo "tio" y "ditio": Elevada persistencia Menor toxicidad	Aumenta al elevarse la temperatura	Muy polivalente	<ul style="list-style-type: none"> • No se acumula en el organismo

Cuadro 7.

El efecto tóxico de los organofosforados es muy conocido, y se produce al actuar sobre el sistema nervioso de los insectos, comportándose como inhibidores de la acetil-colinesterasa y provocando la acumulación en el organismo de la acetilcolina de elevada toxicidad, e impidiendo que ésta sea transformada en colina.

Al contrario que los órganos clorados, no se acumulan en el organismo ya que en el proceso de metabolización acaban hidrolizándose y transformándose en sustancias inocuas.

La persistencia y la toxicidad del producto para el hombre, están ligadas al tipo de ésteres a los que pertenecen. Los derivados tipo "oxo" (fosfatos) se hidrolizan muy rápidamente por lo que son poco persistentes y presentan una acción de choque importante pero son muy tóxicos, mientras que los derivados tipo "tiono" o "ditio" son menos tóxicos pero más persistentes.

En el proceso de metabolización muchas formas "tiono" sufren una oxidación dando lugar a formas "oxo", por lo que productos originales de baja toxicidad.

* Y los que liberan metil-isotiocianato, entre los que se incluyen el dazomet, dicloropropeno-dicloropropano + metilisotiocianato, y el metam-sodio.

DISPOSICIONES LEGALES

REGLAMENTACIÓN TÉCNICO-SANITARIA

Consideramos que para realizar un buen uso del control químico, es necesario conocer previamente las disposiciones legales a las que está sometida su utilización.

El Real decreto 3349/1983 de 30 de Noviembre, publicado en el B.O.E. núm.20 en Enero de 1.984, aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la fabricación, comercialización y utilización de plaguicidas, por la que la Administración, consciente de los riesgos que un mal uso de la utilización de este tipo de productos puede acarrear a la salud pública, define lo que se entiende por plaguicidas y establece las normas de fabricación, almacenamiento, comercialización y utilización, armonizando de esta manera la legislación española a la que existía y se encontraba vigente en los países de la Comunidad Económica Europea.

En esta Reglamentación Técnica-Sanitaria:

1.- Se define lo que se entiende por plaguicida y los distintos componentes que entran en su composición; los clasifica según su uso y según el grado de peligrosidad para las personas; y lo que se entiende por formulación o preparado, residuos de plaguicidas y plazo de seguridad, términos fundamentales para su correcta utilización.

2.- Establece las Normas para su Homologación y la inscripción en el Registro Oficial correspondiente.

3.- Enumera los requisitos que deben reunir los establecimientos de fabricación, almacenamiento, comercialización y aplicación de plaguicidas y de los materiales relacionados con ellos.

4.- Especifica las características que deben reunir los plaguicidas en su elaboración y aspecto, y las normas que deben cumplirse para evitar su confusión con piensos o alimentos y cuando estén destinados a su utilización como fumigantes, tratamientos de semillas u otros materiales de reproducción o en preparación de cebos, debiendo indicar siempre el plazo límite de comercialización cuando su conservación sea limitada.

5.- Normaliza el envasado y etiquetado de los plaguicidas y establece los controles a realizar durante la manipulación; durante la fabricación, comercialización y en la utilización, indicando las normas de seguridad que deben cumplirse.

6.- Por último, dispone los requisitos para la exportación e importación de plaguicidas; las inspecciones y controles a los que están sometidos; los Organismos encargados en el cumplimiento de la normativa; y el régimen sancionador para las infracciones que se cometan de la Reglamentación.

NORMATIVA COMUNITARIA

A partir de 1.993, entra en vigor para todos los miembros de la Comunidad Económica Europea, la Directiva del Consejo de 15 de Julio de 1.991 relativa a la comercialización de productos fitosanitarios destinados a proteger los vegetales de los daños que pueden ocasionar los organismos nocivos, incluidas las malas hierbas, debiendo a partir de esta fecha adecuarse la Reglamentación Técnico-Sanitaria española a esta normativa.

Dicha normativa tiene por objeto:

1.- La autorización, comercialización, utilización y control en la Comunidad de productos fitosanitarios en su presentación comercial y de sustancias activas, sin perjuicio de las disposiciones de las Directivas 78/631/CEE del Consejo, 84/291/CEE, 67/548/CEE del Consejo y 90/517/CEE sobre clasificación, envasado, y etiquetado de los plaguicidas, y de sustancias activas, así como a la autorización de productos fitosanitarios que consistan en organismos modificados genéticamente o que los contengan y que previamente se ajusten a lo dispuesto en la Directiva 90/517/CEE.

2.- Establecer unas normas uniformes sobre las condiciones y procedimientos para la autorización de productos fitosanitarios, con el fin de garantizar que éstos no sean comercializados ni utilizados hasta poseer autorización oficial, que presenten un nivel elevado de protección para la salud, aguas subterráneas y medio ambiente, garantizar que se utilicen adecuadamente, sean lo suficientemente eficaces y no presenten efectos inaceptables.

3.- Definir una lista comunitaria de materias activas autorizadas, indicando que la autorización realizada por un país miembro debe ser reconocida por los restantes países, proponiendo un sistema de información para que un Estado miembro previa petición pueda solicitar la documentación científica y los datos presentados en otro país en relación con las solicitudes de autorización de productos fitosanitarios.

4.- Completar y mejorar las disposiciones comunitarias relativas a:

- la clasificación, envasado y etiquetado de los plaguicidas.

- los residuos de los productos fitosanitarios y niveles máximos permitidos en los productos agrarios y la libre circulación de estos en la Comunidad.
- la protección de los consumidores de vegetales y productos vegetales.

5.- Establece que los Estados miembros deben tomar las medidas de inspección y control adecuadas.

DIFERENCIAS ENTRE AMBAS NORMATIVAS

En el artículo segundo de la Directiva Comunitaria se definen conceptos y terminología que modifican y complementan los establecidos en el mismo artículo de la Reglamentación Técnico- Sanitaria, aplicándolos para los Plaguicidas de uso fitosanitario, y que por su importancia creemos inresistente comentar:

* Los términos **Plaguicidas, Ingrediente activo-técnico, Ingredientes inertes, Coadyuvantes y Aditivos**, de la Reglamentación Técnica-Sanitaria, quedan sustituidos o englobados en los términos Productos fitosanitarios, Sustancias activas, Sustancias y Preparados, en la Directiva Comunitaria.

* Se sustituye el concepto de **Residuos de plaguicidas** en la Reglamentación por el de **Residuos de Productos fitosanitarios** en la Directiva, ampliándose su contenido.

* En la Directiva se define lo que se entiende por **Vegetales, Productos vegetales, Organismos nocivos, Animales, Comercialización y Autorización de un Producto fitosanitario**, términos que no quedan definidos en la Reglamentación española.

* Se incluyen y definen en la Directiva Comunitaria conceptos tan importantes como son **Medio ambiente y Lucha integrada**.

* No se contempla en la Directiva el término **Plazo de seguridad** que sí se especifica en la Reglamentación Técnica-Sanitaria.

LUCHA QUÍMICA

VENTAJAS

La lucha química, como hemos comentado, ha venido reduciendo el problema de los agricultores para enfrentarse a las plagas y enfermedades de sus culti-

vos, contribuyendo de esta forma a rentabilizar las explotaciones agrarias.

El auge y aceptación del control químico, por parte de los agricultores se debe a una serie de ventajas, que la utilización de este método presenta frente a los otros medios de lucha.

Al comentar las clasificaciones que podían realizarse de los productos fitosanitarios veíamos que existen insecticidas, acaricidas, fungicidas, nematocidas, etc. Dentro de cada clase el agricultor puede encontrar productos específicos contra una determinada plaga o enfermedad, así tenemos: insecticidas contra pulgones, para el control de minadores, para lepidópteros, etc.; acaricidas recomendados unos para eriófidios y otros para tetraníquidos; entre los fungicidas podemos utilizar productos para el control del oídios, para *Botrytis* o para mildiu, etc. Este elevado número de productos existentes al alcance de los agricultores representa una gran ventaja frente a los otros medios que no muestran tanta especificidad, salvo el control biológico o la utilización de variedades resistentes, que sí son específicos, pero muy limitados.

Cuando se utiliza un producto químico y la aplicación se realiza correctamente, el agricultor puede valorar los resultados al observar la mortalidad producida o que la enfermedad no progresa. Los medios de control que se aplican preventivamente como los culturales y genéticos, lo son de difícil valoración por el agricultor, y en el caso de los biológicos y biotécnicos los resultados deben ser evaluados por personal con suficientes conocimientos.

La facilidad de adquisición de los productos es otra de las grandes ventajas del control químico. En cualquier zona agrícola pueden encontrarse distribuidores de las principales firmas comerciales, que ofrecen al agricultor una amplia gama de productos, transcurriendo un tiempo relativamente corto desde que éste decide su utilización hasta que lo aplica.

Los otros medios por el contrario al no ser su utilización tan masiva, el agricultor encuentra dificultades para conseguir el material necesario para aplicarlos.

La facilidad de aplicación, por último, es otra de las grandes ventajas. El propio agricultor puede aplicar un gran número de productos para los que no necesita autorización especial, siendo la maquinaria necesaria, simple, de fácil manejo y de coste no muy elevado.

INCONVENIENTES

Anteriormente al tratar cada uno de los medios que el agricultor puede utilizar para el control de la problemáti-

ca fitosanitaria, y concretamente al hablar de la lucha química, enumerábamos los riesgos que una mala utilización o una utilización irresponsable puede acarrear.

A pesar de las ventajas que anteriormente hemos citado, y entre las que destacábamos el gran número de productos existentes que hay en el mercado; lo cierto es que las plagas y enfermedades siguen ocasionando pérdidas en los cultivos.

Productos que se mostraban eficaces y como consecuencia de una utilización no correcta dejan de ser efectivos contra una determinada plaga o enfermedad. El medio puede ser contaminado por la utilización de los productos químicos y concretamente los fitosanitarios. El riesgo que para el agricultor, el consumidor, para la fauna silvestre y apícola puede representar su utilización, son algunas de ellas, y que comentaremos a continuación.

RESISTENCIA A LOS PRODUCTOS FITOSANITARIOS

Cualquier organismo vivo experimenta una reacción ante una determinada sustancia que le sea antagonista. Los productos fitosanitarios, como sustancias que interfieren por diferentes mecanismos el normal desarrollo de la población de un determinado parásito, pueden provocar reacciones en los individuos que la compone, de manera que se manifiesten fallos, o incluso que desaparezcan los efectos que anteriormente tenía dicho producto. Este fenómeno se conoce como Resistencia de un agente **tóxico** a la acción de los productos fitosanitarios.

En el caso de los insecticidas, la aparición de insectos resistentes no es un problema nuevo que haya surgido con el empleo masivo de productos obtenidos por síntesis. En la primera mitad de siglo, ya se pusieron de manifiesto fenómenos de resistencia a la acción de los polisulfuros (**Piojo de San José**), a la utilización del ácido cianhídrico (**Saissetia oleae** y **Anoidiella aurantii**), al arseniato de plomo (**Carpocapsa** y **Anarsia**), a la **Criolita** (**Rhagoletis pomonella**), a las aplicaciones con Rotenona o al tartrato de antimonio y potasio (**tisanópteros**). También se observaron resistencias de algunos ácaros a los tratamientos realizados con arsenito sódico (F. Leclant, 1988).

Es cierto, que este problema se acentúa con la aparición de los productos orgánicos de síntesis. Bussine en 1966, señala que en 1960 aparecieron fenómenos de resistencia en 57 especies de artrópodos de interés agrícola. En 1980 se cifraban en unas 400 las especies de artrópodos que habían manifestado resistencia a la acción de los productos fitosanitarios en un mayor o

menor grado, pudiéndose en la actualidad elevar esta cifra hasta 600 (F Leclant, 1988).

En los fungicidas, el fenómeno de resistencia aparece sobre 1970 con la utilización de los fungicidas sistémicos, problema que prácticamente no se había producido con anterioridad, desde que en 1850 se empezaron a utilizar de forma generalizada los fungicidas preventivos o de contacto como el azufre, los compuestos de cobre, los compuestos de mercurio o los ditio-carbonatos. Actualmente se ha detectado resistencia a numerosos fungicidas sistémicos entre los que podemos destacar la carbendazima, el metalaxil, el benomilo, el imazanil y la oxicarboxina (J. Dekker, 1988).

CONCEPTO DE RESISTENCIA

Entre los artrópodos, se considera que existe resistencia cuando en algunos individuos (razas) existe una menor sensibilidad a un tóxico y ésta, está determinada genéticamente (F. Leclant).

La resistencia a los fungicidas puede definirse como la adaptación estable y transmisible de un hongo a un fungicida, la cual origina una sensibilidad al mismo inferior a la normal (J. Dekker, 1988).

TIPOS DE RESISTENCIAS

Según Pesson (1960), la resistencia puede ser **innata o adquirida**. La **resistencia innata** es aquélla que se manifiesta de manera constante lo mismo que un carácter morfológico, que hace que el individuo se comporte de manera insensible o poco sensible frente al tóxico. Este tipo de resistencia determina de hecho la selectividad del producto tóxico y su espectro de actividad.

La **resistencia adquirida**, no se presenta como un carácter permanente sino como un rasgo particular de reciente aparición en algunos individuos de una población, y que puede establecerse de manera más o menos estable hasta llegar a la diferenciación de una línea o incluso de una raza biológica, caracterizada por esta nueva particularidad fisiológica.

A la **resistencia innata**, algunos autores la denominan **resistencia verdadera o fisiológica**, mientras que a la **resistencia aparente** se le denomina de **comportamiento o pseudo-resistencia** e indica, que los individuos presentan la posibilidad de evitar las dosis letales de productos tóxicos. (Barberes, 1953, Hannegun y Auge, 1979). Unters-Tenhoffer unen los distintos tipos de resistencias a la **naturaleza morfológica** y **resistencia biológica**. Bonmmaison (1969) considera cuatro tipos sin embargo:

la **resistencia específica** (similar a la innata definida por Persson), **resistencia de comportamiento**, **resistencia morfológica y anatómica** (englobadas también por Persson como resistencia innata) y la **resistencia fisiológica** (equivalente a la adquirida).

Entre los insectos y ácaros, la resistencia manifiesta a un insecticida o acaricida puede producir una modificación en la sensibilidad del insecto o del ácaro a otros productos pudiendo definirse tres tipos diferentes de resistencia: **Resistencia cruzada positiva**; **Resistencia múltiple** y **resistencia cruzada negativa**.

Se habla de **resistencia cruzada positiva** cuando la resistencia al producto origina la resistencia a otros productos, estando sólo involucrado un gen.

Existe **resistencia múltiple**, si la resistencia a varios productos es el resultado de la presencia simultánea de varios genes (un gen para cada producto).

Se dice que existe **resistencia cruzada negativa**, cuando la variación genética (mutación) incrementa por un lado la resistencia a un producto y al mismo tiempo la sensibilidad a otro.

Estos tipos de resistencias también han sido definidos sin tener en cuenta que la resistencia sea debida a la presencia de genes. La F.A.O. (1965) y Grayson y Cochran (1988), señalan que existe **resistencia cruzada** cuando un insecto en presencia de un insecticida presenta resistencia a otros compuestos; y **resistencia múltiple**, si la resistencia a varios productos es resultado de una selección (secuencial o simultánea) con respecto a esos productos. Por otro lado, Oppenoorth y Welling (1976) definen la **resistencia cruzada** cuando la resistencia a varios insecticidas está relacionada con un mismo mecanismo, y **resistencia múltiple** si en una raza dada, la resistencia a varios compuestos se produce por mecanismos distintos.

En función del número de genes responsables de la aparición de resistencia a un determinado producto, se dice que la resistencia es **monogénica** cuando el responsable es un sólo gen, y **poligénica** cuando son varios los genes que confieren la resistencia a un determinado producto.

ORIGEN Y MECANISMOS DE APARICIÓN DE LA RESISTENCIA

Los cambios en el material hereditario de la célula viva pueden producirse por mutaciones (J. DEKKER 1988). Estas mutaciones pueden tener lugar espontáneamente o bien pueden estar inducidas por agentes

mutagénicos. Si una mutación origina la resistencia a un agente tóxico en particular, la aplicación sucesiva de este producto actuará como agente selectivo, eliminando aquellos individuos de la población en los que no hayan aparecido la mutación y respetando a los individuos con células mutadas, los cuales se multiplicarán y reemplazarán a la población sensible al agente tóxico.

El mecanismo por el que puede aparecer la resistencia a un producto fitosanitario es diferente para los insecticidas- acaricidas que para los fungicidas.

■ Insecticidas-acaricidas

Cuando aplicamos un producto fitosanitario se pueden diferenciar tres fases por las que atraviesa el agente tóxico hasta que se produce la muerte del parásito (DELORME y MAUCHAMO, 1987).

La primera fase se produce al aplicar el agente sobre el parásito, que es absorbido y penetra en él mediante su ingestión, inhalación, o al ponerse en contacto con el insecto.

En una población, la velocidad de penetración de un producto fitosanitario podrá ser elevada o baja en función de la velocidad de penetración del tóxico en cada uno de los individuos. Un agente tóxico que actúe por contacto, el que la velocidad de penetración del producto en el organismo del insecto sea mayor o menor, unido a una elevada capacidad de metabolizar el producto degradándolo y eliminándolo en grandes cantidades, puede proporcionar a una determinada población de insectos, un nivel de resistencia elevado. La resistencia también puede deberse a la existencia en la cutícula del insecto de una mayor cantidad de proteína y de lípidos y a una elevada esclerotización, que producen una reducida penetración del tóxico (Vison y Law, 1971).

En la segunda fase cualquier agente tóxico sufre una metabolización mediante la acción de enzimas que transforman las moléculas **liposolubles** en hidrosolubles para poder ser eliminadas.

Tres grandes grupos de sistemas enzimáticos contribuyen a la metabolización de los insecticidas:

- las Hidrolasas
- las Monooxigenasas
- las enzimas de conjugación (glutatión-transferasas).

Las hidrolasas, principalmente las fosfolasas y carboxilasterasas, participan en el metabolismo de los ésteres fosfóricos las primeras, y de los ésteres carboilícos las segundas.

También pueden degradar la molécula de los insecticidas con pérdidas en su estructura, disminuyendo por lo tanto las propiedades de éste (Piretroides).

La elevación de la actividad de las monooxigenasas y de las enzimas del grupo de las glutatión - transferasas, hacen que aparezcan insectos resistentes al degradarse una gran cantidad de insecticidas en las primeras, y su inactividad por las segundas. Estos mecanismos son los responsables en la mayoría de los casos de la aparición de resistencia metabólica de los carbonatos (monooxigenasas) y al metil- azinfos (glutatión-transferasas).

En la **tercera fase**, el producto, más o menos metabolizado, se fija normalmente en una proteína, cuyo funcionamiento fisiológico normal es inhibido o perturbado por el producto.

La resistencia puede aparecer, por la presencia de proteínas-trampas, que fijan al insecticida e impiden que éste actúe sobre las verdaderas proteínas, cuyo funcionamiento perturba el insecticida.

La gran mayoría de los productos fitosanitarios actúan alterando el sistema nervioso del insecto. Este efecto se produce porque un gran número de los insecticidas son inhibidores de la colinesterasa, y generan en el organismo una acumulación de la acetilcolina, disminuyendo la transformación de ésta en colina. En las razas resistentes a los organofosforados y a los carbamatos, se presenta una menor velocidad de inhibición de la acetilcolinesterasa que en las cepas sensibles (Zahavi *et al.*, 1970).

La sensibilidad del sistema nervioso del insecto hacia el producto puede deberse en algunos casos a la presencia de un gen conocido con las siglas KDR, dando lugar en este caso a la aparición de una **resistencia no metabólica** (resistencia a piretroides) en los individuos portadores de este gen (F. Leclant, 1988).

■ Fungicidas

Los fungicidas actúan sobre uno o varios puntos del metabolismo del hongo, inhibiendo sistemas enzimáticos. A los fungicidas tradicionales o de contacto se les denominan inhibidores de zonas múltiples, mientras que a los sistémicos se les conocen como inhibidores de puntos específicos al ser más selectivos en su forma de actuación.

La resistencia de un hongo a un agente tóxico puede producirse por varios mecanismos:

- Por una modificación de la zona sensible sobre la que actúa el fungicida.

- Mediante el desarrollo de una vía alternativa para evitar la zona bloqueada por el producto.

- Produciendo cambios en la membrana del protoplasto, dando lugar a una disminución de la absorción del agente tóxico o a una mayor cantidad y velocidad en la eliminación de éste.

Por el primer mecanismo, en el caso de los fungicidas tradicionales, es muy improbable que se produzcan resistencias, pues como hemos indicado éstos actúan sobre diferentes puntos del metabolismo del hongo y es difícil que se originen modificaciones en todos ellos simultáneamente. Por el contrario, este mecanismo es el más usual en los fungicidas selectivos al modificarse por mutación genética el punto sensible sobre el que actúan, dando lugar a la aparición de numerosas resistencias.

Los cambios en la membrana pueden dar origen a la aparición de resistencias en los dos tipos de fungicidas, mientras que la posibilidad de desarrollo de una vía alternativa es normal que se produzca como fuente de resistencia en los fungicidas selectivos.

MEDIDAS PARA PREVENIR LA APARICIÓN DE RESISTENCIAS

Procurar que no se produzcan resistencias es fundamental en el empleo de la lucha química. La aparición de nuevos productos que sustituyan a los ya existentes y entre los que se haya detectado resistencia, resulta cada vez más difícil y es necesario realizar una inversión cada vez más elevada, por lo que es prioritario "alargar la vida-útil" de los productos existentes en el mercado el máximo tiempo posible.

Existen factores que el hombre no puede manejar para evitar la aparición de las resistencias, como son los denominados intrínsecos (genéticos y biológicos) y que son inherentes a la especie (Georghiou y Taylor, 1976). Por contra, los factores llamados extrínsecos, relacionados con el propio producto y su forma de utilización, sí pueden ser controlados, aumentándose o disminuyéndose el riesgo de aparición de resistencias en función de las condiciones en que apliquemos el agente tóxico.

De los factores intrínsecos que influyen en la aparición de la resistencia podemos destacar:

- La dominancia de los genes de resistencia.
- La aptitud de las razas o cepas resistentes, para desarrollarse y reproducirse, en definitiva para sobrevivir en las mismas condiciones que las no resistentes.

- La biología del parásito, o el tipo de enfermedad, según la duración de las generaciones o la frecuencia de los ciclos de la enfermedad, de la movilidad de la plaga, del nivel de infección de la enfermedad, etc., factores que influyen en la posibilidad de aparición de la resistencia más rápidamente.

Los factores extrínsecos están en función de la presión de selección que ejerce el agente tóxico, influyendo por lo tanto las dosis empleadas, la frecuencia de los tratamientos, el método que se utilice para aplicarlo, la persistencia del producto y la eficacia de éste. El aplicar las dosis correctas y disminuir al máximo la frecuencia de las aplicaciones dejando sin tratar algunas de las generaciones o ciclos del parásito; el no mezclar productos que favorezcan la aparición de resistencias cruzadas; el emplear productos de baja persistencia; el emplear productos con diferentes formas de acción; son sin lugar a dudas medidas que el agricultor puede controlar y disminuir con su puesta en práctica el riesgo de aparición de resistencias.

Por último, el aplicar otro tipo de medidas de control conjuntamente con la lucha química, reducirán la necesidad de realizar numerosas aplicaciones y disminuirá por tanto la aparición de resistencias.

CONTAMINACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Las dos fuentes más importantes de contaminación del medio ambiente como consecuencia de las diferentes técnicas utilizadas por la agricultura moderna, son sin lugar a dudas, las producidas por los abonos y por los productos fitosanitarios, contribuyendo con su utilización a la introducción de nuevos compuestos químicos extraños en el medio, o que otros elementos se encuentren en cantidades excesivas.

La contaminación producida por la aplicación de los productos fitosanitarios se origina por la presencia de residuos de una o varias sustancias que se encuentren en o sobre los vegetales o productos de origen vegetal, productos animales comestibles o componentes del medio ambiente, que constituyan los restos de su utilización, incluidos sus metabolitos y los productos resultantes de su degradación o reacción.

Intentaremos analizar de qué forma se puede producir la contaminación entre los distintos elementos que forman el medio ambiente, es decir en el aire, en el agua, en el suelo y sobre la flora y fauna silvestre.

El que un producto fitosanitario se considere que es más contaminante que otro, está en función de su persistencia y su absorción al suelo.

La persistencia de un producto puede definirse como el tiempo necesario para que pierda al menos el 95% de su actividad, bajo condiciones ambientales y dosis de aplicación normales. Se dice que un determinado producto es no persistente, cuando el tiempo necesario que debe transcurrir para que sea inactivo se fija entre 1 a 3 semanas; cuando transcurre de 1 a 18 meses el producto se define como moderadamente persistente; y si el tiempo necesario es de 2 ó más años, el producto se considera persistente.

■ Contaminación del aire

La contaminación del aire se produce en el momento de la aplicación del producto fitosanitario al quedar en suspensión tanto la materia activa que determina la actividad del producto, como el resto de sustancias no activas que lo forman y que también son consideradas contaminantes. Depende no obstante de la intensidad con que se aplique el producto, del tipo de formulación, de la técnica de aplicación y de la maquinaria empleada.

La presencia de los productos fitosanitarios en el aire puede ser perjudicial para las personas y fauna silvestre (toxicidades), para las plantas (fitotoxicidades), y como vehículos de contaminación de otros elementos (agua y suelo).

Dependiendo de la tensión de vapor de la materia activa y de las condiciones ambientales, el producto una vez depositado en el suelo puede seguir contaminando el aire al volatizarse.

■ Contaminación del agua

La contaminación del agua puede producirse al realizar los tratamientos y que el producto caiga directamente sobre los cauces naturales o artificiales, bien por aplicarlos directamente sobre ellos para eliminar organismos perjudiciales cuyo habitat sean estos cauces, o bien de forma accidental, generalmente en tratamientos aéreos de grandes superficies y forestales, o en los terrestres, al tomar de estos cauces el agua necesaria para las maquinarias de aplicación. También contaminarán los productos fitosanitarios que se encuentren en suspensión en el aire y sean arrastrados por las lluvias; los productos procedentes de suelos tratados y que son incorporados a los cauces naturales al producirse la erosión. Por último, la contaminación de aguas subterráneas se produce por el lavado o la lixiviación del suelo tratado con los productos directamente o que por alguna otras circunstancia los contengan.

En función de la persistencia del producto (expresada por la vida media) y la absorción de este por el suelo (expresada por el coeficiente de absorción Koc), puede calcularse la capacidad de lixiviación de un determinado producto y si tiene por consiguiente mayor o menor capacidad de contaminación.

Gustafson (1989) propuso un índice, al que llamó Gus, que en función de estos dos parámetros puede establecer si un determinado producto es más o menos lixiviable y por tanto puede considerarse con una mayor o menor posibilidad de contaminar las aguas subterráneas al aplicarlos sobre las plantas o al suelo. Este índice viene dado por la fórmula:

$$GUS = \log.(t 1/2). 4 - \log Koc$$

Si el GUS > 2,8 los productos se consideran como lixiviables.

Si el GUS < 1,8 corresponden a los no lixiviables.

Valores de GUS comprendidos entre 2,8 y 1,8 corresponden a productos con capacidad intermedia de lixiviación.

Las consecuencias de la contaminación de las aguas es perjudicial para el hombre al existir la posibilidad de que estas aguas sean utilizadas para el consumo; para las plantas cultivadas al utilizarse estas aguas para el riego; y para la fauna silvestre, principalmente acuícola al incorporarse productos que estén considerados como tóxicos.

■ Contaminación del suelo

La contaminación del suelo, puede producirse por la aplicación directa del producto para controlar plagas, enfermedades o malas hierbas existentes en las parcelas del cultivo; o bien si al aplicarlo sobre las plantas parte de él cae al suelo.

Como hemos comentado anteriormente, la presencia de productos fitosanitarios en el aire o en las aguas, también son fuentes de contaminación de los suelos.

Las consecuencias de altas concentraciones de materias activas en los suelos o la presencia de alguna de ellas incorporadas a este medio, bien por el aire o bien por las aguas, puede ocasionar problemas a los vegetales, produciéndose fitotoxicidades en las plantas cultivadas, además de ser fuente contaminante de otros medios.

tribuye a establecer el equilibrio entre ambos, el control químico, actúa como variable exógena del sistema, alterando este equilibrio existente de forma natural.

Los productos fitosanitarios no sólo actúan sobre los fitófagos, sino también sobre los auxiliares, pudiendo producirse algunas de las siguientes situaciones:

- Incremento cada vez más elevado de la presencia de un determinado parásito, como consecuencia de tratamientos reiterativos. La desaparición de la fauna útil como consecuencia de estas aplicaciones, hacen que las poblaciones del fitoparásito no encuentre ningún freno a su desarrollo, por lo que se produce un aumento espectacular en su potencial biótico.

- Plagas clasificadas como secundarias, adquieren en un determinado cultivo, un nivel de peligrosidad que las convierten en plagas principales. Los tratamientos que se realizan sobre el cultivo, afectan a la fauna auxiliar de estos fitoparásitos y ante su ausencia incrementan notablemente su presencia, pudiendo llegar a ocasionar daños al cultivo que con los índices poblacionales existentes anteriormente no alcanzaban.

- Cambios en la fisiología del fitoparásito y que, como consecuencia de la aplicación del productos fitosanitarios, se incrementan algunos índices de los parámetros que definen su potencial biótico (fecundidad), o se producen variaciones en su conducta (movilidad). Luckey (1968) explica estos cambios como consecuencia de la respuesta del fitoparásito a la presencia de cantidades subletales del agente tóxico y que se ponen de manifiesto cuando las condiciones ambientales, fenómeno que es conocido como HORMOLIGOSIS, no son las más idóneas para el fitoparásito.

- Sobre las plantas cultivadas, la aplicación de los productos fitosanitarios puede producir una respuesta del vegetal conocido con el nombre de **TROFOBIOISIS**, que según Chaboussov (1980), puede deberse al enriquecimiento de elementos nutrientes contenidos en las moléculas del producto, o bien interfieren en la síntesis y destrucción de proteínas que influyen en la fotosíntesis, consiguiendo que la planta sea más adecuada para la evolución de los parásitos.

DESEQUILIBRIOS EN EL ECOSISTEMA

Dentro del sistema del que forman parte el cultivo, los fitoparásitos y la fauna auxiliar cuya presencia con-

TOXICIDAD Y RESIDUOS

Previamente a la inscripción de un producto en el Registro Oficial deben realizarse pruebas de laborato-

rio y ensayos de campo no sólo para determinar sobre qué grupo de parásitos se muestra efectivo, sino también para fijar el riesgo que para las personas, fauna silvestre y apícola, puede ocasionar su utilización y el tiempo que transcurre hasta su total eliminación. De acuerdo con esta información, los productos fitosanitarios, veíamos, que se clasificaban según su toxicidad, limitándose también su época de aplicación mediante el plazo de seguridad.

La utilización de los productos fitosanitarios puede acarrear consecuencias negativas, algunas de ellas de efectos irreversibles por:

- **No tomar las debidas precauciones en su manejo**, puede producir accidentes entre los agricultores y aplicadores al manipularlo (envenenamientos, quemaduras, etc.)
- **Aplicarlos indebidamente**, puede ocasionar elevada mortalidad entre la fauna silvestre, directamente o afectando a la cadena trófica, al realizar los tratamientos sin las debidas precauciones sobre grandes áreas, cauces naturales o al alimentarse esta fauna de productos tratados. Los tratamientos en épocas de plena floración suponen un gran riesgo para los insectos polinizadores que repercutirá lógicamente en la producción de numerosos cultivos.
- **Y no cumplir los plazos de seguridad fijados**, entre tratamientos y recolección, o emplear dosis mayores de las recomendadas, o efectuar mezclas de varios productos, puede motivar la presencia en frutos de cantidades de productos o de sus metabolitos también tóxicos, que suponen un riesgo para el consumidor.

CONSIDERACIONES FINALES

Hemos tratado de resaltar a lo largo de estas páginas exclusivamente aquellas características de los productos fitosanitarios que a nuestro juicio eran importantes para mejorar los resultados de la lucha química y los riesgos que su utilización puede suponer para evitar al máximo sus consecuencias negativas.

Quisiera terminar el tema, dejando constancia de que para realizar correctamente el control químico, no sólo debemos conocer estas características, sino que deben tenerse en cuenta otros factores que el agricultor debe conocer por experiencia propia, o a través de técnicos especialistas. Relacionamos a continuación los principales a nuestro juicio, sin entrar en más comentarios:

- La problemática en nuestra zona de cultivo y según nuestras condiciones particulares.
- La biología del parásito, su ciclo, los factores bióticos y abióticos que influyen en su desarrollo y poder valorar su presencia mediante técnicas de muestreos apropiadas.
- Determinar la fauna auxiliar natural presente en nuestros cultivos.
- Fijar para cada plaga o enfermedad un umbral que nos marque cuando debemos aplicar una medida de control.
- Utilizar, según las posibilidades de cada uno, las otras técnicas de control que sin lugar a duda contribuirán a disminuir la problemática fitosanitaria del cultivo, y disminuirán por lo tanto la necesidad de emplear tan frecuentemente los productos químicos, disminuyendo por consiguiente los efectos negativos que supone su utilización.

MEDIOS QUÍMICOS DE ACCIÓN INDIRECTA

CAYETANO GARIJO ALBA

Dig. Agricultura (Málaga)

A partir de los años 70, los conocimientos proporcionados por el estudio de la endocrinología de los insectos, indujeron la posibilidad de obtener nuevos productos para el control de plagas que sustituyeran o presentasen una alternativa a los productos fitosanitarios obtenidos por síntesis utilizados en el control químico. Estos productos constituyen el grupo de los denominados **insecticidas químicos biorracionales**.

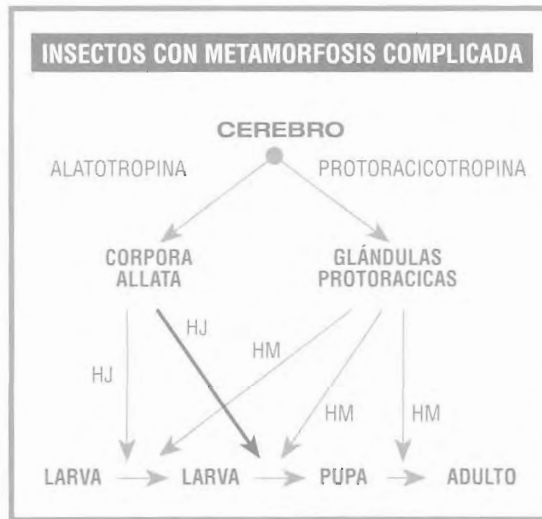
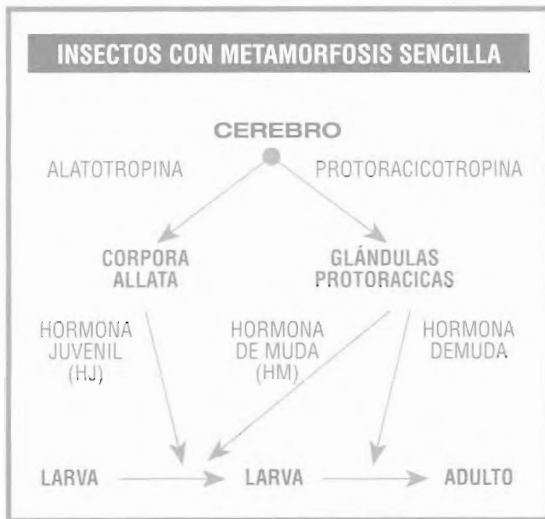
Los insecticidas biorracionales podemos definirlos como aquellas sustancias químicas que absorbidas por el insecto, o captadas por éste al encontrarse en el medio ambiente, alteran sus procesos fisiológicos o los mecánicos de comunicación. Pueden clasificarse en dos grandes grupos, el formado por aquellos productos químicos que regulan el crecimiento de los insectos entre los que se incluyen los **antagonistas de las hormonas juveniles** y los **inhibidores de la formación de la cutícula**, y el segundo grupo los que modifican su comportamiento y que conocemos con el nombre de **feromonas**.

En este capítulo, nos limitaremos a exponer aquellos insecticidas biorracionales en los que el nivel alcanzado

por la investigación ofrecen actualmente posibilidades de utilización práctica.

REGULADORES DEL CRECIMIENTO

Entre 1.917 y 1.922, STEPHAN KOPEC demostró la existencia de hormonas que intervenían en la metamorfosis de los insectos. WIGGLES WORTH en 1.930 y 1.936 determinó que los procesos de mudas de los insectos estaban condicionados a la presencia de un factor hormonal, lo que fue confirmado posteriormente por otros investigadores como FRAENKEL, KÜHN, PIEPHO y FUKUDA. WIGGLES WORTH también determinó la existencia de una hormona, a la que posteriormente se le denominó hormona juvenil, que con su presencia en mayor o menor cantidad regulaba la metamorfosis de los insectos, el paso de larva a larva, o de éstas a adultos. Estos trabajos fueron confirmados por PFLUGFELDER, BOUNHIOL Y PIEPHO, posteriormente. El control endocrino y la metamorfosis han sido integrados según los siguientes esquemas:



Las **glándulas protorácicas** y la **corpora allata** son estimuladas mediante la presencia de factores cerebrales adenotrópicos conocidos como **protoracicotropina** y **alatotropina** respectivamente, que inducen y activan la producción de las hormonas de mudas juveniles. Según la presencia o no de hormona juvenil, en los insectos con metamorfosis sencilla, se produce el paso de larva a larva, o de larva a adulto, mientras que en los insectos con metamorfosis complicada, el paso de larva a pupa se caracteriza por unos niveles muy bajos de la hormona juvenil, y el paso a adulto por ausencia total de esta hormona.

La obtención de los primeros extractos purificados conteniendo hormonas juveniles y hormonas de muda fueron obtenidos por C. WILLIANS y BUTENANDT en 1.950. En 1.960, H. RÖLLER y colaboradores, y KARISON obtuvieron la primera hormona juvenil y la primera hormona de muda de insectos.

HORMONAS DE MUDA

La utilización de las hormonas de muda, conocidas como **ecditeroidales**, como productos insecticidas,

presenta actualmente problemas al tener estas hormonas una similitud estructural con las hormonas esteroidales de los vertebrados, que unido a características poco favorables por su baja solubilidad y escaso poder de penetración, hacen que por el momento su utilidad para el control de plagas no sea inminente.

La presencia de las hormonas ecditeroidales en los insectos influyen en la inducción de la actividad enzimática que activa el endurecimiento superficial del huevo después de la puesta; sobre el comportamiento de búsqueda de huéspedes; en la liberación de una neurohormona inductora de la ovulación; y producen por último efectos estimuladores de la espermatogénesis.

Actualmente se están investigando compuestos antagonistas de las hormonas de muda que presenten propiedades como inhibidores de la muda y sobre diferentes funciones reproductivas del insecto. Entre los compuestos ensayados el que muestra más posibilidades es la **azadiractina**, que es un tetranortriterpeno de tipo limonoide obtenido de semillas de la planta ***Azadirachta indica***, que además de ser inhibidor de la hormona de muda, influye sobre la alimentación y sobre funciones metabólicas.

HORMONAS JUVENILES

El papel de la hormona juvenil en la metamorfosis, ha sido sin lugar a dudas el aspecto más estudiado. Sin embargo, estas hormonas intervienen de manera muy importante en procesos relacionados con la reproducción, concretamente en la maduración de los oocitos; en el desarrollo de los órganos de reproducción de las hembras y del macho; en que la diapausa se produzca en la fase de huevo, larva, pupa, o de adulto; en la determinación de las castas en los insectos sociales; en la aparición de las alas en los pulgones; influyen en el comportamiento de los insectos tales como el vuelo y la emigración; en la síntesis de pigmentos o en la de las feromonas sexuales entre otros. Algunos de estos efectos han sido provocados al administrar exógenamente la hormona juvenil por lo que deberán ser comprobados.

Fue C. Willians el primero que intuyó la posible utilización de los efectos de la hormona juvenil para el control de plagas, pero, la inestabilidad a la luz y su elevada volatilidad hacían inviable la utilización de la hormona juvenil natural, por lo que hubo que esperar hasta 1.969, cuando BOWERS logró sintetizar unos terpenos aromáticos con acción similar que se denominaron **análogos de la hormona juvenil**, incrementándose a partir de estos momentos las posibilidades de utilización de estos productos como insecticidas. Se han descrito, según K. SLAMA más de 4.000 de estos compuestos. La

presencia de estos productos en cantidades superiores a las necesarias en cada fase del desarrollo, puede desencadenar o interferir en los mismos procesos bioquímicos o morfológicos que la hormona juvenil natural.

La utilización de los análogos de las hormonas juveniles como insecticidas presentan como ventajas la toxicidad extremadamente baja, su reducida persistencia en el medio ambiente, su biodegradabilidad, y su especificidad.

Como inconvenientes, el producto debe aplicarse y acceder al insecto únicamente en la fase previa a la metamorfosis, por lo que el tiempo de aplicación es relativamente corto; al ser su acción lenta y no interferir en el desarrollo de las larvas pueden inducir la aparición de larvas supernumerarias, no eliminándolas y provocando en algunos casos alargar este estado del insecto que es el más perjudicial para la planta; por último, al contrario de lo que en un principio se pensaba, estos productos pueden inducir la aparición de resistencias.

Los resultados de la utilización de estos productos viene pues condicionada a un conocimiento profundo de la biología del insecto y a que el cultivo donde se aplique se encuentre acotado, como es el caso de los invernaderos.

Resumimos en el cuadro 1 la recopilación, realizada por RETNAKARAN y PARRELLA, sobre análogos de hormonas juveniles de interés agrícola y de su posible uso para plagas de cultivos en invernaderos.

INHIBIDORES DE LA FORMACIÓN DE LA CUTÍCULA

El segundo grupo en importancia de los insecticidas biorracionales lo constituyen los inhibidores de la formación de la cutícula.

Las características de la pared corporal de los insectos, su dureza, impermeabilidad o la rigidez de la misma, están íntimamente relacionadas con la naturaleza de la cutícula, siendo ésta de suma importancia para proteger al insecto de las agresiones físicas del medio donde habita, del ataque de patógenos, y para mantener el balance hídrico y protegerle de una rápida desecación.

La cutícula está formada por la **procutícula**, constituida por proteínas y quitina, y la **epicutícula** de estructura compleja.

Hasta alcanzar el estado adulto, se produce una renovación periódica de la cutícula que es regulada por hormonas. Los conocimientos fisiológicos y bioquímicos, han dado como resultado que este proceso de renovación puede alterarse, bien interviniendo sobre la regulación hormonal o sobre los mecanismos de forma-

ESPECIE INSECTO	ANÁLOGO DE H. JUVENIL	APLICACIÓN	EFFECTOS
<i>Spodoptera littoralis</i>	METOPRENO	ALGODON	Bajo potencial de control. Induce efectos morfogénéticos.
<i>Heliothis armigera</i>	R- 20.458	ALGODON	Efecto limitado. Reduce la fertilidad y la fecundidad.
<i>Myzus persicae</i>	ZR-512 ZR-619 KINOPRENO	MELOCOTONERO	Elevado control. Provoca esterilidad y mortalidad.
<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	KINOPRENO	INVERNADEROS	Buen control. Efectos morfogénéticos y esterilizantes.
<i>Lyriomiza trifolii</i>	METOPRENO	INVERNADEROS	Al 0,3% sobre larvas de 3ª edad proporciona control 90%.
<i>Lyriomiza trifolii</i>	FENOXYCARB	INVERNADEROS	Sobre larvas de 3ª edad al 0,06% de m.a. proporciona eficacia superior al 90%.

Cuadro 1.

ción, mediante la aplicación de productos naturales o de síntesis entre los que se encuentran: los inhibidores de la síntesis de quitina; los inhibidores del curtido de la cutícula que dan lugar a perturbaciones que conducen a la muerte del insecto; o los inhibidores de la enzima DOPA-descarboxilasa, enzima que interviene en el proceso de esclerotización de la cutícula.

Nos limitaremos a comentar únicamente los productos que interfieren en la síntesis de la quitina, que son los que actualmente presentan mayores posibilidades de utilización en la lucha contra plagas.

INHIBIDORES DE LA SÍNTESIS DE QUITINA

La quitina es uno de los principales componentes de la cutícula cuya presencia es necesaria para que ésta responda a las características físicas normales de la especie, debiendo encontrarse además en una proporción adecuada. Es sintetizada por las células epidérmicas del tegumento, síntesis que puede ser bloqueada por diferentes productos naturales, o de síntesis, como son la Plumbagina, las benzoilfenilureas, y las tiadiazinas principalmente.

La **Plumbagina**, compuesto de origen natural extraído de las raíces de *Plumbago capensis*, inhibe la quitina sintetizada, lo que dificulta la ecdisis y el desarrollo de las larvas.

Los efectos de las **benzoilfenilureas**, que actúan principalmente por ingestión aunque también por contacto, se presentan sobre los estados inmaduros del

insecto en el momento de la muda, produciéndose una interrupción del crecimiento al inhibir la síntesis de la quitina. Aplicadas directamente sobre huevos, las larvas totalmente formadas no pueden salir. El efecto de las benzoilfenilureas sobre adultos tratados directamente, producen anomalías en los órganos reproductores. Los tratamientos sobre larvas que finalizan su evolución dan lugar a adultos con un potencial reproductor menor, presentando dificultad para la realización de la cópula, o reduciendo la fecundidad en las hembras.

Las **tiadiazinas**, presentan acción sobre larvas ocasionando alteraciones en la muda; acción ovicida provocando la muerte de las larvas en el interior del huevo o nada más nacer; en adultos tratados con estos productos, se disminuye la eclosión de huevos y se reduce la fecundidad de las hembras.

Existen otros productos que provocan la inhibición de la síntesis de quitina específicamente sobre ácaros.

En el cuadro 2 resumimos de cada una de estos grupos los productos más importantes ante su posibilidad de utilización en invernaderos, aunque actualmente no estén autorizados.

FERÓMONAS

Entre los animales existen diferentes tipos de comunicación. La comunicación química es sin lugar a dudas la más importante de ellas, mediante la que se llevan a cabo relaciones entre individuos de la misma especie o entre los de especies distintas.

GRUPO	PRODUCTO	EFFECTOS
NATURALES	PLUMBAGINA	Lepidópteros.
-	FLUBENZIMINA	Acaros (Tetrániquidos y tarsonémidos).
ANTIBIOTICO	NIKOMICINA	Acción sobre ácaros. Procedente del metabolismo del actinomiceto <i>Streptomyces tendae</i> .
BENZOILFENILUREAS	DIFLUBEZURON	Lepidópteros, coleópteros y minadores.
TIADIAZINAS	BUPROFEZIN	<i>Trialeurodes vaporariorum</i> sobre huevos, larvas y adultos.

Cuadro 2.

Al conjunto de compuestos químicos, generalmente cadenas carbonadas insaturadas de 9 a 16 átomos de carbono con diversos radicales, que emitidos por un organismo provocan una reacción específica de comportamiento, con una respuesta inmediata en otros miembros de la misma especie, o inducen un efecto permanente sobre los mismos, se les conoce con el nombre de **feromonas**. A cada uno de los compuestos que constituyen la feromona se les denomina componentes feromonales.

Se conocen diferentes tipos de feromonas, en función del efecto que producen. Las feromonas sexuales regulan el comportamiento sexual de los individuos de la población; las feromonas de alarma, son emitidas para prevenir a los demás miembros de la población de un posible riesgo; las de agregación inducen un comportamiento agregativo de los miembros de la especie; feromonas de pistas, etc.

Aunque la existencia de las feromonas es conocida desde el siglo XVII, las posibilidades de utilización como medio de control de plagas, se han concretado en los últimos 20 años, siendo las feromonas sexuales las de mayores posibilidades de utilización.

FERÓMONAS SEXUALES

Las feromonas sexuales de los insectos, son sustancias producidas por un individuo y recibidas por otro de la misma especie del sexo contrario, con el fin de atraerlo, provocando el intercambio de estímulos que finalizarán en la cópula.

Según BARENDIS (1.959), las feromonas sexuales actúan como sustancias afrodisiacas, facilitan el reconocimiento de los individuos del sexo opuesto, y dirigen los movimientos de la pareja, pudiendo sin embargo también producir efectos contrarios, al inducir agresividad entre los individuos o provocar el vuelo ante la aproximación de la pareja no deseada, impidiendo de esta forma la consecución de la cópula.

Los primeros estudios sobre la existencia de una atracción entre machos y hembras de una especie de lepidópteros *Biston vetuliana*, se atribuyen a JOHN WRAY en 1.690. No es sin embargo hasta 1.837 cuando VON SIEBOLD sugirió que esta atracción entre individuos de distinto sexo de la misma especie, era consecuencia de una comunicación química. J.H.FABRE (1.904) experimentó con distintas especies de Lepidópteros esta atracción, y explicó su naturaleza, asegurando que era debida a la emisión por las hembras de sustancias químicas olorosas que a su vez eran detectadas por los machos. En 1.959 BUTENANT y colaboradores aislaron por primera vez la feromona sexual del lepidóptero *Bombix mori*, a la que llamaron BOMBYKOL. A los dos años de la aparición de esta feromona sexual, JACOBSON y colaboradores aislaron y sintetizaron la feromona de *Porthetria dispar*, que se dio a conocer con el nombre de GYPTOL. Es a partir de este momento cuando se intensifica la investigación, dando lugar a numerosos trabajos de los que como resultado se han obtenido feromonas sexuales de más de 200 especies de insectos, producidas generalmente por las hembras, aunque también se conocen algunas feromonas sexuales de machos.

PERCEPCIÓN DE LAS FEROMONAS Y COMPORTAMIENTO DE LOS INSECTOS

En los insectos, las feromonas son percibidas por las antenas mediante olfacción (FORD, 1.955). En los lepidópteros concretamente, se realiza a través de diferentes órganos sensitivos localizados en el "flagelum" de las antenas (SCHENEIDER, 1964). En las hembras, las antenas son las encargadas de percibir las sustancias afrodisiacas emitidas por el macho, mediante las que se establecen las relaciones a corta distancia; por el contrario en los machos, con un mayor desarrollo de estos órganos, son capaces de percibir las desde grandes distancias.

La amplitud de la respuesta a la feromona varía con la intensidad del estímulo, según las horas del día y en función de las condiciones ambientales. Se ha comprobado que los insectos vuelan en dirección contraria al viento para localizar el origen atractivo que origina la feromona sexual y que el vuelo es estimulado a medida que la concentración de la feromona aumenta. Si durante el vuelo cesa la percepción de la feromona, el insecto vuela al azar hasta que reencuentra el olor y reinicia el proceso de acercamiento, (SHOREY y GASTON, 1.967).

OBTENCIÓN DE LAS FEROMONAS

La determinación y síntesis de una feromona es un proceso lento y complejo, y podemos resumirlo como sigue:

- Se determina la existencia de la feromona mediante la realización de estudios biológicos, que demuestren que existe una comunicación química entre individuos de diferentes sexo de una determinada especie, comprobando si es el macho o la hembra la que ejerce esa atracción, determinando su localización y el tipo de glándulas que las producen, mediante el estudio de los segmentos abdominales.
- Los compuestos químicos se aíslan por extracción con disolventes, o por procedimiento de aireación. Según el método empleado se tendrá información sobre las cantidades de componentes presentes en las glándulas si es por disolventes, o una muestra de los componentes volátiles emitidos por el insecto, que no tiene porque coincidir con los obtenidos de las glándulas, si utilizamos el método de aireación.
- Por técnicas analíticas, como cromatografía de gases líquidos, aún obteniendo cantidades muy pequeñas de compuestos volátiles, se puede deter-

minar el número de componentes, sus concentraciones relativas y hasta sus pesos moleculares.

- Por cromatografía de muestras sólidas se realiza un análisis de las glándulas productoras de las feromonas.
- Mediante cromatografía líquida de alta resolución, por técnicas de detección ultravioleta, o por índices refractarios, se pueden analizar los componentes volátiles y no volátiles.
- Por medio de una electroantenografía, técnica que consiste en analizar la respuesta de una antena frente a un estímulo químico, y que conectada con la cromatografía de gas, dará una información sobre la actividad de cada uno de los componentes.
- La siguiente etapa es la identificación inicial y obtención de información sobre la estructura de un compuesto e incluso la separación e identificación parcial de los componentes, mediante espectrometría y cromatografía de gas. Una vez purificados, se obtiene la estructura del compuesto que será confirmada mediante síntesis específicas, y posteriores ensayos de laboratorio y de campo.
- Finalizado el proceso de identificación y obtención de las feromonas, se inicia el proceso de su síntesis y obtención artificialmente en el laboratorio. Estas feromonas que no son obtenidas del otro sexo se las denomina **atrayentes sexuales o Paraferomonas**, de las que deberán realizarse nuevos ensayos en laboratorio y campo, para la comprobación de su especificidad y de sus propiedades.

Por último antes de su posible utilización, hay que determinar los dispositivos para retardar la liberación de la feromona, añadir a la materia activa los estabilizantes y antioxidantes adecuados para proteger el producto, elegir el soporte más idóneo, ajustar la concentración, y utilizar el tipo de trampa apropiada, así como valorar la influencia de los factores abióticos (temperatura, humedades, viento, luz, lluvia) sobre la emisión de las sustancias volátiles que la componen.

UTILIZACIÓN DE LAS FEROMONAS SEXUALES EN EL CONTROL FITOSANITARIO

En los últimos años, numerosos investigadores y Empresas de Agroquímicos, en función de las propiedades que presentaban las feromonas sexuales en cuanto a especificidad y ausencia total de peligrosidad para los organismos vivos y para las plantas, han realizado estudios cuyos objetivos iban dirigidos a poner a punto las

técnicas para introducir y utilizar estos productos en programas de control de plagas, siendo utilizadas actualmente con las siguientes finalidades:

- Seguimiento y evaluación de poblaciones de insectos.
- Reducción directa de poblaciones, mediante:

- Capturas masivas (Mass trapping)
- Atracción y aplicación química
- Confusión o interrupción del acoplamiento

■ Seguimiento y evaluación de poblaciones

Cuando la densidad de población de un parásito es baja, es muy difícil mediante la realización de muestreos, detectar la presencia de la plaga en el cultivo o los daños que este provoca en el vegetal. En general, se requiere de un aumento considerable del número de unidades a muestrear, lo que repercute negativamente en el coste del muestreo. La colocación de un número determinado de trampas con feromonas sexuales en la parcela, y la observación periódica de las mismas, puede proporcionar información sobre la presencia o ausencia de adultos de la especie cuya feromona sexual se está utilizando, e incluso del nivel poblacional que alcanza.

Una vez determinada la presencia del fitoparásito en el cultivo, la información de las capturas obtenidas son de gran utilidad para la toma de decisión del momento en el que se debe llevar a cabo el control de la plaga. Las capturas pueden expresarse mediante un índice que relacione individuos por trampa y día, o bien como un índice diario del total de capturas.

Mediante estos parámetros podemos establecer las curvas de vuelo del insecto. El objetivo es obtener una relación funcional entre el número de capturas y la presencia sobre el cultivo de los diferentes estadios evolutivos de la plaga. En insectos con marcada protoandria, es decir que los machos aparecen antes que las hembras, ante la ausencia de feromonas sexuales naturales, pueden obtenerse un elevado número de capturas, lo que puede conducir a error al sobrevalorar la población.

Por último cuando exista riesgo de introducción de un fitoparásito no presente en una zona, para obtener información sobre su presencia se puede utilizar este tipo de control, siempre que se disponga de la feromona sexual del insecto.

La utilización de las feromonas para el seguimiento y evaluación de poblaciones, puede representar por lo tanto una reducción considerable de los tratamientos químicos que normalmente son aplicados por los agri-

cultores, así como obtener un aumento en la efectividad de los mismos. Todas las ventajas que se han indicado con anterioridad hacen imprescindible su aplicación en los programas de lucha integrada.

■ Capturas masivas

Los objetivos que se persiguen es la reducción drástica de las poblaciones de machos y/o hembras de un fitoparásito evitando de esta manera la aplicación de otras medidas de control, utilizando un elevado número de trampas con feromonas sexuales por unidad de superficie.

Si el método de seguimiento de poblaciones mediante el empleo de feromonas sexuales aún presentan problemas de utilización, el empleo de las feromonas para capturas masivas de insectos está aún más condicionado, ya que hay que determinar para cada parásito el número de trampas que deben situarse por unidad de superficie, además de su localización y distribución en la parcela en función de la biología del insecto y de la densidad de población.

La posibilidad de éxito en la aplicación de esta técnica de control está condicionada a realizarla en áreas aisladas y en grandes superficies, con el fin de evitar la posibilidad de inmigraciones de hembras fecundadas de zonas próximas.

■ Atracción y aplicación química

En las técnicas anteriores, el soporte utilizado era la trampa mediante la atracción ejercida por la feromona, en la que la muerte del insecto se producía por agentes físicos como agua, pegamento, electricidad, etc.. Este método persigue los mismos objetivos aunque empleando un producto fitosanitario para causar la muerte del animal. La materia activa se añadirá y aplicará junto con las feromonas sexuales.

Es por tanto un tratamiento-cebo, en el que en vez de utilizar como atrayente una proteína hidrolizable, se consigue el mismo efecto por medio de la feromona sexual incidiendo de una forma mínima en el ecosistema, con una menor contaminación ambiental y una reducción del riesgo de aparición de residuos en los productos vegetales.

Como graves inconvenientes que presenta esta técnica podemos señalar la de conseguir la formulación apropiada del producto, y puesto que la atracción se realiza únicamente sobre individuos de un sexo (machos en la mayoría de los casos), el riesgo de presencia de individuos del sexo contrario es elevado y la efectividad obtenida puede no ser óptima.

■ Confusión

La función de las feromonas sexuales es facilitar la cópula entre los individuos de ambos sexos de una especie. No obstante la utilización de las mismas, también puede perseguir el efecto contrario, es decir, impedir el acoplamiento entre los sexos interfiriendo en los procesos normales de comunicación entre los individuos de una población. Este objetivo se alcanza mediante la incorporación a la atmósfera de concentraciones bajas de la feromona, con el fin de provocar la imposibilidad de que un individuo determine la fuente natural de la feromona producida por las hembras, impidiendo de esta forma la orientación de los machos. Además mediante la presencia masiva y persistente del producto, se consigue una adaptación y habituación a la presencia de la feromona por los machos, que insensibiliza el sistema nervioso e incapacita al insecto para responder a este estímulo.

Entre los inconvenientes de la aplicación de esta técnica podemos enumerar los siguientes:

- Mantener un umbral mínimo de concentración de la feromona en la atmósfera.
- Distribución de la feromona mediante el uso de dispensadores (dispensers) que son dispositivos liberadores de feromonas (cintas, bandas, etc.) distribuidos en el área de cultivo que aportan las cantidades necesarias de feromonas, o bien mediante dispensadores de pequeño tamaño, pero en gran número de ellos por unidad de superficie.
- Aplicación de la técnica en grandes áreas.
- Elevado coste.

Además de la utilización de feromonas sexuales y paraferomonas, en técnicas de confusión también han sido utilizadas antiferomonas. Estos productos interfieren la percepción por el macho de la feromona sexual.

FERÓMONAS DE AGREGACIÓN, DE ALARMA Y DE REPELENCIA.

Las posibilidades agregativas de algunos insectos pueden tener varios objetivos como son: protegerse unos a otros de las acciones de agentes externos, la reproducción, la colonización de nuevos habitats donde obtener nuevas fuentes de alimentos, etc..

Las sustancias emitidas por individuos de un sexo y que actúan sobre el comportamiento del otro sexo provocando su agregación, se denominan **feromonas agregativas**. Estas sustancias son en realidad complejos feromonales. Según la concentración y la proporción relativa con que son liberados, pueden provocar la agregación de los individuos, o por el contrario el efecto opuesto. También las feromonas de agregación en algunos insectos pueden ser consideradas feromonas sexuales, pues atraen a individuos del sexo opuesto con el fin de consumir la cópula.

Las **feromonas de alarmas** son aquellas sustancias que liberan algunos insectos cuando son perturbados por algún agente externo, avisando a los otros individuos de la misma especie a no aproximarse, o bien provocando su huida. Estas acciones han sido comprobadas en Afidos.

Las **feromonas de repelencia** son aquellas que se producen por individuos de una especie una vez alcanzado el huésped, para evitar que se acerquen a éstos otros individuos, disminuyendo por lo tanto la competencia entre ellos.

El control de plagas con este tipo de feromonas no se encuentra al mismo nivel que la utilización de feromonas sexuales, aunque las perspectivas de utilización parecen ser prometedoras para un futuro próximo.

MEDIDAS CULTURALES, MECÁNICAS Y MEDIOS FÍSICOS

**CAYETANO GARIJO ALBA
ELVIRA FRAPOLLI DAFFARI**

Dlg. Agricultura (Málaga)

MEDIDAS CULTURALES Y MECÁNICAS

La problemática surgida con la utilización masiva e indiscriminada de la lucha química en el control fitosanitario, hizo que a partir de los años 60 numerosos especialistas en sanidad vegetal recomendasen a los agricultores introducir medidas complementarias de control, con el propósito de racionalizar esta técnica de lucha, contribuyendo de esta forma a utilizar en menor medida los productos fitosanitarios.

Las medidas culturales y mecánicas responden a este objetivo, los resultados de su correcta aplicación, suficientemente contrastados por numerosas experiencias, disminuyen los riesgos de aparición de enfermedades producidas por hongos, bacterias y virus, y contribuyen a un descenso notable de la presencia de poblaciones de insectos y ácaros a lo largo del cultivo.

Sin embargo, previamente a la implantación de estas medidas e independientemente del sistema de lucha aplicado por el agricultor, tanto éste como los técnicos especialistas deben tener en cuenta aquellos factores que puedan influir en el normal desarrollo vegetativo de la planta y en la producción consiguiente. El desconocimiento de las exigencias nutricionales e hídricas del cultivo, o una deficiente realización de aquellas prácticas de cultivo necesarias según la variedad elegida, puede dar lugar a plantas debilitadas más propensas a los ataques de plagas y enfermedades, o incluso producir pérdidas más importantes que las que puedan ocasionar muchos fitoparásitos.

Los objetivos que se persiguen con la aplicación de las medidas culturales y mecánicas podemos resumirlos en los siguientes:

- Partir de las mejores condiciones sanitarias, tanto en el semillero como en el terreno definitivo.

- Exponer a los fitoparásitos, cuyo habitat sea el suelo, a condiciones ambientales desfavorables dificultando su evolución.
- Impedir la llegada al cultivo, en cualquiera de sus fases, de fitoartrópodos que procedan de otros cultivos o de las malas hierbas de los alrededores del invernadero.
- Eliminar los posibles focos de infección, tanto en el interior como en el exterior del invernadero durante todo el período en el que el cultivo esté presente.
- Regularizar al máximo y manejar dentro de las posibilidades que nos ofrezca el invernadero, factores ambientales como son la humedad y la temperatura, de manera que éstos no sean los apropiados para el desarrollo de la enfermedad, controlando de esta forma el riesgo de aparición de las mismas, o incluso, si éstas ya estuviesen presentes en el cultivo, modificar las condiciones para frenar su desarrollo.
- Prevenir el riesgo de infección de enfermedades, que puedan penetrar por las heridas producidas en la planta después de realizar ciertas prácticas de cultivo.
- Incluimos también aquellas medidas profilácticas consistentes en la aplicación de productos químicos cuya finalidad no es la de controlar directamente una determinada plaga o enfermedad, sino que al aplicarlos al cultivo precedente, o a la estructura del invernadero, evitan la presencia de fitoparásitos en el cultivo que con posterioridad vamos a establecer en la parcela.

Reflejamos de forma esquemática en el cuadro 1 las diferentes medidas recomendadas, el carácter de las mismas, y la época y momento de su aplicación.

ÉPOCA O MOMENTO DE APLICACIÓN	CARÁCTER DE LA MEDIDA	ACCIÓN A REALIZAR
Final del cultivo anterior	Profiláctica	Tratamiento fitosanitario al cultivo precedente una vez realizada la última recolección y antes de la retirada de éste de la parcela.
	Mecánica	Retirada y eliminación de los restos del cultivo.
Previos a la implantación del nuevo cultivo	Mecánica	Reparación del plástico de la cubierta del invernadero.
	Cultural	Labores de subsolado y superficiales del terreno ./...

Cuadro 1. (continua en pág. siguiente)

(continuación)

ÉPOCA O MOMENTO DE APLICACIÓN	CARÁCTER DE LA MEDIDA	ACCIÓN A REALIZAR
Previos a la implantación del nuevo cultivo (Cont.)	Mecánica	Instalación de mallas suficientemente densas, en el perímetro del invernadero y en huecos para la ventilación.
	Profilácticas	Tratamiento dirigido a la estructura y cubierta del invernadero.
	Culturales	Eliminación de malas hierbas del interior o de los alrededores del invernadero.
	Mecánica	Comprobación del perfecto funcionamiento de la instalación de riego, y de los sistemas de apertura y cierre de ventilación
En el semillero	Profiláctica	Desinfección de todos los elementos necesarios para el cultivo.
	Cultural	Utilización de sustratos y semillas garantizadas.
	Cultural	Elegir variedades resistentes a problemas fitosanitarios endémicos.
	Mecánica	Aislamiento del semillero mediante la instalación de mallas de densidad adecuada en huecos y laterales.
	Mecánica	Eliminación de plantas enfermas.
En el trasplante	Profiláctica	Desinfección de las plantas previamente a su asentamiento definitivo.
	Cultural	Disminuir la densidad de plantas por unidad de superficie.
	Cultural	Realizar el trasplante en el momento oportuno con un adecuado desarrollo vegetativo de las plantas.
A lo largo del cultivo, en el invernadero	Cultural	Abonados y riegos equilibrados, evitando producir encharcamientos.
	Cultural	Eliminación de plantas enfermas, y de órganos que manifiesten síntomas de ataque por alguna enfermedad.
	Cultural	Eliminación de malas hierbas del interior y exterior del invernadero.
	Cultural	Eliminación de restos de poda, hojas, frutos etc.
	Profiláctica	Protección de los cortes al limpiar o podar las plantas, y desinfección de las herramientas que se utilicen.
	Mecánica	Manejo adecuado del invernadero, para conseguir una correcta renovación del aire, evitar condensaciones excesivas de agua, aumentar o disminuir la temperatura, etc. de forma adecuada para el cultivo, y en previsión del riesgo de una determinada enfermedad.

Cuadro 1.

Otras medidas culturales y mecánicas como son la rotación de cultivos, el barbecho, la utilización de plantas cebos, el adelanto o retraso en la fecha de siembra o plantación, no son aplicadas en los cultivos hortícolas en invernadero por razones económicas y de rentabilidad.

MEDIOS FÍSICOS

Los resultados positivos que se obtienen en la desinfección de suelos mediante el empleo de fumigantes, de insecticidas, y nematicidas aplicados directamente, se ven contrarrestados por los efectos negativos que estas aplicaciones de productos fitosanitarios pue-

den acarrear, ocasionando un desequilibrio al eliminar microorganismos útiles, el riesgo de aparición de residuos tóxicos, y por la dificultad y peligrosidad de un manejo correcto de los mismos.

El encontrar métodos alternativos o sustitutivos de la lucha química ha representado un reto en estos últimos años para investigadores y especialistas.

De los métodos físicos, empleados en los cultivos hortícolas en invernadero, únicamente la utilización del calor supone una alternativa a las desinfecciones con productos químicos, aunque no exentos de inconvenientes y limitaciones.

EL VAPOR DE AGUA

El agua es un excelente vehículo de transmisión de calor. La desinfección del suelo por calor mediante el vapor de agua, es generalmente utilizada por su acción fungicida y herbicida, presentando como ventaja la facilidad de aplicación, que se realiza en un corto periodo de tiempo, no presenta efectos secundarios y mejora la estructura del suelo. Por contra, sus inconvenientes son la carestía, la necesidad de material adecuado para producir vapor de agua y el alto grado de tecnificación que requiere la aplicación.

No todos los organismos presentan el mismo umbral de temperatura por encima del cual son destruidos, así tenemos que los nemátodos son eliminados por encima de 54 °C; la mayoría de las semillas de plantas adventicias a partir de los 65 °C; los hongos por encima de 71 °C; los virus y ciertas bacterias no resisten más de 82 °C; por contra las bacterias útiles mueren cuando se alcanzan los 90 °C. Por último se consigue una esterilización total del suelo cuando ésta sobrepasa los 127 °C.

Es necesario preparar correctamente el terreno antes de la desinfección por vapor de agua, evitando que éste se encuentre excesivamente seco o por el contrario con demasiada humedad.

Una vez realizada la desinfección con vapor de agua es aconsejable esperar 15 días para realizar la siembra o trasplante del cultivo. Ante el riesgo de solubilización de sales de manganeso y de acumulación de sustratos que pueden producir fitotoxicidades, se aconseja además de respetar el plazo antes reseñado para realizar la siembra o plantación, efectuar un lavado del suelo.

SOLARIZACIÓN

La solarización es un método de desinfección del suelo, que aprovecha la energía solar para aumentar la

temperatura del terreno mediante su acolchado, húmedo y libre de cultivo, utilizando una lámina de plástico transparente durante los meses de verano.

El calentamiento del suelo durante la solarización se produce por la incidencia de la radiación solar de onda corta sobre el plástico, que impide la evaporación del agua del suelo a la atmósfera, y se reducen las pérdidas de la radiación de onda larga (infrarroja).

Se puede afirmar que el efecto de la solarización sobre la temperatura del suelo, es el resultado de una reducción en las pérdidas de calor, unida a un aumento de la eficacia de la transmisión de ese calor en el suelo húmedo.

■ Técnica de aplicación

Las mejores condiciones para aplicar la solarización son los días largos de cielo despejado, de mayor insolación, viento en calma, y temperaturas del aire altas. En zonas cálidas de clima mediterráneo, este periodo está limitado a los meses de verano.

La elección del material plástico está en función de sus propiedades físicas:

Propiedades ópticas: el material idóneo es el que presente la máxima transmisión de la radiación de onda corta para maximizar el calentamiento del suelo, y produzca la mínima transmisión de la radiación de onda larga (infrarroja) del suelo a la atmósfera, para minimizar las pérdidas de calor durante la noche. A la vista de esto, el material más adecuado es la lámina de polietileno normal transparente.

Propiedades mecánicas: el grosor varía en función del coste y efectividad entre 100 galgas (= 25 micras = 0.025 mm) y 200 galgas (= 50 micras = 0.05 mm).

Es de gran importancia que el terreno esté libre de restos vegetales y bien desmenuzado, para proporcionar una superficie lisa y facilitar la penetración profunda del agua.

También es de suma importancia un riego previo a la aplicación del plástico, que deberá ser suficientemente copioso para mojar el suelo a una profundidad aproximada de 50 cm.

El plástico puede colocarse manual o mecánicamente, siendo importante que la lámina quede tensada y que todos los bordes de la misma queden bien enterrados para evitar cualquier renovación del aire que disminuiría la temperatura y resecaría el terreno. El suelo debe quedar totalmente cubierto para conseguir el efecto térmico en todo su volumen.

■ Efectos

Los efectos letales de la solarización dependen, por un lado, del nivel de temperatura alcanzada en el suelo y, por otro, del tiempo de exposición a la misma. Cuanto más alta es la temperatura, menor tiempo de exposición se requiere para producir dichos efectos. Hay organismos que pueden morir a los pocos días del tratamiento pero, en general, se consideran necesarias entre 4 y 6 semanas de solarización como mínimo, durante la época de mayor irradiación solar, para obtener resultados satisfactorios.

El incremento de temperatura se manifiesta a todas las profundidades, aunque éstas son mayores cerca de la superficie. Las máximas temperaturas alcanzadas en distintas experiencias, varían entre 50-60 °C a 5 cm, 45-50 °C a 10 cm, y 35-45 °C a 20 cm de profundidad; es decir, unos 7-14 °C por encima de las del suelo no acolchado.

La solarización practicada en el interior de un invernadero cerrado produce una temperatura del suelo aún mayor, pudiendo llegar a los 16 °C de diferencia con respecto al suelo no acolchado al aire libre, y unos 8-10 °C con respecto al suelo solarizado al aire libre. Incluso en el suelo desnudo en el interior de un invernadero cerrado, se obtienen unas temperaturas similares a las registradas mediante solarización al aire libre. Por ello, un sencillo método de obtener un cierto grado de control de algunos patógenos es regando y cerrando totalmente el invernadero en los meses de verano, cuando esté libre de cultivo.

El efecto térmico de la solarización trae consigo un efecto letal, que consiste en la muerte directa de muchos microorganismos fitopatógenos, con una reducción de sus densidades poblacionales o de la presencia de su inóculo en el suelo. Esto se traduce en una disminución en la incidencia de plagas y enfermedades en el cultivo siguiente.

■ Hongos

Hasta el momento, es en el control de hongos fitopatógenos de suelo, donde la solarización se ha mostrado más eficaz. Ejemplos de hongos controlados por solarización son: *Verticillium dahliae*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Thielaviopsis basicola*, *Pythium spp.*, *Plasmodiophora brassicae*, *Pyrenochaeta lycopersici*, *Phytophthora cinnamomi*, *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia spp.*, *Rosellinia necatrix*, *Didymella spp.*, *Bipolaris spp.*, etc.

En los cuadros 2,3,4 y 5 podemos comprobar los porcentajes de reducción en la densidad del inóculo a distintas profundidades, tras dos semanas de solarización; la incidencia de algunos hongos en el cultivo posterior en parcelas solarizadas y testigos; y la dosis letal 90 (DL 90), que se define como la temperatura y tiempo necesarios para destruir el 90 % de los propágulos, en ensayos realizados en diferentes países para algunos hongos.

PATÓGENO	Profundidad		
	5 cm	15 cm	25 cm
<i>Fusarium oxysporum</i>	95 - 100	70 - 100	55 - 100
<i>Verticillium dahliae</i>	97 - 100	80 - 100	80 - 100
<i>Rhizoctonia solani</i>	99 - 100	95 - 100	
<i>Sclerotium rolfsii</i>	95 - 100	95 - 100	
<i>Pythium spp.</i>	83 - 97	83 - 97	80 - 85
<i>Thielaviopsis basicola</i>	97 - 100	97 - 100	90 - 100

Cuadro 2.

PATÓGENO	Cultivo	Días de Cultivo	% Plantas enfermas	
			Solarización	Testigo
<i>Fusarium oxysporum</i>	tomate	32	35	80
<i>Verticillium dahliae</i>	berenjena	80	0	12
		120	4	26
		160	10	48
	tomate	106	5	28
		145	27	68
		166	30	80
patata	86	9	44	

Cuadro 3.

PATÓGENO	Cultivo	Días de Cultivo	% Plantas enfermas	
			Solarización	Testigo
<i>Rhizoctonia solani</i>	patata	54	12	44
		86	23	72
		133	26 tuber)	62 (tuber)
	judías	90	29	75
		135	27	70
<i>Sclerotium rolfsii</i>	judías	100	5	81
<i>Pyrenochaeta terrestris</i>	cebolla	180	< 10	100
	cebolla	170	26.7	100

Cuadro 4.

PATÓGENO	DL 90		
	50°C	45°C	40°C
<i>Verticillium dahliae</i>	10 - 12 min	2 - 4 h.	1 - 3 días
<i>Rhizoctonia solani</i>	10 - 12 min	3 - 6 h.	6 - 14 días
<i>Sclerotium rolfsii</i>	3 - 5 h.	8 - 10 h.	
<i>Thielaviopsis basicola</i>	70 - 90 min	5 - 14 h.	8 - 12 días
<i>Pythium spp.</i>	30 - 36 min	8 - 9 h.	7 - 12 días

Cuadro 5.

■ Nemátodos

La solarización se ha mostrado eficaz en el control de nemátodos fitoparásitos de importancia económica, como son las especies de *Meloidogyne*, así como otros nemátodos, entre los que se citan : *Globodera rostochiensis*, *Pratylenchus thornei*, y otras especies de *Pratylenchus*; *Ditylenchus dipsaci*, *Tylenchulus semipenetrans*, *Heterodera carotae*, *Rotylenchulus reniformis*, etc.

En general, el efecto nematicida de la solarización es aceptable y similar al de los productos químicos más usuales. A partir de 35 °C todos los procesos vitales de los nemátodos se ven afectados negativamente, produciéndose su muerte en un período muy breve.

■ Malas Hierbas

Desde el comienzo de su aplicación, la solarización ha demostrado su efecto herbicida. Katan et al. en Israel (1976) describen un control casi del 100 % de las especies : *Alhagi maurorum*, *Cyperus rotundus*, *Notobasis syriaca* y *Prosopis farcata*, y un control mayor del 90 % de las especies : *Solanum luteum*, *Sonchus oleraceus*, *Eleusine indica*, *Amaranthus spp.*

El mismo investigador en 1981, en una revisión de los géneros controlados por solarización citan : *Amaranthus*, *Anagallis*, *Avena*, *Capsella*, *Chenopodium*, *Convolvulus*, *Cynodon*, *Digitaria*, *Eleusine*, *Fumaria*, *Lactuca*, *Lamium*, *Mercurialis*, *Molucella*, *Montia*, *Notobasis*, *Phalaris*, *Poa*, *Portulaca*, *Sisymbrium*, *Solanum*, *Sorghum*, *Stellaria*, y *Xanthium*.

La solarización influye notablemente sobre las malas hierbas anuales, en menor medida sobre perennes, e incluso sobre algunas plantas parásitas, como *Orobanche spp.*

No obstante, en presencia de algunas especies aparentemente termófilas, tales como *Juncia spp.*, la solarización es desaconsejable, pues se produce una proliferación de la misma.

■ Microflora

La solarización hace que la densidad de población bacteriana en el suelo solarizado respecto al control se reduzca significativamente. Esta microflora está constituida por bacterias Gram positivas, *Agrobacterium*, *Pseudomonas fluorescentes*, Actinomicetos, etc. Otras

bacterias beneficiosas como las rizobacterias estimulantes del crecimiento vegetal, y *Bacillus spp.* aumentan sus densidades y recolonizan las raíces. Algunos hongos antagonistas o agentes responsables del control biológico, tales como *Trichoderma* se ven favorecidos.

■ Efectos sobre el cultivo posterior

La solarización produce un efecto adicional, que consiste en una elevación del rendimiento del cultivo posterior (crecimiento vegetal, vigor, altura y peso de las plantas, producción/planta, y producción del cultivo en Kg/Ha), independientemente del control de enfermedades obtenido. Dicho efecto sobre el rendimiento se ha observado en varias estaciones de crecimiento posteriores al tratamiento. Las explicaciones que se han manejado se basan, por una parte, en las bacterias y hongos beneficiosos que sobreviven a la solarización y recolonizan las raíces de las plantas; por otra, en la liberación o aumento en la concentración de nutrientes solubles y materia orgánica asimilables por las plantas; por último, por la eliminación de patógenos de importancia secundaria.

■ Otros efectos

La combinación de la solarización con fumigantes químicos puede reducir la duración del tratamiento. Algunas combinaciones solarización + pesticida indican la posibilidad de emplear dosis bajas de fumigantes.

Además de los efectos citados, la solarización produce cambios en las propiedades físicas y químicas del suelo, consistentes en un significativo incremento en la concentración de nutrientes minerales, así como de materia orgánica solubles. Estos aumentos, aunque temporales, dan un beneficio económico adicional al tratamiento.

■ Comparación con la desinfección química

El coste de la solarización es relativamente bajo en relación a los productos químicos actualmente utilizados. Concretamente, es muy inferior al de la aplicación del Bromuro de metilo, y similar al del Metam-sodio. Siendo la eficacia de la solarización equiparable, cuando no superior, a la de dichos productos, su ventaja es que no implican los problemas de la desinfección química, relacionados con la contaminación, así como los peligros derivados del manejo de productos de elevada toxicidad.

■ Ventajas y limitaciones

• Ventajas:

- El coste es notablemente bajo.
- No entraña peligrosidad pues no presenta toxicidad.
- Se evitan totalmente los problemas relacionados con la acumulación de residuos tóxicos y contaminación ambiental.
- Es un método sencillo, que no requiere material ni maquinaria especial.
- En zonas apropiadas su eficacia es comparable a la de los mejores tratamientos químicos.
- No se alteran seriamente las propiedades físico-químicas del suelo, al no tratarse de un calentamiento excesivo.
- Tiene un efecto menos drástico sobre el equilibrio biológico del suelo que otros tratamientos, impidiéndose la creación de un "vacío biológico" que trae consigo una reinvasión del suelo mucho más rápida y agresiva.

• Limitaciones:

Sólo es aplicable en las zonas de clima cálido con elevada irradiación solar y altas temperaturas estivales (clima mediterráneo), y durante una época del año.

- Durante el tratamiento, el suelo estará libre de cultivo (durante un mes del verano como mínimo).
- Variabilidad en sus resultados, derivada de la inherente variación del clima.
- Indicado para pequeñas parcelas e invernaderos.
- No es un método de desinfección total.

■ Conclusiones

El avance de las investigaciones en solarización, ha sido notable. Sin embargo, y dado el carácter experimental que aún tiene, no se ha producido aún la implantación de la solarización como alternativa viable a los actuales métodos de tratamiento del suelo, allí donde es posible. El agricultor tiende a seguir utilizando métodos ya comprobados y arraigados.

Dado que en España el cultivo hortícola, tanto al aire libre como en invernadero, tiene una gran importancia, es evidente el interés que presenta esta técnica en nuestro país, dado que existen amplias zonas con elevada irradiación solar y con temperaturas estivales lo suficientemente altas como para que el método sea aplicable con ciertas garantías de éxito. Sin duda es uno de los países donde la solarización ofrece mayores posibilidades a nivel mundial.

La solarización del suelo, en resumen, puede resultar una alternativa ventajosa a las fumigaciones químicas, o un método adicional de control que es posible combinar con otras medidas como las culturales, bioló-

gicas y químicas, incluíble por tanto en programas de Lucha Integrada, para cultivos hortícolas tanto al aire libre como en invernadero.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Asworth, L.J., Gaona, S.A. (1.982): Evaluation of clear polyethylene mulch for controlling *Verticillium* wilt in established pistachio nut groves. *Phytopathology*, 72 (2) : 243-246.
- Asworth, L.J., Morgan, D.P., Gaona, S.A., McCain, A.H. (1.982): Polyethylene tarping controls *Verticillium* wilt in pistachios. *California Agriculture*, May-Jun : 17-18.
- Avissar, R., Mahrer, Y., Margulies, L., Katan, J. (1.986): Field aging of transparent polyethylene mulches: I.- Photometric properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 50 : 202-205.
- Avissar, R., Naot, O., Mahrer, Y., Katan, J. (1.985): Field aging for transparent polyethylene mulches: II.- Influence on the effectiveness of soil heating. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 50 : 205-209.
- Barbercheck, M.E., Von Broembsen, S.L. (1.986): Effects of soil solarization on plant-parasitic nematodes and *Phytophthora cinnamomi* in South Africa. *Plant Disease*, 70 (10) : 945-950.
- Ben-Yephet, Y. (1.988): Control of sclerotia and apothecia of *Sclerotinia sclerotiorum* by Metham-Sodium, Methyl-Bromide and soil solarization. *Crop Protection*, 7 (1) : 25-27.
- Cartia, G. (1.989): La solarizzazione del terreno : Esperienze maturate in Sicilia. *Informatore Fitopatológico*, 5 : 49-52.
- Cenis, J.L., Fuchs, P. (1.988): Efecto comparado de la solarización y el Metam-sodio en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) en invernadero. *ITEA*, 75 : 21-32.
- Cenis, J.L., Martínez, P.F., González, G., Aragón, R. (1.985): Desinfección del suelo por energía solar (Solarización). *CRIA. Murcia. Public. Técnica* nº1.
- Cenis, J.L. (1.985): Control del nemátodo *Meloidogyne javanica* mediante calor solar (Solarización). *An.INIA Serv. Agric.*, 28 (Extra) : 121-130.
- Cenis, J.L., Lopez-Llorca, L., Bello, A. (1.988): Nuevas tendencias en el control físico y biológico de nemátodos parásitos de plantas. *Phytoma España*, 2 : 17-22.
- Cenis, J.L., Martínez, P.F., González, A., Aragón R. (1.983): Ensayo de control de *Verticillium dahliae* y *Rhizoctonia solani* mediante desinfección solar en el campo de Cartagena. *CRIA. Murcia*.
- Cenis, J.L. (1.989): Temperature evaluation in solarized soils by Fourier analysis". *Phytopathology*, 79 : 506-510.
- Cenis, J.L. (1.991): Control de hongos de suelo mediante solarización. *Phytoma España*, 30 : 59-61.
- Cenis, J.L. (1.986): Desarrollo de un enfoque cuantitativo de la solarización y aplicación al control del nemátodo *Meloidogyne javanica*". Tesis doctoral.
- Cruse, R.M., Linden, D.R., Radke, J.K., Larson, W.E., Lantzt, K. (1.980): A model to predict tillage effects on soil temperature. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 44 : 378-383.
- Chen, Y., Katan, J. (1.980): Effect of solar heating of soils by transparent polyethylene mulching on their chemical properties. *Soil Science*, 130 (5) : 271-277.
- Di Vito, M., Greco, N., Saxena, M.C. (1.991): Effectiveness of soil solarization for control of *Heterodera ciceri* and *Pratylenchus thornei* on chickpea in Syria. *Nematologia Mediterranea*, 19 (1): 109-111.
- Ghuman, B.S., Lal, R. (1.982): Temperature regime of a tropical soil in relation to surface condition and air temperature and its Fourier analysis. *Soil Science*, 134 (2) : 133-140.
- Giblin, R.M., Verkade, S.D. (1.987): Solarization of small volumes of potting soil for desinfection of plant-parasitic nematodes. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 100 : 174-176.

- Gómez, D., Del Busto, A., Martínez, P.F., Cebolla, V., (1.991): La desinfección del suelo por Energía Solar (Solarización). En: *La Horticultura Española en la C.E. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas* : 447-464.
- Greco, N., Brandonisio, A., Elia, F. (1.985): Control of *Ditylenchus dipsaci*, *Heterodera carotae* and *Meloidogyne javanica* by solarization. *Nematologia Mediterranea*, 13 : 191-197.
- Greco, N., D'Addabbo, T., Brandonisio, A., Zweep, A. (1.990): Combined effect of the soil solarization and 1,3-Dichloropropene for the control of *Heterodera carotae*. *Nematologia Mediterranea*, 18 : 216-264.
- Greco, N., Brandonisio, A. (1.990): Effect of soil solarization and SIP 5561 on *Heterodera carotae* and *Ditylenchus dipsaci* and on yield of carrot and onion. *Nematologia Mediterranea*, 18 : 189-193.
- Greenberger, A., Yogen, A., Katan, J. (1.987): Induced suppressiveness in solarized soils. *Phytopathology*, 77 (12) : 1663-1667.
- Gupta, S.C., Radke, J.K., Larson, W.E. (1.981): Predicting temperatures of bare and residue covered soils with and without a corn crop. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 45 : 405-412.
- Gupta, S.C., Larson, W.E., Allmaras, R.R. (1.984): Predicting soil temperature and soil heat flux under different tillage- surface residue conditions. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 48 (2) : 223-232.
- Horton, R., Wierenga, P.J., Nielsen, D.R. (1.983): Evaluation of methods for determining the apparent thermal diffusivity of soil near the surface. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 47 : 25-32.
- Katan, J., Greenberger, A., Alon, H., Grinstein A. (1.976): Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soilborne pathogens. *Phytopathology*, 66 : 683-688.
- Katan, J., Grinstein, A., Greenberger, A., Yarden, O., De Vay, J.E. (1.987): The first decade (1976-1986) of soil solarization (Solar heating): A chronological Bibliography. *Phytoparasitica*, 15 (3) : 229-255.
- Katan, J., Fisher, G., Grinstein, A. (1.983): Short- and long- term effects of soil solarization and crop sequence on *Fusarium Wilt* and yield of cotton in Israel. *Phytopathology*, 73 (8) : 1215-1219.
- La Monica, J.A., Brodie, B.B. (1.984): Control of *Globodera rostochiensis* by solar heat. *Plant Disease*, 68 (6) : 474-476.
- López, C.J. (1.986): Control preventivo sobre *Botrytis cinerea* en cultivos hortícolas de invernadero por métodos físicos. *Horticultura*, Marzo-Abril : 36-40.
- Mahrer, Y., Naot, O., Rawitz, E., Katan, J. (1.984): Temperatures and moisture regimes in soils mulched with transparent polyethylene. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 48 : 362-367.
- Mahrer, Y., Katan, J. (1.981): Spatial soil temperature regime under transparent polyethylene mulch : numerical and experimental studies. *Soil Science*, 131 (2) : 82-87.
- Mihail, J.D., Alcorn, S.M. (1.984): Effects of soil solarization on *Macrophomina phaseolina* and *Sclerotium rolfsii*. *Plant Disease*, 68 (2):156-159.
- Robledo, F. (1.987): Láminas de polietileno y copolímeros EVA para usos en agricultura. MAPA, 2.
- Schieldge, J.P., Kahle, A.B., Alley, R.E. (1.982): A numerical simulation of soil temperature and moisture variations for a bare field. *Soil Science*, 133 (4) : 197-207.
- Stapleton, J.J., Lear, B., De Vay, J.E. (1.987): Effect of combining soil solarization with certain nematicides on target and non-target organisms and plant growth. *Annals of Applied Nematology*, 1 : 107-112.
- Stapleton, J.J., De Vay, J.E. (1.986): Soil solarization: A non chemical approach for management plant pathogens and pests. *Crop Protection*, 5 (3) : 190-198.
- Stapleton, J.J., De Vay, J.E. (1.982): Effect of soil solarization on populations of selected soilborne microorganisms and growth of deciduous fruit tree seedlings. *Phytopathology*, 72 (3) : 323-326.
- Stapleton, J.J., De Vay, J.E. (1.984): Thermal components of soil solarization as related to changes in soil and root microflora and increased plant growth response. *Phytopathology*, 74 (3) : 255-259.
- Stapleton, J.J., De Vay, J.E. (1.983): Response of phytoparasitic and free-living nematodes to soil solarization and 1,3- Dichloropropene in California. *Phytopathology*, 73(10) :1429-1436.
- Vanacci, G., Triolo, E., Materazzi, A. (1.988): Survival of *Sclerotinia minor* sclerotia in solarized soil. *Plant and Soil*, 105(21) : 610-612.

ENEMIGOS NATURALES

EMILIO GARCÍA GARCÍA

Dlg. Agricultura (Málaga)

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas agrícolas son medios artificiales que presentan unas condiciones de homogeneidad y estabilidad mayores de las que habitualmente existen en ecosistemas naturales. Esta situación se mantiene a través de la regularidad y uniformidad de las medidas agronómicas que se aplican a la plantación. En los cultivos protegidos las características se acentúan incorporando una nueva propiedad de dinamismo temporal. La estructura de los sistemas biológicos que se establecen sobre los cultivos hortícolas son relativamente simples. Las interacciones que surgen en el conjunto de las poblaciones animales que se asientan en el ecosistema y de éstas con el cultivo, son en general poco evolucionadas. La competencia por los recursos y las relaciones de depredación, en su sentido más amplio, son posiblemente las más representativas. La comunidad de organismos animales está formada por un escaso número de especies plaga caracterizadas por un elevado potencial biótico, como corresponde a especies colonizadoras, las únicas capaces de desarrollarse sobre un sustrato con la dinámica inherente a las plantaciones hortícolas. Las plagas de los cultivos hortícolas en general se caracterizan por una elevada densidad de saturación, una tasa de incremento poblacional excepcionalmente alta y un tiempo de generación muy corto con ciclos de vida polivoltinos. Estos atributos, junto a un aporte casi ilimitado de recursos durante el ciclo agrícola en condiciones ambientales idóneas optimizan el desarrollo exponencial de las poblaciones de fitoparásitos. Acompañando a estas especies se establece principalmente otro grupo de organismos, que ejerce la actividad depredadora sobre las especies plaga de forma natural, algunos de los cuales son utilizados mediante introducciones masivas artificiales para potenciar el control de los fitoparásitos.

ENEMIGOS NATURALES

Como se ha indicado con anterioridad, además de competir por los recursos, las especies pueden desarrollar una interacción más directa mediante la depredación, una actividad en la que los miembros de una especie utilizan como fuente de alimento a los de otra; la depredación típica ocurre cuando un organismo carnívoro devora a otro organismo. Los insectos parasitoides, con frecuencia mal llamados insectos parásitos, llevan a cabo una actividad depredadora particular, consistente en la ovoposición externa o interna de un huevo sobre un hospedador, del cual sale un larva que devora al animal a lo largo de su desarrollo.

■ Parasitoides

El ciclo de vida de un parasitoide es el resultado de una forma de vida que acota la diversificación de los

recursos a utilizar, sobre todo en aquellas especies cuya formas larvarias están conectadas íntimamente al hospedador, y dependen de un reducido número de éstos. Los parasitoides desarrollan una actividad depredadora esencialmente monófaga u oligófaga, sustentada en un aprovechamiento eficiente de la presa (hospedador). Con frecuencia los estados larvarios se ligan al hospedador a través de una sincronización del desarrollo, basada en la dependencia casi exclusiva que tiene el parasitoide en su estado larval de los procesos fisiológicos del huésped. No obstante, el ciclo de vida de un parasitoide es en determinados casos más sencillo en algunos aspectos que el de muchos depredadores.

La fracción poblacional de hembras adultas es fundamental desde el punto de vista bionómico, ya que son éstas la encargadas de seleccionar el hospedador, y llevar a cabo las parasitaciones que conducen a la generación siguiente. Los factores ambientales como temperatura, humedad, intensidad de luz, fotoperíodo y alimentación que influyen profundamente en el desarrollo del parásito, afectan indirectamente a la acción depredadora sobre el hospedador.

Los insectos parasitoides de interés en el control de plagas pertenecen en su mayor parte a dos órdenes: Dípteros e Himenópteros.

■ Depredadores

Aunque la mayoría de los depredadores no tienen una especialización en el tipo de presa tan acusada como los parasitoides, la oligofagia es común, si bien es más frecuente que la actividad depredadora se dirija a una gama relativamente amplia de presas o polifagia. El límite entre ambos términos no es preciso. Debido a la dependencia de un escaso número de presas, los depredadores oligófagos son más sensibles a las variaciones de las poblaciones de éstas y pueden responder de una forma numérica a una variación de la densidad de presas mediante los procesos de reproducción, emigración, inmigración y mortalidad. Por el contrario, resulta más difícil que depredadores polífagos alteren su población en respuesta a las variaciones que sufren cualquiera de sus presas potenciales, debido a que algunas otras especies que se encuentran en el medio pueden sustituirlas. Por tanto, la acción de los depredadores polífagos en el ecosistema no tiene el carácter regulador que desempeña la oligofagia; sus poblaciones se mantienen constantes sustentadas por la diversidad de especies a la que optan como recurso. En ciertos sistemas que carecen de una abundante riqueza específica, como en general presentan los cultivos protegidos, los depredadores polífagos están obligados a actuar de

forma oligófaga, sensibles a las oscilaciones de una determinada especie de presa que actúa como recurso limitante.

Los órdenes más representados en especies de invertebrados depredadoras en los ecosistemas agrícolas son: Coleópteros, Hemípteros y Efemerópteros en la clase Insecta, en tanto la clase Aracnida se encuentra representada por diversos grupos de Acaros.

TEORÍAS DE LA INTERACCIÓN DEPREDADOR-PRESA

La evolución de la teoría de la depredación ha sugerido diversos modelos a los distintos autores que han trabajado en este área de la ecología de poblaciones. Habitualmente los modelos creados para explicar el proceso de depredación se han planteado mediante expresiones matemáticas de dos formas diferentes: a través de ecuaciones diferenciales o en términos discretos. Esta diferencia corresponde a dos concepciones en el desarrollo poblacional de las especies implicadas en la interacción. Las ecuaciones diferenciales intentan dar solución a las relaciones entre organismos con ciclos de vida polivoltinos caracterizados por un solapamiento completo de todos los estadios del desarrollo. Las expresiones en términos discretos, por otra parte, son de aplicabilidad a especies con generaciones distinguibles. Los organismos que intervienen en las relaciones fitoparásito-enemigo natural dentro de los cultivos hortícolas bajo plástico, en general, participan de ciclos de vida con generaciones solapadas, por tanto en este caso el interés se centra en aquellos modelos que han sido descritos a través de métodos diferenciales.

Los modelos que interpretan las relaciones de depredación entre poblaciones, se iniciaron de forma práctica con las ecuaciones propuestas por Lotka en 1925 y Volterra en 1926:

$$\frac{dN_1}{dt} = rN_1 - p_1N_1N_2 \quad \frac{dN_2}{dt} = p_2N_1N_2 - dN_2$$

donde N_1 es la densidad de la presa y N_2 la densidad poblacional del depredador, r la tasa intrínseca de incremento poblacional de la presa, p_1 la tasa de ataque del depredador, p_2 el factor de conversión de presa en depredador y d la tasa de mortalidad del depredador.

Las expresiones no contienen términos autorreguladores, las poblaciones se encuentran bajo el control una de otra. La ausencia de depredadores conduce a un crecimiento exponencial de la presa, en tanto la presencia de un número ilimitado de ésta, provoca un cre-

Figura 1 - Isoclinas del depredador y de la presa ($dN/dt=0$) obtenida del sistema de ecuaciones propuesto por el modelo de Lotka-Volterra (De Pianka 1.978).



cimiento sin fin de la población del depredador en una respuesta lineal.

La concepción diferencial del modelo propuesto por Lotka y Volterra implica una actividad alimenticia y reproductora continua, sin considerar tiempo de demora entre causa y efecto. Las poblaciones afectadas evolucionan en oscilaciones ligeramente desfasadas con una amplitud constante, función de las poblaciones iniciales de depredadores y de presa. La solución $dN/dt=0$ de ambas ecuaciones, establece las densidades de equilibrio de la presa y del depredador uno respecto del otro (Fig. 1). Valores inferiores a un umbral determinado de la presa, conducen a una disminución de la población del depredador, en tanto un valor superior la incrementa. Por el contrario las presas incrementan su población para valores inferiores de la densidad de equilibrio del depredador y la disminuyen por encima de ésta.

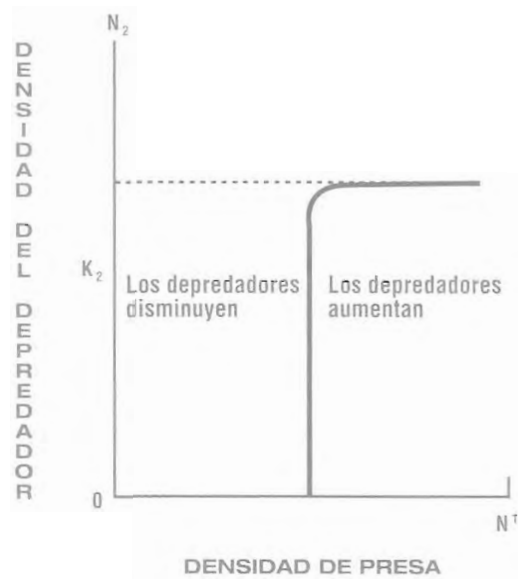
Si bien este modelo ofrece una visión sencilla del proceso de depredación que afecta a ambas especies, su simplicidad plantea numerosas cuestiones que lo alejan de una aplicación biológica real. La adición de términos autoamortiguadores en la ecuación de la presa y en la del depredador transforma el sistema en un par más realista propuesto por Leslie y Gower en 1960.

$$\frac{dN_1}{dt} = a_1N_1 - bN_1^2 - cN_1N_2 \quad \frac{dN_2}{dt} = a_2N_2 - c \frac{N_2^2}{N_1}$$

Figura 2 - Isoclina hipotética de la presa en el modelo de Rosenzweig y MacArthur (De Pianka 1.978).



Figura 3 - Isoclina hipotética del depredador en el modelo de Rosenzweig y MacArthur (De Pianka 1.978).

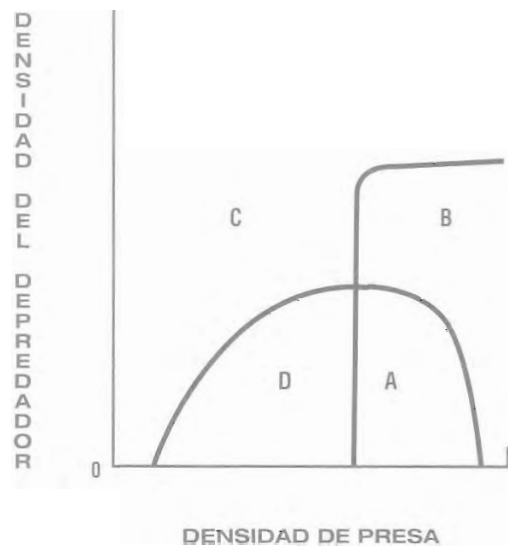


Estas nuevas expresiones incluyen un efecto densodependiente para la presa, bN_1^2 , y un término para el desarrollo de la población del depredador que comprende los efectos de la inhibición competitiva de su misma población, función de las densidades relativas del depredador y de la presa. No obstante, la ecuación de evolución del depredador, en presencia de una densidad muy elevada de presas, posibilita el desarrollo poblacional en proporción al producto de ambas densidades sin tener en cuenta una dinámica de saturación.

alcanzar los estados donde $dN_2/dt=0$, que nunca se encuentran más allá de la densidad de saturación del sistema. Las poblaciones de depredadores que se sitúan por encima de la capacidad de carga del sistema y/o que conviven con densidades de presa inferiores al umbral que permite un nivel de capturas mínimo, evolucionan de forma decreciente hasta alcanzar la isoclinas o extinguirse. Si se superponen ambas isoclinas puede observarse que existe un sólo punto estable para ambas especies, correspondiente a la intersección (Fig. 4).

Rosenzweig y MacArthur desarrollaron en 1.963 un modelo de interacción depredador-presa a través de una interpretación lógica del proceso. Los dos organismos que llevan a cabo la interacción presentan una densidad de saturación propia para el sistema en que se encuentran. La presa además, debe tener un límite inferior de población bajo el cual disminuye la probabilidad de encuentro entre individuos, la reproducción se ve obstaculizada y la población se dirige a la extinción. Entre ambos puntos se describe una curva en la cual $dN_1/dt=0$, con un único máximo (Fig. 2). De la misma manera, el depredador presenta una isoclinas $dN_2/dt=0$ desde su capacidad de carga hasta cierto umbral de presa, debajo del cual no puede capturar suficientes presas por unidad de tiempo para perpetuarse (Fig. 3). En cualquier situación por encima de la isoclinas de las presas éstas tienden a disminuir, por el contrario los puntos situados en el área que delimita $dN_1/dt=0$ evolucionan hacia un incremento en el número de presas. Por su parte, los depredadores aumentan cuando la densidad de presa se sitúa por encima del umbral, hasta

Figura 4 - Superposición de isoclinas del depredador y la presa.



Además, se evidencia una evolución del par depredador-presa en cada uno de los supuestos cuadrantes creados de acuerdo con lo definido para cada componente por separado. Un aspecto importante de este modelo es que presupone una capacidad límite de la población del depredador que se encuentra regulada por un factor distinto de la densidad de la presa.

La ubicación relativa del umbral de la presa que determina el signo de la evolución poblacional del depredador, define las características de la relación de depredación. Un depredador ineficaz localizará la densidad umbral de presa en niveles elevados, ya que no puede explotar con éxito a su presa en tanto la población de ésta no se sitúe cerca de su límite máximo. Las oscilaciones poblacionales en esta situación están amortiguadas, y el sistema se desplaza hacia el punto de equilibrio. El depredador eficaz por su parte, puede explotar a la presa cuando ésta se encuentra con poblaciones escasas, y por tanto su umbral debe localizarse en densidades inferiores. La amplitud de las oscilaciones que se producen en ambas poblaciones aumentan de forma uniforme, y con frecuencia conducen a la desaparición de las especies implicadas. Por último un depredador que explota a la presa en densidades intermedias de ésta, provoca oscilaciones de los niveles poblacionales con una estabilidad neutra permanente.

COMPONENTES DE LA DEPREDACIÓN

Los modelos diseñados para describir las relaciones de depredación entre poblaciones, pretenden desmenuzar los componentes esenciales del proceso a través de una simplificación de su estructura, que responde de una forma general al comportamiento del sistema, abandonando variables que juegan un papel en cierta medida secundario.

Salomon en 1949 planteó dos respuestas del predador a los cambios en el número de presas por unidad de área como componentes esenciales de la depredación, y que incorporan nuevos aspectos a la dinámica de la interacción. Los depredadores inciden sobre las presas por unidad de tiempo, incrementando el número de individuos procesados a medida que la densidad de presa aumenta, hasta saturar el proceso y llegar a un determinado umbral por encima del cual el número de presas capturadas por depredadores es constante. Por otra parte, los depredadores se concentran en áreas de elevada densidad de presa, lo que supone un número mayor de presas capturadas. A la primera la denominó respuesta funcional y a la segunda, respuesta numérica. La respuesta funcional es un atributo del individuo dependiente de factores como la tasa de ataque o el tiempo de manejo. Es una respuesta inmediata con una

dinámica de saturación. Por su parte, la respuesta numérica es el componente clave de la regulación del sistema dado su potencial ilimitado, no obstante es una respuesta retardada en función de la tasa de crecimiento poblacional del depredador y de su movilidad.

Hassell (1988) plantea la relación de una forma general mediante el estudio de dos parámetros básicos:

- la tasa de mortalidad de la presa
- la tasa de crecimiento del depredador

En primer lugar la variación en la tasa de mortalidad de la presa se debe a un efecto producido por la variación en su propia densidad que incide en el proceso de búsqueda del depredador, es en sentido estricto la respuesta funcional definida por Salomon. Esta se puede representar mediante tres tipos de funciones propuestas por Holling en 1959 que muestran una dinámica de saturación. El tipo I asume una tasa constante de presa procesada hasta alcanzar un nivel por encima del cual el depredador no consume más presa (Fig. 5). La función de tipo II es la que de forma más común desarrollan parasitoides y depredadores invertebrados, que se caracteriza por una tasa de ataque que evoluciona en un crecimiento desacelerado hasta el nivel de saturación (Fig. 6). Esta curva fue definida por Holling desestimando un tiempo de búsqueda constante, ya que los procesos de capturar, matar, comer etc..., son actividades que reducen la disponibilidad para otras búsquedas. Aquí se introduce por tanto el concepto de tiempo de manejo. Este modelo ha sido descrito en las interacciones depredador-presa y parasitoide-hospedador que se pueden encontrar en los cultivos hortícolas. La respuesta funcional en la interacción que ejerce *Encarsia formosa* sobre *Trialeurodes vaporariorum* responde a una situación de tipo II (Frasen y Van Montfort, 1987; Yano, 1987). Un comportamiento semejante ha sido descrito para la acción que lleva a cabo *Phytoseiulus persimilis* sobre *Tetranychus urticae* por algunos autores (Takafuji y Chant, 1976; Il Ryo, 1986), aunque la actividad depredadora sobre determinados estadios de la presa puede tener, en función de su densidad, una evolución similar a la respuesta funcional de tipo I (Takafuji y Chant, 1976). La respuesta de tipo III está definida por una curva logística (Fig. 7), un modelo frecuentemente observado en vertebrados.

Las variaciones en la tasa de mortalidad de la presa pueden ser causadas también por variaciones de la densidad del depredador, que puede provocar con su aumento interferencia entre los individuos ocasionando en general una reducción del tiempo de búsqueda disponible. Un experimento desarrollado por Pardey y colaboradores (1984) expone este comportamiento en *Coccinella septempunctata*. Las larvas de este coleóptero

Figura 5 - Respuesta funcional de TIPO 1 según Holling.

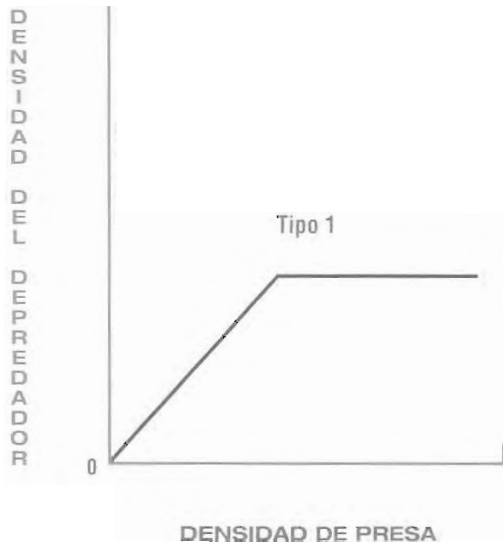
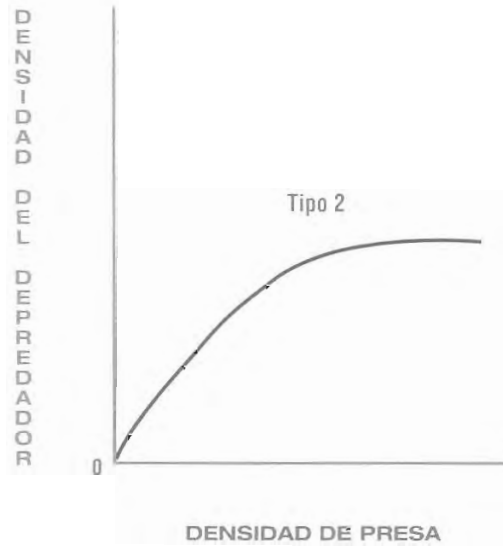


Figura 6 - Respuesta funcional de TIPO 2 según Holling.



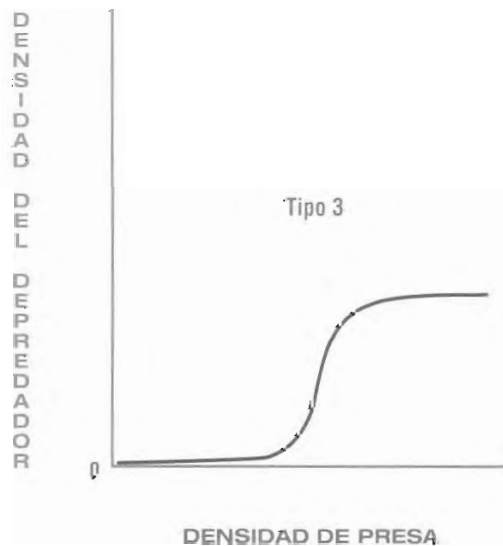
atacan a los áfidos ejerciendo un papel importante en el control natural de sus poblaciones, con frecuencia se pueden encontrar en los invernaderos sobre las colonias de pulgones que depredan. Pardey y colaboradores demostraron que la tasa de depredación por larva disminuía con el incremento de su densidad. La interferencia mutua entre larvas provocaba comportamientos dispersantes que causan una disminución en el tiempo disponible para la búsqueda. Todo ello resulta en un menor número de presas detectadas y devoradas. Un efecto similar puede observarse en la actividad parasitoide de *Encarsia formosa* sobre *Trialeurodes vaporariorum*; el número de parasitaciones por individuo disminuye al elevarse la densidad de parasitoides (Yano, 1987). No obstante la eficacia de búsqueda no debe incrementarse de forma ilimitada al disminuir la densidad de depredadores, es lógico pensar que en un determinado nivel la interferencia sea despreciable.

En general los modelos desarrollados respecto a las interacciones depredador-presa asumen un proceso de búsqueda aleatorio por parte del depredador, lo que implica una probabilidad de captura igual para todas las presas. Sin embargo, con frecuencia las distribuciones de los organismos en la naturaleza no son homogéneas y sus poblaciones se presentan en forma agrupada en el espacio, en este contexto los depredadores tienden a buscar durante más tiempo en las zonas donde son más frecuentes las presas. Este fenómeno provoca en muchas ocasiones un incremento en la interferencia mutua entre individuos de la especie predatora que en cierta manera amortigua el efecto de la tendencia a la persistencia en áreas de elevada densidad de presa.

Los tres factores que se han considerado como causantes de modificaciones en la tasa de mortalidad de la presa, se superponen en sus efectos alterando todas las fases y componentes del proceso de la depredación.

La tasa de incremento poblacional del depredador, el segundo componente esencial de la interacción depredador-presa depende de forma fundamental de la supervivencia de los distintos estados hasta la madurez sexual de los organismos, una vez alcanzada, la fecundidad de los individuos supervivientes es el factor principal a tener en cuenta.

Figura 7 - Respuesta funcional de TIPO 3 según Holling.



La tasa de incremento poblacional del depredador se ve afectada por todo el conjunto de factores que inciden sobre la eficiencia de su actividad como depredador. La supervivencia de los depredadores está muy relacionada con el número de presas disponibles, se incrementa con el aumento de la densidad de presa hasta una situación donde se hacen independientes y en la que los depredadores pueden acceder a una cantidad de presas suficientes.

De igual forma la actividad reproductora requiere un aporte de calorías que deben suministrar las presas, y para ello es necesario una densidad de las mismas suficiente para que además de mantener los procesos vitales del organismo se posibilite la reproducción. Con frecuencia esta relación entre capacidad reproductora del depredador y densidad de presas es lineal en artrópodos. En el grupo de ácaros fitoseidos se puede encontrar una amplia respuesta numérica a través de la relación entre la tasa de consumo de presa y la ovoposición (Sabelis, 1985b).

DEPREDACIÓN Y CONTROL BIOLÓGICO

La posibilidad de una estrategia de control biológico se basa en la acción eficiente de parasitoides y de depredadores de fitoparásitos que crean un equilibrio de la relación de predador-presa por debajo de los umbrales económicos de las plagas. No obstante, algunos autores no consideran necesario un equilibrio en la interacción, por el contrario creen que la acción al azar de los enemigos naturales es satisfactoria para el control biológico.

En cultivos intensivos bajo plástico, la naturaleza espacio-temporal de los mismos no implica la necesidad de un equilibrio estable a largo plazo, mas bien es necesaria una acción rápida y eficiente que tienda a disminuir las poblaciones de las plagas para evitar pérdidas económicas. En estas condiciones las características de agresividad de los enemigos naturales son de importancia relevante.

Es difícil establecer una relación de atributos que definan con exactitud el valor de un parásito o depredador para controlar una plaga. No obstante algunos autores han hecho referencia común a varias características propias del organismo que ejerce la actividad depredadora de una forma eficiente (DeBach, 1964; Van Leteren y Woets, 1988). La condición inicial que debe tener un enemigo natural es una alta capacidad de búsqueda, la habilidad para encontrar a la presa, fundamentalmente cuando ésta es escasa, en densidades inferiores al umbral económico. Este parámetro es el más difícil de determinar, debido a que es un término relativo y depende de la comparación con otras especies. Además

los métodos propuestos para su evaluación son de difícil aplicación y no responden de forma concluyente a la cuestión (Van Leteren y Woets 1988). La capacidad de búsqueda se encuentra relacionada con todo el conjunto de comportamientos que conlleva el proceso de la depredación, y que se engloba de forma general con el término tiempo de manejo, que por sí solo puede transformar la relación depredador-presa a través de la respuesta funcional (Hassell, 1988). Un tiempo de manejo amplio reduce progresivamente la búsqueda a medida que se incrementa las capturas de presas.

El comportamiento de búsqueda que ejercen los enemigos naturales puede realizarse al azar, pero con frecuencia existen numerosos mecanismos que facilitan la detección de la presa. En *Encarsia formosa* se puede observar un comportamiento de estas características. El parasitoide se dirige hacia las larvas de *Trialeurodes vaporariorum* guiado por las emanaciones de un compuesto volátil proveniente de la melaza secretada por el hospedador.

Otro atributo esencial de los enemigos naturales que se encuentra muy ligado a las actitudes de búsqueda es la movilidad, la cual a nivel poblacional podemos referirnos con el término capacidad de dispersión. Este aspecto de la eficacia de un enemigo natural adquiere su mayor valor cuando la densidad de la presa es baja y se requiere de amplios desplazamientos entre capturas.

La siguiente propiedad a tener en cuenta dentro de la valoración de los depredadores y parasitoides empleados en el control de plagas, es el rango específico de presas u hospedadores potenciales, sobre el que ya se ha hecho referencia con anterioridad. Un elevado nivel de especificidad presupone una buena adaptación a la presa.

Por último, la tasa de incremento poblacional de un enemigo natural es también señalada por diversos autores como parámetro fundamental para definir su capacidad de control sobre los fitoparásitos. Esta característica se encuentra condicionada por varios factores como son la fecundidad, la supervivencia, o el tiempo de desarrollo, y adquiere su máxima importancia después de fases adversas o de colonización, determinando la rapidez del control sobre la plaga. Algunos depredadores que presentan un tiempo de manejo relativamente amplio pueden alcanzar un control eficiente de la presa a través de una elevada tasa de incremento poblacional. Este aspecto de la importancia de la respuesta numérica se ha descrito en Fitoseidos (Sabelis 1985a), que generalmente no muestran una adecuada respuesta funcional, por lo que su efectividad en el control de Tetránquidos, al menos en niveles de densidad bajos, se basa en una eficiente respuesta numérica.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- DeBACH, P., 1964. *Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas*. Continental, México. pp. 949
- FRANSEN, J.J.; VAN MONTFORT, M.A.J., 1987. Functional response and host preference of *Encarsia formosa* Gahan (Hym., Aphelinidae), a parasitoid of greenhouse whitefly *T. vaporariorum* (Westwood) (Hom., Aleyrodidae). *J. Appl. Ent.*, 103: 55-69.
- HASSEL, M.P., 1981. Arthropod Predator-Prey Systems. En *Theoretical Ecology: Principles and Applications*. Blackweell Sc. Pbl. Oxford. 105-131.
- HASSEL, M.P., 1988. *Dinámica de la competencia y la depredación*. Oikos-tau, Barcelona. 102 pp.
- IL RYOO, M., 1986. Studies on the basic components of the predation of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acarina: Phytoseiidae). *Res. Popul. Ecol.* 28: 17-26.
- MAYNARD SMITH, J., 1974. *Models in Ecology*. Cambridge Univ. Press. London. 146 pp.
- MINKENBERG, O.P.J.M.; VAN LENTEREN, J.C., 1986. The leafminers *Liriomyza bryoniae* and *L. trifolii* (Diptera: Agromyzidae), their parasites and host plants: a review. *Agric. Univ. Wageningen Papers* 86-2: 50 pp.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1978. *Manejo y control de plagas de insectos*. Vol III. Ed. Limusa. México. 522 pp.
- PANDEY, K.P.; KUMAR, A.; SINGH, R.; SHANKER, S.; TRIPATHI,
- C.P.M., 1984. Numerical response and area of discovery of a predator, *Coccinella septempunctata* L. *Z. ang. Ent.* 97: 418- 423.
- PIANKA, E.R., 1978. *Evolutionary Ecology*. Harper and Row, New York.
- PIELOU, E.C. 1977. *Mathematical Ecology*. Wiley Interscience Publication. New York. 385 pp.
- SABELIS,M.W., 1985a. Capacity for population increase. En *Spider Mites. Their Biology, Natural Enemies and Control*. Volumen 1B. pp:35-41. Elsevier, New York.
- SABELIS,M.W., 1985b. Predation on spider mites. En *Spider Mites. Their Biology, Natural Enemies and Control*. Volumen 1B. pp:103-129. Elsevier, New York.
- TAKAFUJI, A.; CHANT, D.A., 1976. Comparative studies of two species of predacious phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae), with special reference to their responses to the density of their prey. *Res. Popul. Ecol.* 17: 255-310.
- VAN LENTEREN, J.C.; WOETS, J., 1988. Biological and integrated pest control in greenhouses. *Ann. Rev. Entomol.* 33: 239-269.
- WESTERMAN, P.R.; MINKENBERG, O.P.J.M., 1986. Evaluation of the effectiveness of the parasitic wasps *Diglyphus isaea* and *Chrysocharis parksi* in experimental greenhouses for the biological control of the leafminer *Liriomyza bryoniae*, on tomatoes. *Med. Fac. Landbouww, Rijksuniv. Gent*, 51/3a: 999- 1008.
- YANO, E., 1987. Population responses of *Encarsia formosa* to the greenhouse whitefly and their role in population dynamics of whitefly - *E. formosa* system. *Bul. SROP.* 10(2): 193-197.

MAQUINARIA DE APLICACIÓN

Tratamientos fitosanitarios en cultivos bajo plástico

ENRIQUE ARANDA JIMÉNEZ

*Lab. de Diagnóstico de Maquinaria
Serv. de Sanidad Vegetal. (Sevilla)*

GENERALIDADES

La aplicación de productos fitosanitarios es hoy por hoy uno de los métodos de control de las plagas y enfermedades más utilizados en los invernaderos.

La correcta distribución de estos productos va ligada directamente a la maquinaria de aplicación; de ésta depende en gran parte la efectividad de los productos utilizados y el rendimiento general de la aplicación.

Independientemente de las características, bondad y resultados de cada producto, la máquina de aplicación se tiene que encargar de distribuirlo de forma homogénea y localizada, para que su eficacia sea la misma en todas las partes de la planta y, por consiguiente, en toda la parcela.

a.- ¿ El porqué de los tratamientos?

- La justificación principal de los tratamientos es la de minimizar las pérdidas ocasionadas por los parásitos vegetales, las cuales pueden llegar a ser cuantiosas.
- Según el tipo de parásito se utilizará un tipo de tratamiento y un tipo de producto que condicionarán la MAQUINARIA de tratamiento.

b.- ¿ Qué hay que conseguir con el tratamiento?

Con un buen tratamiento hay que conseguir tres objetivos fundamentales, que son:

- Máximo aprovechamiento de los Productos (son caros y tóxicos).
- Máxima uniformidad en la distribución (Eficacia), y
- Máximo rendimiento del Trabajo (Superficie/hora)

Si se cumplen todos estos factores se produciría una reducción importante de los costos. Estos factores se pueden considerar que dependen directamente de la maquinaria de aplicación, de ahí la gran importancia que ésta tiene. Sin embargo es un factor al cual no se le suele dar casi ninguna importancia, normalmente.

c.- Condiciones para que un tratamiento sea EFICAZ.

- Materia activa del producto eficaz contra el Parásito. Esto es, que el producto que se elija para el tratamiento sea el más conveniente, a nivel de eficacia directa contra el fitoparásito, sin embargo se debe considerar su peligrosidad para la salud y el

medio ambiente, incluidos los efectos secundarios contra la fauna auxiliar.

- Dosis de producto suficiente para conseguir los resultados esperados. Esto es, que no encontremos zonas de la planta con baja dosificación y otros con una dosificación excesiva. También es importante tener en cuenta el tipo de producto: sistémico, contacto, traslaminar,....., ya que su forma de actuación varía considerablemente. Por consiguiente, la máquina a emplear dependerá de la forma de actuación del producto.
- Suficiente concentración y cobertura sobre el vegetal del producto, esto es que esté repartido lo más homogéneamente posible, todo lo dicho depende en gran medida de la MAQUINA DE APLICACION.
- Por último, y no por ello menos importante, hemos de considerar otras condiciones que tienen que ser favorables a la hora de conseguir un buen tratamiento. La primera será que el fitoparásito se encuentre en el momento óptimo de tratamiento. La segunda condición está relacionada con el cultivo, ya que dependiendo de la fase en la que éste se encuentre (altura,..) utilizaremos un tipo de máquina u otro. La tercera condición sería que los factores climáticos fueran favorables para el tratamiento, una temperatura elevada, por ejemplo, puede hacer que ciertos productos sean fitotóxicos, un alto nivel de humedad puede provocar la unión de las gotas de una pulverización y hacer que el producto caiga al suelo en vez de depositarse en las plantas,....

MÉTODOS GENERALES DE APLICACIÓN

El control de los enemigos de las plantas, mediante la aplicación de productos fitosanitarios, puede realizarse utilizando productos químicos mezclados con un vehículo en forma sólida, líquida o gaseosa, lo que afecta sustancialmente a las técnicas de aplicación.

Los métodos generales de aplicación en función del vehículo utilizado son:

ESPOLVÓREO: Vehículo un sólido (talco,...)

PULVERIZACIÓN: Vehículo un líquido (aceite, agua,..)

FUMIGACIÓN: Vehículo un gas (cloropicrina,...)

En invernadero se pueden utilizar todos los métodos de aplicación, lo fundamental es que el invernadero se pueda mecanizar, porque sino no se pueden utilizar. Normalmen-

te las estructuras de los invernaderos de Almería (tipo parral) no son muy idóneas para esta mecanización porque tienen poca altura, hay muchos postes, muchos alambres,.....

masa vegetal. Es de todos conocidos como el polvo penetra en los rincones más recónditos de una casa, por ejemplo.

ESPOLVOREO

■ Fundamentos

Las espolvoreadoras son aquellas máquinas que distribuyen la materia activa en forma de polvo, a través de una corriente de aire. Esta corriente de aire, producida por un ventilador, entra en el depósito arrastrando el polvo, distribuyéndolo de una forma más o menos homogénea en el vegetal.

■ Regulación

La regulación de la cantidad de polvo la realizaremos con tres procedimientos fundamentales:

- Cambiando el orificio de entrada del polvo.
- Variando las revoluciones del ventilador,
- Regulando la entrada de aire en el depósito.

■ Ventajas

La principal ventaja de los tratamientos mediante espolvoreo es que consigue la mejor penetración en la

■ Inconvenientes

Hemos de enumerar los principales inconvenientes que se le pueden achacar a los tratamientos con polvos:

- Poca adherencia a la planta en general.
- Falta de homogeneidad en la distribución.
- Hay que manejar mucho volumen de producto para la misma cantidad de materia activa.
- Problemas de almacenaje.
- Apelmazamiento del polvo con la humedad.

■ Maquinaria

Encontramos dos tipos de máquinas que se podrían utilizar en invernaderos:

- Existen en el mercado mochilas con doble sistema, que sirven para polvos y para líquido, pudiendo dar buenos resultados.
- También encontramos máquinas suspendidas cuyo único inconveniente sería el ya mencionado de la mecanización de los invernaderos tipo parral.



Foto 1

En los tratamientos con espolvoreadoras hay que tener muy en cuenta el tamaño de partículas y el caudal de aire del ventilador. Al aumentar éste mejoraremos la distribución.

En general los sistemas de espolvoreo están cada vez más en desuso, haciéndose cada vez menos productos así formulados y menos máquinas adecuadas. Posiblemente en los invernaderos pudiera tener una buena cabida, ya que al ser compartimentos cerrados, los problemas de deriva debidos al viento, y que afectan de forma muy importante a los polvos, no interferirán en estos recintos.

FUMIGACIÓN

Es la aplicación de un gas, siendo las más usuales las aplicaciones de bromuro de metilo. También se suelen aplicar en forma gaseosa productos de desinfección de graneros. El uso de este tipo de aplicaciones está limitado a especialistas de empresas autorizadas.

PULVERIZACIÓN

Las aplicaciones que se realizan mediante líquidos son en este momento las más numerosas, aunque también los productos sólidos en forma de polvos o gránulos, cubren un espacio importante en la protección de las plantas.

■ Superficie cubierta

La teoría de gotas nos lleva a considerar los siguientes factores de una población de gotas:

A. Si utilizáramos gotas de 1 litro, cada gota ocuparía una superficie de 120 cm², lo que supone, al aplicar 500 l/Ha, que cubriría una superficie de 6 m².

Si partiéramos esta gota en 2 gotas de 1/2 l., éstas ocuparían cada una 75 cm², la suma de las dos, por tanto, sería 150 cm², lo que supondría, al aplicar 500 l/Ha, cubrir 7,5 m².

Si partiéramos la gota de 1 l. en cuatro, cada una de éstas ocuparía 48 cm², las cuatro ocuparían un total de 192 cm², lo que supondría, al aplicar 500 l/Ha, que cubrirían 15,6 m².

POR CONSIGUIENTE:

* A MENOR TAMAÑO DE GOTA MAYOR SUPERFICIE CUBIERTA

B. Las máquinas evolucionan para conseguir disminuir el tamaño de gotas y distribuir éstas uniformemente.

C. ES MUY IMPORTANTE: Regularidad del tamaño de gotas. Supongamos que, por ejemplo, una población de gotas de las cuales el 90% de ellas fueran pequeñas (50 micras), esto supondría tan sólo el 10% del volumen total de caldo de esa población de gotas, y por tanto el 10% de gotas gruesas (1500 micras), que al caer en el vegetal por su propio peso resbalan y no se adhieren. Supondría, por consiguiente, que estamos tirando al suelo el 90% del volumen del líquido. Esta relación se produce con mucha frecuencia en los tratamientos y supone gran parte de los fracasos de éstos.

UNA POBLACION DE GOTAS PRODUCIDA POR UN VOLUMEN DETERMINADO:

- 90 % DE GOTAS FINAS = 10 % DEL VOLUMEN TOTAL DEL LIQUIDO
- 10 % DE GOTAS GRUESAS = 90 % DEL VOLUMEN TOTAL DEL LIQUIDO

DIAMETRO DE UNA GOTA * Nº DE GOTA → SUPERFICIE CUBIERTA

A MENOR DIAMETRO DE GOTA → MAYOR SUPERFICIE CUBIERTA

* LA REGULARIDAD DEL TAMAÑO DE GOTAS ES MUY IMPORTANTE, NOS INTERESA QUE TODAS LAS GOTAS SEAN DEL MISMO TAMAÑO

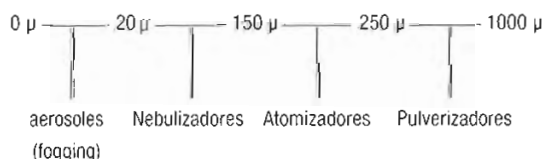
* GRAN UNIFORMIDAD Y PEQUEÑO TAMAÑO DE GOTA permite:

- MEJORAR LA EFICACIA DEL TRATAMIENTO
- DISMINUIR EL VOLUMEN DE CALDO / Ha
- AHORRO EN LOS COSTOS

D. Según el parásito utilizaremos un tipo de aparato u otro con el que localizaremos las gotas donde se encuentre el agente a combatir.

E. Como conclusión diremos que al disminuir el tamaño de gota aumenta la SUPERFICIE CUBIERTA, por tanto podemos reducir el volumen de aplicación.

■ Distribución de la maquinaria según el tamaño de gotas



■ Volúmenes de distribución

De acuerdo con los volúmenes de caldo que se utilizan usualmente en los invernaderos, las podemos clasificar en:

- Alto Volumen (Normal)	500 - 1000 l/Ha.	P. Hidráulica
- Volumen medio	100 - 300 l/Ha.	Atomización
- Bajo volumen	10 - 20 l/Ha.	
- U.L.V.	1 l/Ha.	

■ Tamaño de gota según la aplicación

Según el tipo de producto utilizado se pueden hacer los siguientes grupos:

1. Fungicidas:

Se utilizarán gotas muy finas ya que se busca un gran recubrimiento para eliminar el hongo. Los tamaños de gotas estarán comprendidos entre las 10 y las 50 micras.

2. Insecticidas y acaricidas:

Se utilizarán gotas finas de 10 a 300 micras. Se pretende conseguir un gran nº de impactos/cm² para alcanzar individuos pequeños y escondidos.

3. Herbicidas:

Se utilizarán gotas de tamaño medio, entre las 300 y las 1000 micras para evitar la deriva. Se busca fundamentalmente una gran uniformidad en la distribución. Si se utilizan herbicidas de contacto la técnica sería igual que en el apartado anterior.

4. Abonos:

Se emplearán gotas gruesas cuyo tamaño medio supere las 1500 micras.

■ Presión y tamaño de las gotas

Hemos de considerar dos factores ligados directamente al aumento de la presión:

- Homogeneidad del tamaño de gotas.
- Disminución del porcentaje de gotas gruesas.

La relación entre la presión y el tamaño de las gotas es muy importante, ya que homogeneiza las gotas de distintos tamaños y determina el diámetro de éstas. Por

esto es importante que la presión sea la correcta para cada tipo de tratamiento y permanezca constante.

La presión y el tamaño de gotas los podemos relacionar según la escala que proponemos a continuación:

BAJA PRESIÓN: 0 - 10 atm. (P.HIDRAULICO) 300 - 500 μ

MEDIA PRESIÓN: 10 - 20 atm. (NEBULIZACION) 100 - 300 μ

ALTA PRESIÓN : > 20 atm. (ATOMIZACION) < 100 μ

Actualmente en invernaderos andaluces se suelen utilizar normalmente pistolas nebulizadoras, trabajando con presiones comprendidas entre los 10 y 20 atm, que pueden dar muy buenos resultados dependiendo del resto de los componentes, máquina, operario,....

* SE CONSIDERA PUES UNA CORRECTA APLICACIÓN:

Considerando los aspectos anteriormente descritos, una aplicación será correcta (generalmente) cuando se consiga una buena homogeneidad y distribución, con un nº de impactos/cm² suficiente para el patógeno.

Consideramos en general una buena aplicación si conseguimos:

* 50 - 60 Imp/cm² para productos de contacto.

* 30 Imp/cm² para productos sistémicos.

* 10 Imp/cm² para productos que actúen por inhalación.

El tamaño medio de gotas más usual, y que puede dar mejores resultados en general, estaría comprendido entre las 150 y las 400 micras.

PULVERIZADOR HIDRÁULICO

La pulverización se realiza por presión del líquido, impulsado por una bomba, normalmente accionada por la toma de fuerza de un tractor, o con un motor acoplado. El paso del líquido a presión a través de la boquilla de pulverización produce gotas de diámetros diferentes según la presión de trabajo y el tipo de boquilla que se utilicen, a esto deben su versatilidad. Se ajustan a todo tipo de tratamientos y son, sin duda y con diferencia, los más utilizados.

Como las gotas se transportan por la propia energía que reciben cuando se forman en la boquilla, las limitaciones de empleo aparecen cuando se tiene que penetrar en una gran masa vegetal.

■ Sistemas de regulación

Regulación por Presión constante es el más frecuente encontrado en los invernaderos, sus características fundamentales son:

- Uniformidad en volumen, si la velocidad permanece constante
- Es el más frecuente y sencillo.
- La regulación del caudal se logra manteniendo la presión constante. → ATENCIÓN con la presión de la pistola

Otros sistemas de regulación, difícilmente encontrados en las máquinas utilizadas en los invernaderos:

- Regulación por retorno calibrado.
- Regulación proporcional al motor.
- Regulación proporcional al avance.
- Regulación electrónica.

■ Partes de la máquina

1) Bombas

La bomba la consideramos el corazón de nuestra máquina, es la encargada de absorber el caldo del depósito y lanzarlo hacia las boquillas a una presión determinada.

Nos encontramos 5 tipos de bombas en el mercado: pistón, pistón-membrana, membrana, rodillo y engranaje. Los dos últimos no son admisibles para un pulverizador hidráulico, ya que tienen un gran desgaste y no garantizan el caudal de impulsión al aumentar la presión. Con respecto a las demás, se puede utilizar cualquiera de ellas para pulverizadores, todas tienen gran resistencia al desgaste, proporcionan elevada presión y altos caudales (independientemente uno de otro).

Existe un factor ligado directamente a las bombas de pistón, de membrana y de pistón-membrana, que a menudo algunos fabricantes olvidan y no tienen en cuenta su gran importancia. Estamos hablando del calderín de compensación de impulsiones; como su propio nombre indica su misión consiste en amortiguar la depresión que se produce en el circuito hidráulico cuando el pistón, o la membrana está en la carrera descendente. Este calderín está provisto de una cámara de aire, separada del circuito por una membrana elástica, donde tendremos una presión de sustitución que actuará sobre el circuito. Esta presión dependerá de la presión del tratamiento, pero a título orientativo diremos que para trabajar a 15 Kg/cm² el calderín tendrá que tener una presión de 1,5 Kg/cm².

Características fundamentales de las bombas recomendadas para los pulverizadores:

- Bomba de pistón
 - Alta presión hasta 40 - 50 atm.
 - Alto caudal hasta 200 l/min.
 - Muy resistentes al desgaste
 - Importante que tengan CALDERÍN DE COMPENSACIÓN Las pulsaciones cambian el tamaño de las gotas
 - Mantenimiento de la bomba: aceite, limpieza, dejar vacía y engrasada
- Bombas de membrana y pistón-membrana
 - Presión comprendida entre 0 - 20 atm
 - Resistente al desgaste
 - Caudales medios hasta 100 l/min
 - Buenos resultados y fáciles de reparar
- Sistema de control de la bomba

Para comprobar el desgaste de una bomba habrá que medir la curva de caudal/r.p.m, (lo que se realiza mediante un caudalímetro de bomba) y comparar ésta con su tabla de características.



Foto 2

El caudalímetro de bomba es un medidor de flujo con cuerpo flotante: el agua fluye por el cilindro de abajo hacia arriba, elevando proporcionalmente al caudal un cono de acero. La lectura se hace en el borde superior del cono, con una escala graduada que nos dará los litros por minuto impulsados por la bomba a unas revoluciones determinadas. Este aparato se acopla al retorno que proviene del regulador de presión, cerrando todas las demás llaves, nos dará el caudal total de la bomba a esas revoluciones.

2) Depósito, agitación, conducciones y griferías:

Con respecto a los depósitos podemos encontrar tres tipos fundamentales en el mercado: metálicos (con problemas de corrosión), polipropileno, fibra de vidrio + resina de poliéster. Los primeros son totalmente desaconsejables, ya que los productos fitosanitarios suelen contener materias corrosivas que producen graves desperfectos en este tipo de depósitos. Los depósitos más aconsejables son los de polipropileno, que, independientemente de que no son atacados por los productos, no permiten los residuos en sus paredes, lo que sí ocurre con los depósitos de fibra de vidrio más resina de poliéster.

Un buen depósito debe de contar con una cámara de absorción de la bomba, así evitará que con el balanceo del líquido durante el tratamiento, (bien por estar la máquina en movimiento o bien por la propia agitación), la bomba absorba siempre líquido. También es un factor a considerar el que tenga en su punto más bajo un grifo de desagüe, ya que como trataremos más adelante la limpieza del depósito es una práctica fundamental para el buen funcionamiento de la máquina.

Otro de los elementos que encontramos en el depósito es el Sistema de Agitación, el cual es fundamental para conseguir una homogeneidad del líquido.

Encontramos tres tipos de agitadores:

- Agitadores hidráulicos. Estos son los más frecuentes (si están bien diseñados no tienen por que funcionar mal). Se les puede acoplar una boquilla inyectora cuyo fundamento es el efecto Venturi, el cual mejora considerablemente la agitación. Estos agitadores sólo se pueden utilizar en depósitos inferiores a 800 litros.

- Agitadores Mecánicos. Estos van accionados por el mismo sistema que acciona la bomba, están compuestos por un eje dotado de paletas que se encargan de homogeneizar la mezcla. Se utilizan en depósitos superiores a los 800 litros.

- Agitadores Mecánico-Hidráulicos. Es la suma de los dos anteriores. Lógicamente darán mejores resultados que cada uno por separado y se suelen utilizar en depósitos arrastrados o de gran capacidad.

Un sistema de agitación, sea el que sea, tiene que recuperar el 85 % de la concentración inicial de un producto dejado reposar durante 16 horas.

Las conducciones y griferías deben de estar bien dimensionadas y ser de un material resistente a la corrosión.

3) Filtros

Generalmente los pulverizadores van dotados de tres filtros:

- a.- En el llenado del depósito.
- b.- En la aspiración de la bomba.
- c.- En la impulsión de la bomba.

La buena eficacia de los filtros influye directamente en:

- Desgaste de la bomba.
- Desgaste de las boquillas
- Atascos que provocan pérdidas de carga y fallos de la aplicación.

Como idea general consideramos un buen filtro cuando la luz de su malla es inferior al diámetro de los orificios de las boquillas.

4) Regulador de presión

El que encontraremos en la mayoría de los equipos es el de presión constante. No es más que una llave de retorno que deja pasar el líquido al depósito en función de la presión que tenga el circuito. Esta llave se puede regular, por tanto, para aumentar o disminuir la presión en el circuito.

5) Manómetros

Son muy importantes ya que generalmente son el único sistema de control que encontramos en una máquina. Con él podremos comprobar la presión, de la cual hemos visto que dependen directamente el tamaño de las gotas y el caudal.

Por consiguiente, contar con un manómetro que funcione a la perfección y que indique exactamente la presión, es una condición previa indispensable para efectuar una dosificación correcta.

6) Comprobador de manómetros

Para la comprobación de manómetros se utiliza un banco de ensayos, consistente en una pequeña bomba que al ser accionada introduce presión en un circuito al cual están conectados, por una parte, un manómetro testigo, calibrado y de gran precisión, y el manómetro que queremos testar. De la comparación de ambos manómetros se saca la desviación de uno con respecto al otro, determinando su desviación en valor porcentual. Si este valor supera el 0.6 % de la amplitud máxima se considera defectuoso.

7) Boquillas

Independientemente de que se utilicen pistolas de tratamientos, o barras de tratamientos, más o menos sofisticadas, ambas utilizan para formar las gotas un elemento fundamental y de momento insustituible, la boquilla de tratamiento.

Cada tratamiento precisa boquillas diferentes, no habiendo una que sirva para todo. Las boquillas sufren un desgaste que afecta a las gotas formadas y a su distribución, por lo que es necesario comprobar con frecuencia su estado y sustituirías cuando se detecte un funcionamiento defectuoso.

Existen tres tipos fundamentales de boquilla: cono, abanico y espejo. Las más utilizadas en los invernaderos serán sin duda las de cono.

El problema fundamental de las boquillas es su desgaste. Este tiene gran influencia sobre el caudal, tamaño de gotas (no olvidemos que cuanto mayor es el tamaño, mayor es el % de gotas gruesas).

ESCALA DE RESISTENCIA AL DESGASTE

- Latón, Bronce	1
- Acero inoxidable	2 - 5
- Plásticos endurecidos	3 - 8
- Acero endurecido	10 - 20
- Cerámica (alúmina fundida)	100 - 800

8) Caudalímetro de boquillas:

Para comprobar los caudales se suelen utilizar caudalímetros, bien digitales de lectura directa, o bien probetas graduadas controlando el tiempo de funcionamiento. En cualquier caso nos darán los litros por minuto de las boquillas, a una presión predeterminada según el tipo.

Una vez tomado el caudal de cada boquilla, se calculará el caudal medio y se determinará el intervalo de

confianza ($\pm 5\%$). Comprobaremos que todas las boquillas estén dentro de este intervalo, sustituyendo las que se salgan de él.

Con este procedimiento también determinamos el desgaste de las boquillas, comparando el caudal del ensayo con el teórico de sus tablas. Este es un punto muy importante, ya que el desgaste de las boquillas influye directamente en la regularidad, tamaño de gota y ángulo nominal de la boquilla. Al variar éste nos dará solapes diferentes a los predeterminados por el fabricante, influyendo directamente en la distribución horizontal de la máquina.

9) Pistolas de tratamientos

En los tratamientos fitosanitarios de los invernaderos es muy frecuente utilizar pistolas de tratamientos. Estas no son más que una simplificación de una barra de tratamiento, ya que se dirige el circuito de la máquina hacia una sola boquilla, la pistola. Hay, pues, que tener en cuenta los siguientes conceptos:

- Es muy importante la boquilla: Materiales, Caudales, Comprobaciones,

- También lo es el sistema de funcionamiento de la apertura de la boquilla.

- Tiene gran importancia el operario. En el tratamiento de invernaderos con pistolas, se puede considerar al operario como el factor más importante de la máquina.

■ Pérdida de carga

Pérdida de carga es la diferencia de presión que se produce entre varios puntos del circuito. En los tratamientos con pistola, donde se utilizan mangueras de longitudes considerables, la pérdida de carga puede ser un problema importante, ya que al disminuir la presión a lo largo de la manguera cambiarán las condiciones de caudal y tamaño de gota preestablecidas para el tratamiento.

■ Comprobación del tamaño de gotas y de la distribución

Se utiliza como método fácil y rápido, el papel hidrosensible. Este es un elemento fundamental para saber lo que estamos haciendo con un tratamiento.

Existen otros métodos para la comprobación del tamaño de las gotas, tal como, soluciones fluorescentes, pero son de más difícil uso y menos asequibles.

ATOMIZADORES:

Producen las gotas por presión del líquido, utilizando un circuito con bomba y conducciones análogos al de los pulverizadores hidráulicos.

Para el transporte de las gotas hasta el vegetal, se utiliza una corriente de aire que produce un ventilador de flujo axial (gran caudal de aire a baja velocidad), con lo que se aumenta la penetración en la plantación.

La uniformidad de la distribución resulta perjudicada, pero las gotas alcanzan con facilidad el interior de la masa vegetal.

Las características más destacables son:

- Presión del líquido + corriente de aire.
- Sistema mecánico - neumático.
- Se usan ventiladores de flujo axial que produce un gran caudal de aire a baja velocidad.
- Tamaño de gota producido oscila entre 20 y 200 micras.
- Poca uniformidad pero gran penetración.

■ Sistema de control de los atomizadores

- El control de la parte hidráulica se realizará igual que en los Pulverizadores Hidráulicos, siendo igual sus componentes.



Foto 3



Foto 4

- En la parte neumática se controlará el caudal del aire, mediante el cálculo de la velocidad del aire (con un anemómetro) y multiplicando ésta por la sección de la tobera, lo que nos dará el caudal de aire.

PULVERIZADORES NEUMÁTICOS

También son conocidos como NEBULIZADORES. Se caracterizan por producir gotas muy finas, similar a la niebla, al entrar en contacto el líquido con una corriente de aire de alta velocidad que se encarga de romper las gotas y de transportarlas hasta el vegetal.

El circuito del líquido es diferente de los anteriores, pudiendo encargarse de hacer llegar el líquido hasta la boquilla, el propio peso del líquido (salida por gravedad), o una pequeña bomba de muy baja presión.

El aire a gran velocidad, pero en cantidad reducida, lo produce un ventilador de flujo radial, que necesita consumir gran cantidad de potencia.

PULVERIZADOR CENTRÍFUGO

Entre las técnicas modernas de pulverización se encuentra la de producir gotas utilizando la fuerza centrífuga generada en uno o varios discos que giran a alta velocidad. La principal particularidad es que las gotas producidas resultan de un tamaño extraordinariamente uniforme, siendo adecuadas para los tratamientos en Ultra Bajo Volumen, también conocidos como "Población de Gotas Controladas" (PGC).

La ventaja de la gota muy fina y uniforme está en la utilización de bajas dosis por unidad de superficie (prácticamente se utiliza materia activa), dado el gran número de puntos de impactos que se puede lograr en la superficie del vegetal.

Las características principales son las que se destacan a continuación:

- Cabezal rotatorio.
- U.L.V. (Ultrabajo Volumen) ——— 1 l./Ha
- Tamaño de gotas inferior a las 150 micras (gotas muy uniformes)
- Se puede utilizar un ventilador para el transporte de las gotas.

■ Características

- Gran velocidad de giro.
- Disco de gran diámetro.

- Alta densidad del producto.
- Utiliza líquidos de baja tensión superficial (están especialmente preparados para esta técnica).
- Buenos resultados en invernaderos (existe un ambiente controlado).
- Se pueden utilizar instalaciones fijas o mochilas.

NEBULIZACIÓN TÉRMICA O TERMONEBULIZACIÓN "FOOGING"

La pulverización denominada "termo-neumática" combina la pulverización neumática con el aporte de calor, produciendo una población de gotas de muy pequeño diámetro, junto con una corriente de aire que se encarga de transportar las gotas, mejorando su penetración.

Para conseguir de manera continua una corriente de aire de alta velocidad y con temperatura elevada, se puede utilizar el escape de un motor de "reacción". Este motor transforma la energía que se le suministra, aprovechándose los gases de escape a alta velocidad con elevadas temperatura que es lo que necesita la técnica de pulverización.

El motor de reacción está formado por una cámara de combustión ancha en la base que se estrecha de forma cónica hasta llegar al tubo de escape. Un carburador de diafragma permite controlar el proceso de combustión de manera cíclica y regulable entre 80 y 100 explosiones/segundo.

El líquido a pulverizar se inyecta en el escape, mediante lo que puede considerarse como una boquilla neumática, que es atravesada por los gases a una velocidad de 15 a 20 m/s, produciendo la consecuente pulverización. Simultáneamente se produce un aporte de calor del orden de 500 a 800 Kcal/litro de líquido pulverizado como consecuencia de lo cual las gotas son total o parcialmente vaporizadas en función de su tamaño y composición química.

En determinadas circunstancias, el producto evaporado en el escape se condensa de nuevo al ponerse en contacto con el aire atmosférico produciendo una nube de gotas muy finas, lo que se denomina pulverización por condensación.

Con equipos correctamente diseñados, la alta temperatura a la que se somete el producto en el momento de producirse la pulverización es extremadamente breve (0.05 a 0.1 segundos), con lo que no existe riesgo de descomposición de la materia activa utilizada.

Reduciendo el aporte de calor se pueden conseguir gotas de mayor tamaño (sin sobrepasar las 50 micras) que se depositan sobre la vegetación con una cobertura

de alta densidad y permanencia, adecuada para las aplicaciones de productos sistémicos, de ingestión, o fungicidas.

■ **Resumiendo:**

- El producto se evapora y al contacto con el aire se condensa en gotas muy finas (del orden de las 10-50 micras).

- Se consiguen una buena penetración y muy buenos resultados a nivel de recubrimiento.

- Hay que tener muy en cuenta el efecto chimenea.

- Se utiliza con la mezcla de dos productos como coadyuvantes, VK1 y VK2 (están pendientes de registro).

- Problemas de toxicidad para el operario: al utilizar tamaños de gotas tan pequeños puede haber absorción por la piel.

- Este sistema es muy recomendable para tratamiento de silos y lugares cerrados (invernaderos herméticos y con sistema automático para mover el fogging).



Foto 5

SISTEMAS DE TRATAMIENTO DETECTADOS EN LOS INVERNADEROS DE ALMERÍA

- En los invernaderos de Almería hemos detectado principalmente los siguientes tipos de máquinas:

MOCHILAS:

PRESIÓN PREVIA: Disminuye la presión durante el tratamiento.

PRESIÓN CONSTANTE: Se cansa el operario y no mantiene la misma presión.

MOCHILAS NEBULIZADORAS: Buenos resultados.

PULVERIZADORES HIDRÁULICOS: Por una parte, carretillas con depósitos de 100 l, bombas de membrana, a las que se les aplica una manguera, de 10 a 50 metros, en su extremo una pistola de tratamiento con boquilla de cono.

También encontramos instalaciones fijas (que siguen siendo pulverizadores hidráulicos). Estas abastecen todo un circuito por dentro del invernadero con bocas a las que se conecta una manguera. En principio pueden dar resultados positivos si están bien dimensionadas.

Los citados sistemas, con sus limitaciones, pueden dar resultados positivos si el aplicador es suficientemente bueno, es decir que el tratamiento dependerá directamente del aplicador (de aquí la necesidad de cursos de formación para estos operarios).



Foto 6

También podemos considerar que los sistemas citados se podrían mejorar considerablemente si a las pistolas de tratamiento les aplicáramos una corriente de aire, lo que sería factible utilizando tan sólo el circuito de aire de una mochila-atomizador.

CONCLUSIONES del muestreo de Almería

- Habría que adaptar los invernaderos a la maquinaria de tratamiento. Se considera muy conveniente un

pasillo central para que pueda pasar la máquina, este pasillo será útil además para el resto de las operaciones del invernadero.

- Con las condiciones anteriores se podría estudiar la distribución de cañones atomizadores y otro tipo de máquinas que evitarían en parte la artesanía que se realiza actualmente en los invernaderos, con las consiguientes diferencias en las aplicaciones de productos fitosanitarios.



Foto 7

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- Essais en pulvérisation. Les principaux laboratoires "pulvérisation" en Europe et en France.
Francis SEVILA
- Método de nebulización térmica para el tratamiento de plantas de invernadero.
COMERCIAL Y TÉCNICA AGRÍCOLA ,S.L.
- La méthode de nébulisation pour le traitement phytosanitaire serre.
Le conseiller PULSFOG
- Aplicación de fitosanitarios por pulverización "TERMO-NEUMÁTICA".
Luis Márquez Delgado
- Calibración y manejo de los pulverizadores hidráulicos.
Pedro Arnal Ates
- Máquinas pulverizadoras.
F.A.ROACH; Servicio nacional de agricultura de Gran Bretaña.
- Las máquinas agrícolas y su aplicación.
J.Ortiz-Cañavate
- Pesticide Application Methods.
G.A.Matthews
- Regulación de equipos de aplicación.
4º Symposium Nacional de Agroquímicos.
Sevilla, Enero 90
Enrique Aranda Jiménez
- Máquinas pulverizadoras de tracción mecánica.
Principios y características
Andrés Porras Piedra, Unidad de Tecnología y Mecanización Agraria.
Mª Luisa Soriano Martín, Servicio de Protección de los Vegetales.
- 2 CURSO DE APLICACIONES AGRO-FORESTALES DE LA AVIACION Y DE LOS MEDIOS TERRESTRES.
José Luis Ramos Figueras.
- Maquinaria para la aplicación de productos herbicidas.
Luis Márquez Delgado.

NUEVAS TENDENCIAS EN PROTECCIÓN FITOSANITARIA. MODELIZACIÓN

RAMÓN MORENO VÁZQUEZ

C.I.D.H. (Almería)

INTRODUCCIÓN

Es normal que algún lector no haya podido disimular su escepticismo; y quizás una sonrisa, entre irónica y burlona, habrá aflorado a sus labios, cuando haya leído el título del tema. Esta postura, desde el punto de vista profesional, es lógica en los biólogos "puros" y, por otra parte, totalmente comprensible en personas que han convivido en laboratorio con diferentes especies de animales o que han intentado descifrar su comportamiento cualitativo en pleno campo. Pero yo no lo es tanto en personas cuya actividad esta centrada en la Protección Fitosanitaria, una de cuyas tareas reside en la comprobación y comparación de la eficacia que diversos pesticidas poseen sobre un determinado fitoparásito. Esta duda razonable, que me surge, está avalada por el hecho de que cualquier análisis estadístico de los resultados emplea como herramienta fundamental un Análisis de la Varianza. Este a su vez depende de un tipo de modelo, específico para cada diseño experimental utilizado, que recibe el nombre genérico de lineal. Por consiguiente, consciente o inconscientemente, se están utilizando modelos en el campo de la experimentación de productos fitosanitarios; sin que el estupor, que yo sepa, haya hecho acto de presencia en aquéllos que los emplean. Antes bien, ¡ay de aquél! que ose presentar un ensayo sin su correspondiente análisis de la varianza.

Sirvan estas palabras de introducción al tema, para demostrar que son innumerables las ocasiones en que desestimamos, e incluso criticamos, sin suficiente conocimiento de causa, métodos que pueden resultar de una robustez y eficacia muy superiores a los que actualmente se utilizan. Si analizamos, en el caso concreto de la modelización, el por qué de estas críticas, observaremos que en su mayoría están provocadas por la aversión que ciertos estamentos tienen a la ciencia matemática; lo que les induce a desterrar, yo diría que de forma intuitiva, cualquier estudio en el que se tengan que aplicar conocimientos matemáticos más o menos profundos.

Si somos objetivos en nuestras apreciaciones, tendremos que estar de acuerdo en que la cuantificación y posterior análisis de los datos obtenidos son indispensables en numerosos estudios. Y si nos ceñimos a un apartado fundamental en nuestros días, como es el de la toma de decisiones, ya sea en el campo socio-económico o en el ecológico, la aportación de las matemáticas, para ayudarnos a elegir la decisión óptima, alcanza cotas de imprescindible.

Como es natural, no entra en mis cálculos efectuar aquí un discurso formal matemático, exponiendo y argumentando sobre los métodos que se pueden utili-

zar en las diferentes fases de la modelización. Por el contrario, mi propósito es que al término de la exposición los lectores

obtengan una visión global del proceso de modelización, en el que las matemáticas aparecerán como una herramienta más, de tan indudable utilidad como otras muchas.

Si consigo sintetizar los pasos más importantes para desarrollar modelos en el campo del manejo de plagas y enfermedades, creo que el lector se percatará de las inmensas posibilidades de mejora que nos proporciona la modelización, y de paso comprenderá por qué la C.E.E. insta a sus investigadores para que profundicen en este campo. La Lucha Integrada avanzará y se convertirá en una técnica con amplio respaldo popular, en la medida en que se avance también en la modelización de los agrosistemas.

SISTEMAS Y MODELOS

En Biología, y más concretamente en Ecología, nos enfrentamos con estructuras que presentan un dinamismo interno. Esta afirmación es válida, tanto si consideramos un individuo aislado como si elegimos una población de individuos de la misma especie, o si tenemos en cuenta, además de ella, otras poblaciones que comparten su mismo hábitat. Este dinamismo se mantendrá y acrecentará si incluimos los asociados no vivos de las comunidades anteriores. Este conjunto final constituye un ecosistema, que en consecuencia tiene la particularidad de ser dinámico.

Pero, ¿en qué nos basamos para dictaminar si los sistemas son dinámicos?. La respuesta es sencilla, un sistema será dinámico si entre algunos de sus componentes existe interdependencia. Veamos, a través de un ejemplo, cómo se genera el dinamismo en el caso anterior. Supongamos un sistema formado por un depredador y su presa. A medida que el depredador se alimenta, la presa irá disminuyendo, lo cual irá en detrimento de la población del propio depredador, que también disminuirá. Esta disminución la aprovechará la presa para incrementar su número, lo cual repercutirá en la población de su enemigo que volverá a ascender. Este proceso podría continuar indefinidamente con esas oscilaciones típicas en el tamaño de cada una de las poblaciones. En consecuencia, el dinamismo habrá hecho acto de presencia en el sistema.

Lo que en realidad sucede en este tipo de comunidades es que unos componentes ofrecen cierta información o transmiten algún material a otros, que lo aprovechan amoldándose a las nuevas circunstancias. A su vez,

estos últimos reaccionarán ante esta situación, comunicando su respuesta al sistema, que de nuevo responderá de acuerdo con sus características. En resumen, dentro del sistema dinámico se originan informaciones o transmisiones de material, que provocan el comportamiento distintivo del sistema. A este tipo de comunicación se le denomina realimentación, y a la estructura típica que relaciona entre sí los correspondientes componentes interactivos del sistema la llamaremos en lo sucesivo bucle de realimentación. Por consiguiente, una característica esencial de los sistemas dinámicos será la presencia de un cierto número de estos bucles.

Hasta ahora no he incluido dentro de estos sistemas un componente muy importante, que merece un tratamiento especial. Me estoy refiriendo al factor humano, que se encuentra inmerso en la mayoría, por no decir la totalidad, de los ecosistemas. Lo verdaderamente peligroso de este componente es que es el más interactivo y poderoso de los que integran estos sistemas; con el agravante de que la información recibida la elabora no siempre de forma lógica, a diferencia de como lo hace el resto de los componentes. Esto conduce irremediabilmente a situaciones peligrosas para la misma raza humana. Es necesario, por consiguiente, que esta raza, que se autodenomina racional, aprenda a comportarse dentro de los ecosistemas sobre los que tiene influencia.

Este aprendizaje ha de comenzar por la adquisición de un conocimiento, cuanto más profundo mejor, del mundo que nos rodea. Una vez alcanzado, nuestras decisiones indudablemente serán más acertadas, aunque no siempre obtengamos los resultados que en principio eran previsibles. Esto es así, debido a la extrema complejidad de los ecosistemas sobre lo que actuamos; en especial en todo lo referente a los canales de transmisión que hay establecidos entre sus componentes, y que son los culpables de que nuestras decisiones provoquen, en bastantes ocasiones, efectos contrarios a los esperados.

Estaré conformes, por lo tanto, en que deberemos dar un paso más, si queremos superar estos resultados negativos. Dentro de esta tentativa de mejora en donde tiene cabida la modelización.

Existen numerosas definiciones que intentan describir en alguna medida la naturaleza y función de los modelos. De todas ellas, yo me quedaría con la que dice que *"son abstracciones o simplificaciones de la realidad, que nos permiten predecir el comportamiento de la entidad que estamos modelando"*.

Si abundantes son las definiciones, no lo son menos las clasificaciones que se han hecho de los modelos. Yo,

para ajustarme al máximo al tema, preferiría dividirlos en dos grandes categorías, conductistas y estructuralistas.

En los primeros, elegiremos una serie de variables, cuyo comportamiento es el que nos interesa predecir, e intentaremos relacionarlas, en la mayoría de las ocasiones de forma lineal, con otras variables de fácil medida. En estos modelos, mediante técnicas estadísticas de mayor o menor complejidad, efectuamos un ajuste de los datos proporcionados por las observaciones y experimentaciones previas. Este ajuste tiene como finalidad estimar los parámetros del modelo, de tal forma que la discrepancia entre los valores pronosticados y los observados sea mínima. Por consiguiente, la pretensión de estos parámetros no será la de prestar un significado biológico al modelo al cual pertenecen; ya que su aporte, como acabo de comentar, se reduce a proporcionar el mejor ajuste posible a los datos.

Como se habrá podido comprobar a través de esta sucinta descripción, estos modelos ni describen ni cuantifican los mecanismos de los que se sirven los diferentes elementos del sistema para interrelacionarse, y ni mucho menos intentan esclarecer los efectos producidos por estas conexiones. En cambio, los modelos de índole estructural pretenden determinar prioritariamente cuáles son estas relaciones y cómo quedan configuradas dentro del marco del sistema. A partir de este conocimiento es cuando se inicia el proceso formal de la modelización.

Como es lógico, en estos modelos estructurales sucede muy a menudo que no existen aún conocimientos sobre los mecanismos biológicos de interacción entre los componentes. En estos casos no tendremos más remedio que recurrir a modelos del tipo conductista para relacionar un componente con otro, tal como se indicó anteriormente. Es decir estos modelos en su formalización no tienen inconveniente en utilizar las técnicas conductistas; ni por supuesto las analíticas, que aportan la base matemática fundamental sobre la que se asientan estos modelos.

Dentro de este campo del estructuralismo, se desarrolló a finales de los cincuenta una metodología para la modelización, conocida como Dinámica de Sistemas. Su autor fue Forrester, y en principio la aplicó a un problema de comercialización de productos eléctricos, que no podía ser solucionado mediante técnicas de investigación operativa. Posteriormente su empleo encontró mayor eco en el campo de la sociología y de la economía, en especial a partir de que el Club de Roma en 1.970 encargase a Forrester un estudio del mundo y de sus perspectivas. Actualmente, al demostrarse la potencia del método, su uso ha ido extendiéndose a otras ramas como la Ecología, aunque todavía en menor grado.

No obstante, es de destacar que en algunos de los trabajos publicados a finales de los setenta sobre estos temas se utilizaron métodos estructurales de modelización que, aun no estando basados directamente en la teoría de Forrester, ya supusieron un avance importante. Un ejemplo de esta aplicación lo encontraremos en los casos en que se desean predecir las poblaciones de los diferentes estadios de un artrópodo. Para ello, con la ayuda de los datos suministrados por diversas tablas de vida de la misma especie, se llega con cierta facilidad a ecuaciones del tipo:

$$N(t + 1) = N(t) + N(t) \cdot F + I$$

en la que,

$N(t + 1)$ representa la población en el tiempo $t + 1$,

$N(t)$ indica la que existe en el tiempo t ,

F es un parámetro que aglutina el efecto de los factores de mortalidad que actúan sobre el estadio, y que será siempre menor o igual a 1, e

I es número de individuos del estadio anterior, que se transforma en el considerado, en el transcurso de t a $t + 1$.

En los primeros modelos que aparecieron utilizando este método, las tasas de mortalidad, englobadas en F , se consideran fijas. Posteriormente se relacionaron con ciertas variables mediante modelos de tipo conductista, a través de regresiones lineales o curvilíneas. Así, por ejemplo, la mortalidad provocada por un depredador podría ser determinada en función de su propia población y de la de su huésped, y en función además de otros factores de signo abiótico. Algo similar podríamos comentar también sobre I ; lo que nos conduce a la conclusión de que la génesis de estos modelos es en cierta medida estructuralista, aunque todavía queda un largo camino por recorrer para alcanzar el nivel al que se encuentran en otras ramas.

En la definición que antes he dado de los modelos, aparecía la predicción como la función por excelencia de los mismos. Pero "predicción" es una palabra con un significado demasiado amplio como para no intentar matizarla. Los modelos conductistas permiten predecir el valor de una variable en función de otras; mientras que los estructurales dan un paso más, y gracias a su especial método de construcción, presentan la posibilidad de generar en un ordenador comportamientos diferentes de acuerdo con los valores que asignemos a los parámetros. Es decir, con la ayuda del modelo podremos predecir o, con otras palabras, simular situaciones

y comportamientos que de otra forma sería imposible conocer a través de la experimentación sobre el sistema real. Esta importante característica de los modelos contruidos de acuerdo con la metodología de la Dinámica de Sistemas, es básica para el correcto manejo de plagas y enfermedades.

Veamos el por qué, de esta afirmación. En el caso que nos ocupa de intervención en un sistema, con el fin de mantener a los fitoparásitos a niveles tales que no perjudiquen a los cultivos, es esencial que las decisiones que adoptemos sean óptimas. Esta optimización sólo será posible si disponemos de un modelo que sea capaz de responder eficientemente a las diferentes medidas de control que podamos emplear, lo cual exigirá que el modelo admita la simulación. Dos tendrán que ser, por consiguiente, las cualidades del modelo; eficiencia, que vendrá determinada por la correcta utilización de los bucles de realimentación, y poder de simulación. Ambas se cumplen en los modelos obtenidos a partir de la Dinámica de Sistemas.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, para el manejo de plagas y enfermedades se necesita en primer lugar construir el modelo, y, en segundo, emplear un método de optimización, que según los casos, será la programación lineal, la no lineal, o la dinámica.

Resumiendo, se puede afirmar que los modelos estructurales, y dentro de ellos los proporcionados por la Dinámica de Sistemas, son de los que mejor se adaptan a las necesidades impuestas por el manejo de plagas y enfermedades. Con el fin de que los lectores adquieran unas nociones del proceso de modelización en Dinámica de Sistemas, a continuación describiré sucintamente el camino que se ha de recorrer.

DINÁMICA DE SISTEMAS. PROCESO DE MODELIZACIÓN

Para una mejor comprensión del proceso de modelización, lo dividiré en tres fases: conceptualización, formulación y evaluación. La explicación de su desarrollo la efectuaré con la ayuda de un ejemplo, y de este modo, espero que los sucesivos pasos quedarán suficientemente claros.

Supongamos un sistema sencillo compuesto por presa y depredador.

En la Fig. 1 se muestra esquemáticamente el camino que debemos seguir durante la conceptualización. En esta primera fase nuestro interés se centra en la descripción cualitativa del sistema que intentamos modelar. Para ello, en un principio nuestros esfuerzos se dirigirán

Figura 1 - Proceso de conceptualización



a la obtención de un conocimiento del sistema lo más preciso posible. Como es lógico, tanto la presa como su depredador tendrán que haber sido clasificados con anterioridad. Una vez determinado este punto, nuestra labor se encaminará a la búsqueda de todo el material disponible, propio o extraño, referente al comportamiento de las dos especies que componen el sistema. Además, si lo consideramos necesario, solicitaremos la opinión de los expertos o especialistas en el tema. Supongamos que, de la información recabada, llegamos a las siguientes conclusiones:

- a) La tasa de incremento natural de la presa (TNINH) es constante e independiente del tamaño de su población (PH).
- b) La tasa de mortalidad natural del depredador (TMNP) es también constante e independiente de su población (PP).
- c) El depredador no tiene otras presas alternativas.
- d) La mortalidad de la presa provocada por el depredador (MHP) es proporcional al producto de ambas poblaciones.
- e) La eficiencia del depredador al transformar en su propia biomasa la que consume del huésped es constante (EHP) y no existen retrasos en la transformación.

Además, para simplificar aún más el sistema consideramos que no existen procesos migratorios.

Aquellas personas que trabajen sobre estos temas, reconocerán rápidamente que estas condiciones son las impuestas en el ya clásico modelo de Lotka-Volterra.

El paso siguiente trata de la especificación del objetivo. En nuestro caso, y para no complicar en demasía este primer contacto con la Dinámica de Sistemas, es preferible optar por un objetivo simple, tal como la predicción de las poblaciones de las dos especies. No obstante, si nuestro objetivo fuese la optimización del control del sistema, una primera etapa sería la obtención de este modelo predictivo, en el cual posteriormente se incluiría la componente correspondiente al control.

El sistema estará sometido a una realidad física concreta; ya sea un planta, una parcela, o una zona más amplia, que lo delimitará. Dentro de estos límites, en el sistema intervendrán unas variables propias de él, endógenas, que determinan su comportamiento dinámico a través de los bucles de realimentación. Pero también lo harán otras variables, como pueden ser las de carácter abiótico, que influirán sobre las endógenas pero que no se verán influenciadas por ellas. A éstas se las denomina exógenas. En consecuencia, dentro de las variables exógenas se incluirán también las de control.

Veamos qué variables debemos considerar en nuestro sistema presa-depredador. En las de tipo endógeno se incluirán las poblaciones de las dos especies y además el incremento neto natural de la presa (INN_H), la mortalidad de la presa debida al depredador (MHP), la mortalidad natural del depredador (MNP) y el incremento de la población del huésped (IPH). En cambio no habrá variables del grupo de las exógenas, ya que la hipótesis de partida era la estanqueidad del sistema, que quedaba reflejada por los valores constantes de las tasas TNINH, TMNP y EHP.

Normalmente los sistemas no son tan sencillos como el que estamos modelando en el ejemplo; ya que es de esperar que estén compuestos por poblaciones de muy diversas especies fitoparasitarias, las cuales vendrán acompañadas por las de sus correspondientes faunas auxiliares. Por otra parte, no debemos olvidar que el soporte o soportes vegetales que existan tendrán, por regla general, una decisiva influencia sobre el comportamiento del sistema. Por consiguiente, en cualquier sistema, con el fin de facilitar su descripción, podremos establecer una serie de estructuras que consideraremos, en principio, independientes unas de otras. En el ejemplo que estamos utilizando, no caben estas distinciones por la simplicidad del mismo.

Un momento clave en la modelización comienza con la clasificación de las variables. En Dinámica de Sistemas se establecen tres tipos de variables: de nivel, de

flujo y auxiliares. Las primeras, que son similares a las de estado de Teoría de Sistemas, son aquéllas en las que se acumulan los efectos producidos por el comportamiento dinámico del sistema y sirven para definir el estado del mismo en cualquier momento. Las de flujo son responsables de las variaciones que se producen en las de nivel, mientras que las auxiliares sirven de intermediario para calcular los flujos a partir de los niveles. Volviendo a nuestro ejemplo, la elección de variables no entraña dificultad; ya que, de acuerdo con lo expuesto, las poblaciones de las dos especies serán las de nivel; mientras que INN, MHP, MNP e IPH se considerarán de flujo. Por otra parte, como los flujos se calculan directamente a partir de las tasas TNINH, TMNP y EHP no habrá necesidad de utilizar variables auxiliares.

Una vez hecha la clasificación anterior, determinaremos cuáles son los bucles de realimentación que integran el sistema. Cada una de las poblaciones estará sometida a sus correspondientes flujos de variación natural, lo que dará lugar a dos bucles. A éstos habrá que añadir el que relaciona directamente a las dos poblaciones. Una forma gráfica de engarzar estos bucles se consigue mediante el diagrama causal que se muestra en la Fig. 2. En este diagrama quedan establecidas las conexiones mutuas entre las variables, así como el tipo de respuestas (incremento o descenso) de cada una de ellas a las variaciones sufridas por el resto.

Finalmente, si existieran más componentes estructurales en el sistema, procederíamos a unir los

correspondientes diagramas causales. Este engarce generalmente se realiza a través de aquellos flujos, que sirvan de nexo de unión entre los componentes estructurales. De este modo, con la construcción del diagrama causal conjunto habríamos concluido el proceso de conceptualización. Este diagrama es una representación esquemática del sistema, al mismo tiempo que le podemos considerar como el punto neurálgico del modelo. Cualquier discusión o debate que se suscite sobre la precisión del modelo y su posible mejora tendrá que enfocarse hacia el diagrama causal que hayamos establecido. Este diagrama, por consiguiente, tiene que poseer la cualidad de ser inteligible a cualquier persona, aunque no sea experta en modelización, para que pueda emitir juicios de valor sobre las variables utilizadas y la forma en que han sido interconectadas.

El proceso continuará con la formulación matemática del modelo (Fig. 3), que consistirá en traducir el diagrama causal a ecuaciones diferenciales o en diferencias. Para ello, y con el fin de facilitar esta transcripción, se construye un diagrama, similar a los de flujo que se utilizan en programación, y que recibe el nombre de Forrester, en honor del autor. Este diagrama se muestra en la Fig. 4, y se utiliza en su confección una simbología fácilmente comprensible. De él surgen de forma mecánica, las ecuaciones con tal de considerar cada uno de los flujos asociados a un nivel con su correspondiente signo. Las ecuaciones diferenciales obtenidas también se muestran en la misma Fig. 4.

Figura 2 - Diagrama causal



Figura 3 - Proceso de formulación

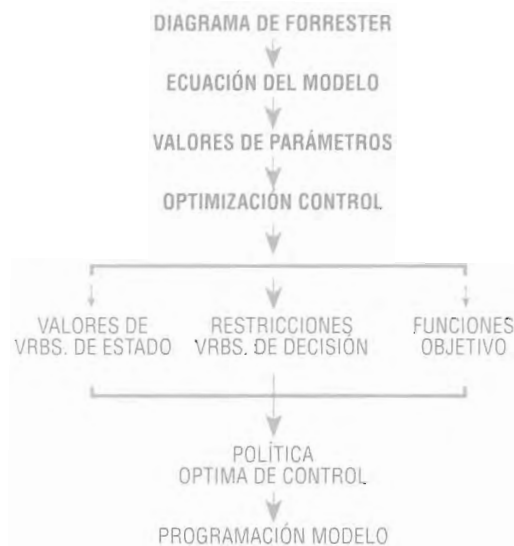
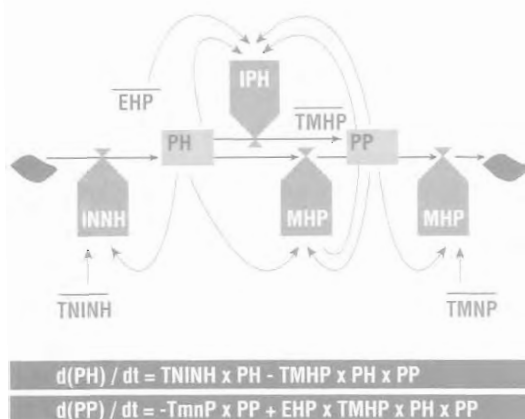


Figura 4 - Diagrama de Forrester. Ecuaciones



A las constantes (TNINH, TMNP, EHP) del modelo se les deberá asignar a continuación los valores concretos que les correspondan, y que en alguna medida debían haberse estipulado en la etapa previa de conocimiento del sistema.

En el caso de que estemos interesados en la optimización del control, del sistema, se iniciaría seguidamente un proceso complicado, en el cual tendríamos que hacer uso de métodos matemáticos altamente especializados. Por este motivo no insistiré en el tema, aunque deseo dejar constancia de que este paso es de singular importancia en el manejo de plagas y enfermedades.

Por último, las ecuaciones del modelo así como el proceso de optimización serán programados, con la ayuda de alguno de los lenguajes que existan.

Con la programación del modelo podríamos considerar que nuestra labor había concluido. Nada más lejos de la realidad. En estos momentos, es precisamente cuando comienza un trabajo primordial, consistente en el sondeo y supervisión del modelo. tenemos que demostrar que se ajusta a la realidad que hemos intentado modelar. En este punto comienza el proceso de evaluación (Fig. 5). Para ello, aprovechando la posibilidad de simulación del modelo, comprobaremos que los resultados y predicciones, que de él se derivan, no difieren esencialmente de lo que sucede en la realidad. Si se detectaran divergencias inaceptables tendríamos que reconsiderar de nuevo las bases de partida, obteniendo mayor información que nos permitiera establecer cuáles son los puntos erróneos en la conceptualización. En cambio, si se admite que el modelo, en una primera instancia, ofrece una similitud aceptable, avanzaríamos hacia el estudio del comportamiento del modelo. Este análisis abarcaría la simulación de diversas hipótesis,

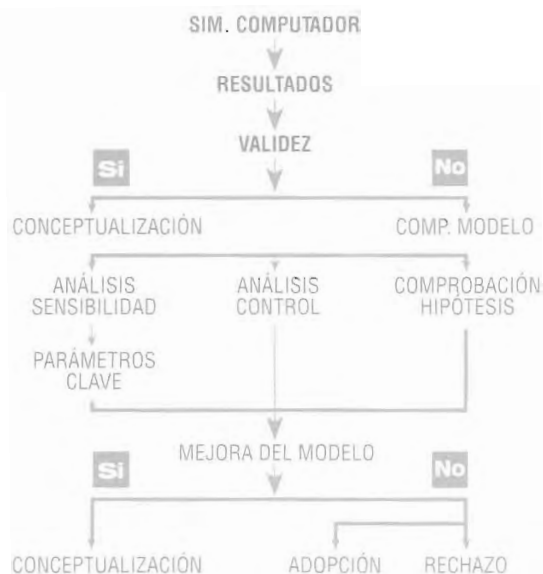
que en el sistema real difícilmente podrían estudiarse, con lo cual nuestro conocimiento del mismo se vería completado al máximo.

Además habría que efectuar un análisis de sensibilidad del modelo, consistente en comprobar como responde a alteraciones en los valores de sus parámetros. Un método ampliamente difundido por su sencillez es el de variar un parámetro manteniendo constante el resto. De esta forma, al simular cada una de las posibilidades, comprobaríamos si los niveles sufren cambios bruscos cuando los parámetros son sometidos a pequeñas variaciones. Si esto sucede con alguno de los parámetros utilizados deberemos prestar especial atención al valor que asignemos a ése o a esos parámetros.

Esta comprobación de la sensibilidad también puede ser efectuada por métodos analíticos, relacionados muy estrechamente con el estudio de la estabilidad del modelo. En esencia su finalidad es averiguar si existen zonas o puntos con equilibrio estable, lo que significaría que cuando el modelo se somete a pequeñas perturbaciones alrededor de ese equilibrio, el sistema responderá dirigiéndose nuevamente hacia él.

Todo modelo desarrollado a partir de la técnica de Dinámica de Sistemas es o debe ser un modelo abierto a cualquier posibilidad de mejora; ya sea porque consideramos que con los conocimientos actuales esta posibilidad existe o bien porque aparezca algún estudio relacionado con el sistema que abra nuevas vías de inter-

Figura 5 - Proceso de evaluación



pretación. Por este motivo siempre deberemos dejar una puerta abierta a esa mejora. En algunos casos, como sucede en las fases iniciales de modelización, iremos construyendo modelos casa vez más perfeccionados. Así, en el ejemplo que estamos siguiendo, hemos comenzado a considerar la población conjunta de la presa, en la que implícitamente se incluían las de cada uno de sus estadios. En el modelo siguiente que construyamos podría interesarnos desglosar estas poblaciones y observar si se evidencia alguna mejora.

Por último querría señalar que la modelización no siempre se puede llevar a cabo siguiendo este metodología. El constructor de modelos debe tener, por consiguiente, la suficiente entereza para reconocer el fracaso y renunciar al modelo, cuando tenga sospechas fundadas de que no conseguirá aproximarse suficientemente a ese sistema real que intentaba modelar.

CONCLUSIÓN

Nuestra actividad profesional debe de tener como finalidad el progresivo perfeccionamiento. Existen momentos en los que la consecución de las sucesivas metas estará supeditada al esfuerzo que realicemos para alcanzarlas. Ante esta situación no debemos mostrarnos remisos, y sí, por el contrario, decididos a poner todo nuestro empeño para superar las dificultades.

Lo que me parecería ilógico y poco ético sería que, los que no están dispuestos a subir a este tren del progreso, criticasen a los que con su mejor voluntad ejercitan la dinámica en su profesión.

En este capítulo he presentado un ejemplo de lo anterior. Actualmente se está viviendo un avance espectacular en el campo del manejo de plagas y enfermedades, y se está intentando que este manejo quede sujeto a unas pautas que lo racionalicen al máximo.

Creo que es un deber de los profesionales estar, como mínimo, enterados de cuantos progresos se produzcan en su área de trabajo. El tema tratado ha tenido como finalidad primordial colaborar para que los lectores conozcan las tendencias que actualmente existen en el campo de la modelización dentro de la Protección Fitosanitaria. Espero que esta aportación haya servido para incrementar en alguna medida sus conocimientos sobre estos temas, y les incite a escudriñar sobre las inmensas posibilidades que nos ofrece la modelización.

Finalmente quisiera indicar que este capítulo lo retitularía con el apelativo de "a modo de prólogo". Por este motivo no he creído conveniente inundar el texto de referencias bibliográficas, y sí he preferido dar unos textos y artículos clave de cada uno de los temas que han sido tratados.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- ARACIL, J (1.983).- *Introducción a la dinámica de sistemas*. Alianza Universidad Textos. Madrid.
- AUTORES VARIOS (1.977).- *Ecosystem modelling in theory and practice: An introduction with case histories*. Jhon wiley and Sons. New York.
- BROWN, G. C.; et. al. (1.978).- *Simulating codling moth population dynamics: model development, validation and sensitivity*. Environ. Entomol. 7: 219 - 227.
- FERRARI, T. H. S. (1.978).- *Elements of system - dynamics simulation. A text book with exercises*. PUDOC. Wageningen. The Netherlands.
- GOH, B. S. (1.980).- *Management and analysis of biological populations*. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam, Oxford, New York.
- HIRSCH, M. W.; SMALE, S. (1.983).- *Ecuaciones diferenciales, sistemas dinámicos y álgebra lineal*. Alianza Universidad de Textos. Madrid.
- HULPAS-JORDAAN, P.M.; LENTEREN, J.C. VAN (1.989).- *The parasite-host relationship between *Encarsia formosa* (Hymenoptera:Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera:Aleyrodidae)*. XXX Modelling population growth of greenhouse whitefly on tomato. Agric. Univ. Wageningen Papers 89-2.
- WADDILL, V.H.; et al. (1.976).- *A computer simulation model for populations of mexican bean beetles on soybeans*. SB 590. Feb. South Carolina Agricultural Experiment Station, Clemson University, Clemson.

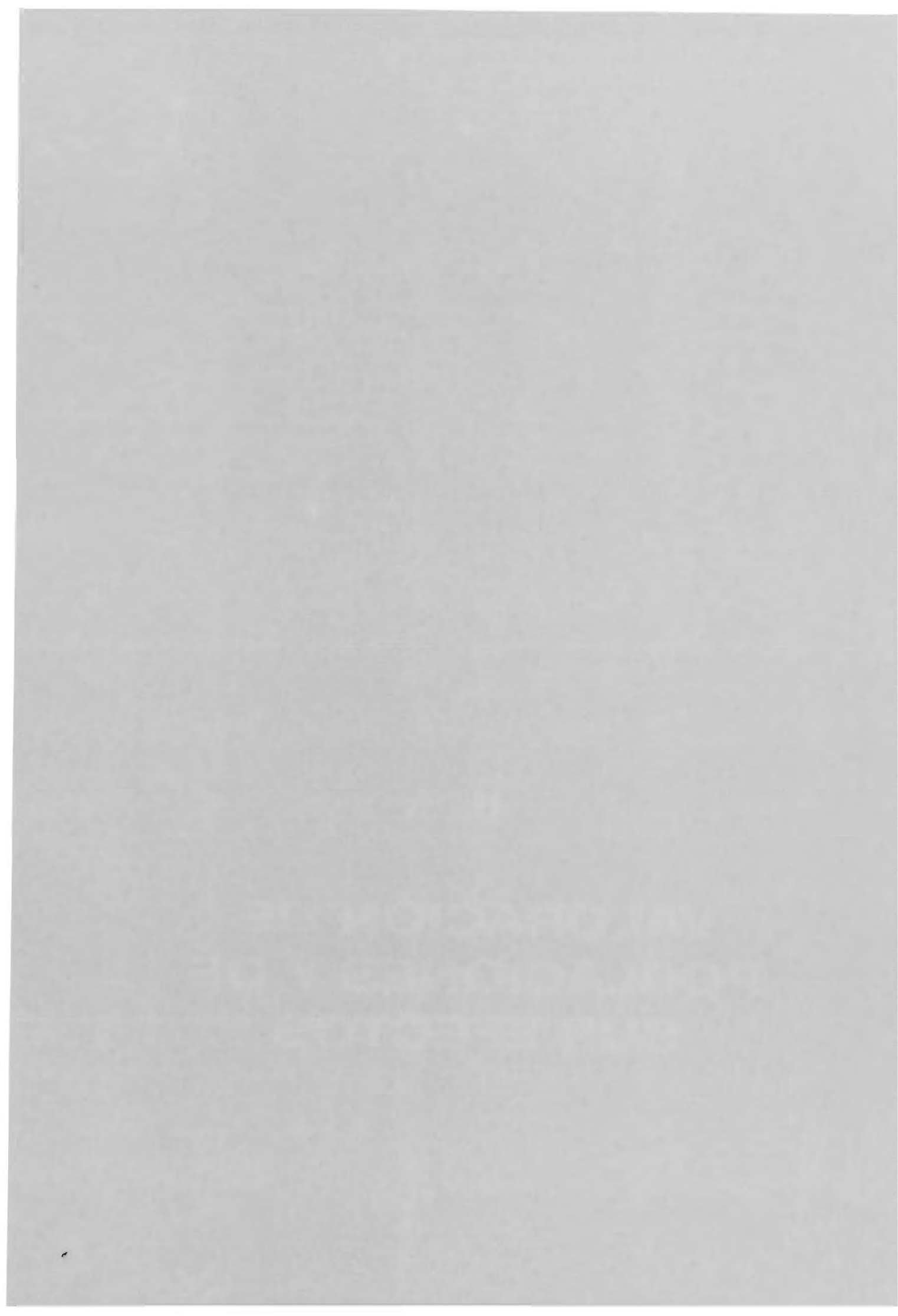
- WIT, C. T. de; GOUDRIANN, S. (1.978).- *Simulations of ecological processes*. 2ª edición. PUDOC, Wageningen. The Netherlands.

- WIT, C. T. de; et al. (1.978).- *Simulation of assimilation, respiration and transpiration of crops*. PUDOC. Wageningen. The Netherlands.

- ZADOCS, J. C. (1.971).- *Systems analysis and the dynamics of epidemics*. *Phytopathology* 61: 600 -610.

II.

**VALORACIÓN DE
POBLACIONES Y DE
SUS EFECTOS**



CAPTURA DE DATOS

RAMÓN MORENO VÁZQUEZ

C.I.D.H. (Almería)

INTRODUCCIÓN

En la Protección Fitosanitaria moderna no son sólo suficientes las apreciaciones cualitativas de las poblaciones de fitoparásitos, de sus efectos o de la eficacia de los tratamientos. Frases como, “parece que este tratamiento supera al resto”, “supongo que este parasitoides puede ser útil”, y otras por el estilo, han de ser refrendadas por estudios, basados en estimaciones cuantitativas de los parámetros poblacionales implicados en los procesos. Estas estimaciones deben regirse por unas normas científicas, que, nos guste o no, sólo nos las proporciona la Estadística, y más concretamente la rama que se dedica al Muestreo, en el caso específico de la captura de datos.

Los especialistas dedicados a la Entomología, o Patología Agrícola, han ido aceptando paulatinamente el enfoque estadístico de la captura de datos. No obstante, media todavía un abismo entre la simple aceptación y la puesta en práctica de esos postulados; debido quizás a su repulsa innata e inconsciente a la valoración matemática de los fenómenos biológicos y al lenguaje criptico que a menudo utiliza la estadística, y que se opone como barrera infranqueable a sus buenos deseos.

Como este artículo va especialmente dirigido a un público, por lo general, profano y lego en las intrincadas demostraciones matemático-estadísticas, no incurriré en el error de emplearlas, ni tampoco en el de usar vocablos inasequibles para ese público. En el caso de verme forzado a emplear algunos de esos términos, irán precedidos, o seguidos, de una explicación sencilla que facilitará la comprensión de su significado. Con todo ello espero que la claridad prevalezca, aun a expensas de que en ocasiones la exposición pierda algo de exactitud y precisión en el sentido estricto estadístico. Por otra parte, aquellas personas con suficientes conocimientos estadísticos encontrarán en este artículo una bibliografía seleccionada a la cual podrán dirigirse ante cualquier duda de tipo teórico que se les presente.

Por último quisiera hacer una advertencia a aquéllos que, sin la suficiente base estadística y con el solo bagaje de este artículo, deseen poner en práctica lo que en él se expone. De la fiabilidad de los métodos, que más adelante expondré, no se puede dudar porque han sido elaborados siguiendo un proceso matemático correcto, luego las posibles consecuencias erróneas que de su utilización obtengamos serán motivadas por una incorrecta aplicación de estos métodos o por el uso de datos inexactos. Este artículo tratará de la forma en que deben de ser utilizados los métodos y de sus campos respectivos de aplicación; siendo de esperar, por consiguiente, que su uso será el adecuado si se opera de acuerdo con las normas que se den. Estos métodos son asépticos ante

los datos erróneos, y por tanto, serán incapaces de dictaminar sobre su mayor o menor exactitud. En consecuencia, toda la meticulosidad que se ponga al servicio de la obtención de datos precisos será recompensada más tarde con unos resultados fiables. Habrá casos en los que esa obtención no suponga problemas, pero en otras surgirán dudas que la persona no especializada en esos temas será incapaz de resolver. Cuando esto sucede es preferible consultar con el especialista apropiado y no arriesgarse a buscar por sí solo las soluciones, que probablemente conducirían a resultados falsos.

Me he extendido a propósito en este punto concreto, porque soy consciente del peligro en que incurro al vulgarizar temas tan complejos, como el que me ocupa, presentándolos como un simple recetario de cocina. Esto puede conducir a una alegría excesiva en su aplicación por parte del profano, lo que en ocasiones se traducirá en resultados no satisfactorios. Esta situación traerá fatales consecuencias, porque se culpará al método del fracaso obtenido y, al mismo tiempo, se desestimará este tipo de metodología en los trabajos posteriores.

El tema de la captura de datos lo subdividiré en tres apartados, unidad de muestreo, técnica de muestreo y tamaño de la muestra, que son los tres pilares básicos del diseño muestral.

UNIDAD DE MUESTREO

MUESTREO ALEATORIO

Los estudios, que estén relacionados con la cuantificación de cualquier característica medible de las poblaciones de las especies fitófagas, han de iniciarse con la cuidadosa elección de una unidad de muestreo, debiendo recaer esta elección en aquella que sea la más adecuada para alcanzar el objetivo propuesto.

En este apartado voy a intentar describir el proceso que se sigue para seleccionar la unidad en el caso de un muestreo aleatorio simple (MAS), tipo en el que cada una de las unidades que compone la muestra se elige al azar, y que será explicado más adelante.

Pero, ¿es en verdad tan importante encontrar una unidad óptima de muestreo?. Un ejemplo nos irá orientando sobre este tema. Supongamos que nuestra meta es la estimación del número de adultos de *Trialeurodes vaporariorum* en una plantación de judías. Esta estimación tendrá que venir referida obligatoriamente a una unidad de muestreo; es decir, tendremos que especificar en qué lugar se encuentran los adultos que citamos: 200.000 en la plantación, 15 en cada hoja, ó 4 en cada

foliolo. La plantación, en el caso anterior, es la unidad de mayor tamaño que se puede elegir, luego la estimación referida a esta unidad será absoluta, y representará el total de adultos que existen. En cambio, con las otras dos unidades estamos efectuando estimaciones relativas de la población. Teóricamente, de estimaciones relativas se puede deducir una estimación absoluta con tan solo multiplicar la relativa por el número de unidades que contiene la plantación, siendo éste precisamente el camino que se suele seguir en las estimaciones absolutas. Nunca, por razones obvias, se elige la plantación como unidad de muestreo.

Hemos visto, por consiguiente, que hay dos tipos de estimaciones, las absolutas y las relativas, y que para efectuar las primeras utilizaremos una unidad de muestreo de tamaño menor que la plantación. Ahora bien, no siempre la unidad más idónea para una estimación relativa lo será también para una absoluta. Así es posible que el foliolo sea la unidad óptima en una estimación relativa; pero que sea, en cambio, el "golpe" la unidad que debe ser empleada para la estimación de adultos en una plantación.

Ha quedado claro, por tanto, que según sea la finalidad que se persiga - estimación absoluta o relativa - la unidad que utilizemos puede ser diferente.

En ambos tipos de estimación podremos elegir, según los casos, entre un número más o menos elevado de posibles candidatas a unidad. ¿Qué criterio seguir para seleccionar entre todas ellas?

Un método que, en principio, se nos ocurriría sería el de muestrear la plantación empleando cada una de las posibles unidades de muestreo, tomando siempre un mismo número de unidades. Aquella unidad que nos estimara los adultos con una mayor precisión sería la elegida.

La pregunta que hice antes, relativa a la importancia de encontrar una unidad óptima, empieza ya a tomar cuerpo; y se vislumbra, que quizás, con una unidad como el foliolo, el tamaño de la muestra necesario para obtener una determinada precisión sería menor que si se eligiera como unidad la hoja o la rama, o a la inversa.

Las preguntas y las dudas sobre este tema se suceden, y así cabe formularse también otra, relativa a si es rentable esforzarse en buscar una unidad óptima, cuando acaso sería más práctico elegir una arbitraria y trabajar con ella. No se puede contestar de antemano a esto; quizás en algunos casos no existan diferencias apreciables entre las unidades, pero ello debe ser confirmado con un estudio previo. Mientras éste no se haga, únicamente se estará especulando sin garantías de encontrar una solución satisfactoria. En la mayoría de

los casos, y la experiencia lo ha confirmado, existen amplias diferencias entre unidades. No exagero al decir que hay veces que con la utilización de un determinado tipo de unidad se puede ahorrar más del 50% del tiempo que se hubiese necesitado con otra unidad menos adecuada. Ante estos hechos creo que es evidente que se debe prestar especial atención a la elección de la unidad que vayamos a utilizar.

Hasta ahora he estado refiriéndome a la precisión en su sentido más amplio y abstracto, y ha llegado el momento en que se debe concretar qué se entiende, en estos casos, por precisión y cómo se mide. Para ello nada mejor que explicar cuál es nuestra intención cuando efectuamos cualquier tipo de muestreo. Es claro que no podremos conocer el número de adultos que hay en la plantación de judías, y que por este motivo recurrimos al muestreo para estimar esa población. Del muestreo deduciremos un valor que no coincidirá con el verdadero de la plantación, y al que por ello denominamos "estimación". Ahora bien, nosotros podemos aspirar a que esta estimación se aproxime cuanto deseemos al valor exacto. Esa mayor o menor coincidencia entre el valor estimado y el exacto es precisamente la precisión con la que estimamos el parámetro.

Pero ¿cómo mediremos la precisión si nunca podremos llegar a conocer el valor verdadero?. La solución nos la ofrece la Estadística al suministrarnos los medios para determinar, a partir de los datos obtenidos del muestreo, dos valores límites (uno superior y otro inferior) entre los cuales se ha de encontrar el verdadero con una probabilidad del $(100 - p)\%$.

Esto significa que, de cien casos, en $(100 - p)$ será cierta la afirmación anterior, y falsa en los p casos restantes. Al conjunto de valores comprendido entre esos dos límites se le llama intervalo de confianza, mientras que a $(1 - p/100)$ se le denomina coeficiente de confianza, y a p , nivel de significación. Una vez calculados para un mismo p los intervalos de confianza de cada una de las unidades de muestreo estudiadas, se procederá a compararlos. Sin embargo, antes hemos de hacer comparables esos intervalos y para ello los tenemos que referir a una cualquiera de las unidades de muestreo que estamos estudiando. Es decir, si elegimos como unidad de referencia el foliolo, las poblaciones estimadas con cada una de las restantes unidades de muestreo (hoja, mata, "golpe",...) y sus correspondientes intervalos los transformaremos en adultos/foliolo. Finalmente elegiremos aquella unidad que tuviera un intervalo de confianza menor.

Pero este proceso, que en buena lógica se podría seguir para escoger la unidad óptima de muestreo, es demasiado laborioso; ya que deberíamos efectuar tan-

tos muestreos en la plantación como unidades quisiéramos comparar. La teoría del muestreo nos proporciona un sistema más sencillo que el citado, el cual está basado en principios similares a los ya expuestos, pero en el que únicamente es necesario muestrear una sola vez. Veamos en líneas generales en qué consiste el método.

Comencemos por considerar que si con un solo muestreo extraemos una información tal, sobre las unidades que deseamos comparar, como para decidir cuál es la óptima, es que en ese único muestreo hemos tenido que tomar unidades de los tipos que se están estudiando.

¿Cómo se podrá llevar a la práctica ese muestreo tan especial?. De una forma muy sencilla, con tal de utilizar como unidad la de tamaño mayor de las que se comparan. Esta unidad estará compuesta de unidades de los restantes tipos, y de este modo podremos extraer consecuencias de la mayor o menor precisión de cada una de las unidades.

Supongamos que en el ejemplo de las judías, que estamos siguiendo, es nuestra intención elegir entre foliolo, hoja y mata. De acuerdo con el criterio anterior, en el muestreo se utilizaría como unidad la de mayor tamaño, en nuestro caso la mata, muestreando al azar un cierto número de ellas. Dentro de cada mata especificaremos el número de adultos que tiene cada una de sus hojas, y dentro de éstas el número de adultos que hay en cada uno de sus foliolos.

Este conjunto de datos extraído de las muestras nos proporcionará el material suficiente como para iniciar de inmediato las comparaciones entre las unidades de muestreo. Tal como se ha efectuado el muestreo, y desde un enfoque estadístico correcto, sólo podríamos comparar la mata con la hoja y con el foliolo, pero no la hoja con el foliolo, ya que las hojas no fueron muestreadas independientemente al azar. No obstante, si el número de hojas muestreadas es suficientemente grande no habrá inconveniente, ni se cometerán errores graves, si comparamos hoja y foliolo.

Hecha esta aclaración, sólo resta proceder a las comparaciones de las unidades dos a dos. Para ello se utilizan los estadísticos s_b^2 y s^2 que tienen el siguiente significado:

- s_b^2 es un valor que nos mide la uniformidad con que están repartidos los adultos entre las unidades de mayor tamaño. En nuestro caso, si estamos comparando mata y foliolo, cuanto mayor sea s_b^2 , menos homogéneamente estarán repartidos los adultos entre las matas, y así sería posible encontrar matas sin apenas adultos y otras con una abundante población.

- s^2 es un valor de las mismas características que el anterior; pero nos mide la uniformidad del reparto de los adultos entre las unidades de menor tamaño.

- m es el número medio de unidades del tamaño menor que hay en cada unidad mayor.

Si $ms_b^2 > s^2$, la unidad menor será más precisa,

mientras que si $ms_b^2 < s^2$, la unidad mayor será la más precisa.

Veamos a continuación cómo se calculan los valores anteriores. Si tomamos la mata y foliolo como unidades a comparar, tendremos:

a) Cálculo de s_b^2 :

$$s_b^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{y}_i - \bar{\bar{y}})^2}{n-1}$$

siendo:

\bar{y}_i la media de adultos / foliolo que tiene la mata i de las n muestreadas.

$\bar{\bar{y}}$ la media de adultos / foliolo en el total de la muestra.

n el número de matas muestreadas.

Más adelante indicaré como se calculan \bar{y}_i e $\bar{\bar{y}}$.

b) Cálculo de s^2 :

$$s^2 = s_b^2 + s_w^2$$

donde:

s_b^2 ha sido explicada con anterioridad

s_w^2 es un valor, similar a los ya citados s_b^2 y s^2 , que mide la uniformidad con que se reparten los adultos en cada una de las unidades menores (en nuestro caso, foliolos) dentro de las unidades mayores (matas) del invernadero.

Su valor viene dado por:

$$s_w^2 = \frac{\sum_{i=1}^n s_{wii}^2}{n}$$

en la que

s^2_{wi} es la medida de la uniformidad referida a la mata i del invernadero, y se calcula mediante:

$$s^2_{wi} = \frac{\sum_{i=1}^{m_i} (\bar{y}_{ij} - \bar{\bar{y}}_i)^2}{m_i - 1}$$

donde:

y_{ij} es el número de adultos que tiene el foliolo j de la mata i .

m_i es el número de foliolos que tiene la mata i .

c) Cálculo de m :

Si, tal como acabo de indicar, m_i es el número de foliolos que tiene la mata i , se tendrá que:

$$m = \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{n}$$

El cálculo de \bar{y}_i e $\bar{\bar{y}}$ (con lo cual completamos este formulario) se efectúa de la forma siguiente:

$$\bar{y}_i = \frac{\sum_{j=1}^{m_i} y_{ij}}{m_i}$$

$$\bar{\bar{y}} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{y}_i}{n}$$

A los valores ms^2_b , s^2_w y s^2 se las denomina, respectivamente, intervarianza, intravarianza y varianza general.

Como resumen, y con el fin de facilitar los cálculos, en el Cuadro 1 se ofrece una recopilación ordenada de los términos y expresiones matemáticas empleadas para determinar la unidad de muestreo óptima en cuanto a precisión.

Este mismo método se aplica al resto de las combinaciones que se pueden formar con las tres unidades - mata, hoja y foliolo - sometidas a estudio. La elección final recaería sobre aquella cuya precisión fuera superior a la de las otras dos.

Es claro que la unidad así escogida presentaría ventajas de precisión sobre las restantes. Pero no es sólo este factor el que entra en juego a la hora de elegir la unidad óptima. Hay otro muy importante que está relacionado con los tiempos de localización y observación de cada tipo de unidad, y al que por ello podemos incluir dentro del capítulo de costes del muestreo.

Unidades de muestreo comparadas: Mata y foliolo de judía.

y_{ij} : Nº de adultos (Ad) que hay en el foliolo (Fl) j de la mata i .

m_i : Nº de Fls de la mata i .

n : Nº total de matas muestreadas.

m : Media de Fls / mata.

\bar{y}_i : Media de Ads / Fl en la mata i . $\bar{y}_i = \frac{\sum_{j=1}^{m_i} y_{ij}}{m_i}$

$\bar{\bar{y}}$: Media de Ads / Fl en el invern. $\bar{\bar{y}} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{y}_i}{n}$

$$s^2_b = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{y}_i - \bar{\bar{y}})^2}{n - 1}$$

$$s^2_{wi} = \frac{\sum_{j=1}^{m_i} (y_{ij} - \bar{y}_i)^2}{m_i - 1}$$

$$s^2_w = \frac{\sum_{i=1}^n s^2_{wi}}{n}$$

$$s^2 = s^2_b + s^2_w$$

$ms^2_b > s^2$: La unidad menor (el foliolo) es más precisa.

$ms^2_b < s^2$: La unidad mayor (la mata) es más precisa.

Cuadro 1.- Muestreo aleatorio simple.
Elección de la unidad de muestreo.

Para comprender mejor la forma en que este factor influye sobre la elección de la unidad de muestreo será conveniente que describamos el proceso seguido en la realización de un muestreo. En primer lugar se sorteán las unidades que han de observarse, obteniéndose, si la unidad fuese el foliolo, que, por ejemplo, la primera unidad será el foliolo tercero de la quinta hoja de la segunda mata del golpe treinta, que la segunda será el foliolo primero de la octava hoja de la quinta mata del golpe dieciséis, y así sucesivamente. Es decir, en este sorteo previo la unidad que haya de observarse quedará perfectamente definida para que su posterior localización no admita dudas. Posteriormente, ya en el invernadero, se procederá al muestreo, eligiendo las unidades en el mismo orden que aparecieron en el sorteo.

Si se hubiese utilizado otra unidad, por ejemplo la mata, habríamos tenido que efectuar un proceso similar al ya descrito. ¿Cómo podremos comparar los tiempos de localización y de observación de estas dos unidades, mata y foliolo?. Es evidente que en primer lugar habría que hacerlas comparables, y para ello una solución es referir ambas a una unidad común.

Como unidad común se toma la de menor tamaño, en nuestro caso, el foliolo. El siguiente paso consistirá en escoger al azar en el invernadero un cierto número de matas (cuanto mayor sea éste, más ajustaremos el factor coste) y observar uno a uno los foliolos de todas ellas. Para efectuar este trabajo se habrá requerido un tiempo t . A continuación se escogen también al azar foliolos y se observan. Cuando transcurra el tiempo t se da por finalizada la operación. En este tiempo común t , por un lado, se habrán observado n matas con un total de F foliolos en su conjunto; mientras que por el otro se habrán observado F' foliolos elegidos, uno a uno, independientemente al azar. La relación F'/F es un coeficiente f ($0 < f < 1$) que nos servirá para incorporar el factor coste en el muestreo. En este caso, si

$fms_b^2 > s^2$, la unidad menor (foliolo) será la más adecuada;

mientras que si

$fms_b^2 < s^2$, será la unidad mayor (mata) la que deba elegirse.

Por tanto, no admite dudas que, cuando se tiene en cuenta el coste, la unidad elegida no tiene por qué coincidir con la de mayor precisión.

Con esta última matización relativa al coste del muestreo, pienso que cualquier técnico podrá determinar cuál es la unidad que más le conviene elegir. Para ello le bastará con seguir paso a paso el cuadro resu-

men que antes expuse y añadir, si así lo desea, el factor f , corrector del coste.

En este apartado han aparecido conceptos, tales como, intervianza, intravarianza y varianza total, de amplio uso, que serán utilizados con frecuencia en las páginas siguientes. Este es el motivo por el que me he extendido en la explicación, con el deseo de que quedasen suficientemente comprensibles y permitiesen el lector seguir sin demasiados problemas lo que posteriormente se expondrá.

MUESTREO BIETÁPICO

El muestreo bietápico (MB), tal como su nombre indica, se realiza en dos fases, y aunque será explicado en el siguiente apartado, será conveniente dar antes unas nociones previas que orienten al lector en lo referente a las unidades de muestreo que utiliza.

En este tipo de muestreo se eligen al azar unas unidades primarias (UP) y dentro de cada una de ellas, también al azar, se escoge el mismo número de unidades finales; que, por analogía con las anteriores, se las denominan unidades secundarias (US). Con relación a estas últimas se referirán las medidas que se efectúen sobre las poblaciones y tendrán, por tanto, la misma consideración que las unidades en el MAS. Por consiguiente, al ser la US similar a la del MAS, en su elección se seguirá el mismo método que se expuso anteriormente.

La elección de la UP supone hacer uso de un nuevo concepto. Para estimar un parámetro poblacional se toma una muestra y de ella extraemos el valor estimado. Si tomásemos otras muestras de la misma población obtendríamos valores diferentes en cada muestreo, excepto en el caso de que la población estuviese repartida por igual entre las unidades de muestreo.

Con un ejemplo se comprenderá mejor. Supongamos que deseamos estimar la media de adultos de mosca blanca que contiene una hoja de judía. Si todas las hojas contuvieran el mismo número de adultos, en todos los muestreos obtendríamos el mismo valor, que además sería igual a la media real de la población.

En cambio, a medida que existan mayores diferencias entre el número de adultos que hay en cada una de las hojas, mayores serán también, por lo general, las diferencias entre las medias estimadas en cada uno de los muestreos. Esta mayor o menor dispersión de las medias muestrales se valora a través de la varianza de la media (VM); que para el MB se estima, con la ayuda de un solo muestreo, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$VM = \frac{1-f_1}{n} s_b^2 + \frac{f_1(1-f_2)}{mn} s_w^2$$

en la que

$f_1 = n/N$ (fracción de muestreo de UP)

$f_2 = m/M$ (fracción de muestreo de US)

$N = n^\circ$ total de UP

$n = n^\circ$ de UP muestreadas

$M = n^\circ$ total de US en cada UP

$m = n^\circ$ de US muestreadas en cada UP

$s_b^2, s_w^2 =$ Tienen el mismo significado que en el MAS.

Intuitivamente se comprende que aquella UP con la que se obtenga menor VM será la que se deba utilizar.

En un invernadero hay posibilidad de elegir entre varias UP, tales como:

- Franjas orientadas de Norte a Sur, o de Este a Oeste. Su número total (N) dependerá de su tamaño y de la superficie del invernadero.

- Sector; que surge de la combinación de dos zonas, Norte y Sur, y de dos orientaciones, Este y Oeste. El número total de UP (sectores) será cuatro.

- Cada una de las celdas de una retícula imaginaria que cubra el invernadero. Su número total dependerá de las dimensiones de cada celda y del invernadero.

- Línea de plantas. El número total es un valor fijo para cada invernadero.

El requisito indispensable, previo a la elección, es que las UP deberán contener todas ellas el mismo número de US. Una vez seleccionadas aquéllas que lo cumplan, se pasará a utilizar el método, ya descrito, para elegir entre ellas la UP.

UNIDAD DE MUESTREO. CAMBIO EN EL TIEMPO

En el transcurso del tiempo las poblaciones de fitófagos sufren variaciones en número y en la forma en cómo se distribuyen entre las plantas. Esto conduce, o puede conducir, a modificaciones importantes en el grado de uniformidad de esa distribución, que, como ya sabemos, quedará reflejado en las inter e intravariaciones.

Al ser estos valores piezas claves en la elección de la unidad de muestreo óptima, es evidente que de una fecha a otra puede cambiar esa unidad. Como no sería práctico variar la unidad constantemente, su elección se hará en aquellos períodos intermedios, comprendidos entre aparición del fitoparásito y fin de la plantación, en los que la especie mantiene, durante un tiempo mayor, suficiente estabilidad en su distribución.

UNIDAD DE MUESTREO. MÚLTIPLES FITÓFAGOS

Hasta ahora se ha hecho referencia a la elección de la unidad de muestreo para un solo fitófago. La realidad nos enseña que, en Protección Fitosanitaria, cuando se efectúa un muestreo en un invernadero, el interés no sólo se centra en una única especie sino que abarca al complejo fitoparasitario presente en ese momento. Si cada uno de los componentes tiene su correspondiente unidad de muestreo, sería ilógico y demencial efectuar un muestreo independiente para cada uno de ellos. Hay que adoptar, por tanto, una solución que conjugue economía y fiabilidad en el muestreo.

Normalmente los fitoparásitos presentan unos períodos básicos, desde el punto de vista de la toma de decisiones, en los que es obligatorio ejercer sobre ellos una especial vigilancia. En el resto del tiempo, en cambio, con una supervisión es suficiente. En consecuencia, habrá que delimitar perfectamente en el tiempo cuáles son esos períodos de riesgo para cada uno de los fitoparásitos. De este modo, en cada fecha de muestreo sabremos cuál es el fitófago más importante, y éste será precisamente el que imponga la unidad de muestreo que se debe utilizar, quedando el resto supeditado a él.

TÉCNICAS DE MUESTREO

De las numerosas técnicas de muestreo que existen en la bibliografía, dos de ellas, muestreo bietápico y secuencial, son las que prestan una mayor ayuda en cultivos hortícolas. La primera es de aplicación en estudios concretos sobre evolución o progresión en el tiempo de los fitófagos o de sus enemigos naturales, mientras que el campo específico de la segunda es el de obtener información sobre la necesidad o no de acometer alguna acción sobre el fitoparásito. Esta última, como es lógico, es la de mayor utilidad dentro de la toma de decisiones en Protección Fitosanitaria, y por este motivo será la que explique con más detenimiento. Por otra parte, aunque el muestreo aleatorio simple no se suele aplicar sobre cultivos hortícolas, lo comentaré porque es la base de otros como el bietápico.

MUESTREO ALEATORIO SIMPLE

Se le conoce también como irrestrictamente aleatorio y consiste en seleccionar al azar n elementos entre los N que componen la población, de tal modo que todas las muestras posibles de tamaño n tengan la misma probabilidad de ser seleccionadas.

Esta es la definición estadística que se puede encontrar en cualquier libro sobre muestreo. Si esta definición la trasladamos a nuestro caso, comprobaremos que los elementos se corresponden con las unidades de muestreo. Dentro de cada una de ellas se observará la característica poblacional que nos interese (n° de individuos, presencia o no de fitófago, superficie afectada,...); con la intención de estimar media poblacional y su varianza, en el caso de cantidades, o proporción y

varianza, en el de presencia o no. Tanto una como otra debe acompañarse de su respectiva medida de precisión de la estimación que, según vimos anteriormente, se conseguía a través de las varianzas de la media (VM) y de la proporción (VP), lo que nos permitirá determinar el intervalo de confianza de la estimación con un nivel de significación p .

En el Cuadro 2 se muestran las expresiones que posibilitan el cálculo de los estimadores y de los intervalos de confianza para la media y proporción.

MUESTREO BIETÁPICO

Esta técnica de muestreo tiene una gran ventaja sobre la anterior, ya que facilita enormemente la selec-

PARÁMETROS	MEDIA	PROPORCIÓN
Media/Proporción	$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$	$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}$
Varianza	$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}$	$s^2 = \frac{1}{n-1} pq$
Var. del estimador	$VM = \frac{s^2}{n}$	$VP = \frac{1}{n-1} pq$
Coef. de variación	$VM = \frac{\sqrt{VM}}{y_i}$	$CV = \frac{\sqrt{VP}}{p}$
Inter. de confianza	$y_i \pm t \sqrt{VM}$	$p \pm t \sqrt{VP}$

siendo:

- n : Tamaño de la muestra
- y_i, a_i : Valor en la unidad i
- $q = 1-p$
- t : Valor de la t de Student para $n-1$ grados de libertad y un nivel p de significación.

Se suponen poblaciones infinitas

Cuadro 2.- Muestreo aleatorio simple.
Estimaciones Media y Proporción.

ción de las unidades de muestreo. En el MAS cada unidad se debe elegir independientemente y en el mismo orden en que apareció en el sorteo, lo que supone la obligación de trasladarse de un lugar a otro por el invernadero en busca de esa unidad. En cambio, en éste, primero se elige la UP, que será de una dimensión considerablemente menor que la del invernadero, y ya dentro de ella se escogen las unidades finales (US) que correspondan a esa UP. El ahorro de tiempo es evidente con esta última técnica.

El proceso de estimación es similar al del MAS, con la variante de la aparición de las nuevas varianzas, inter e intra. Los estimadores e intervalo de confianza para la media están recogidos en el Cuadro 3. El Cuadro para la

proporción sería similar a la anterior, con la única salvedad de que y_{ij} sería 1 si hay presencia y 0 si no la hay.

MUESTREO SECUENCIAL

Esta técnica de muestreo permite encuadrar al fitófago dentro de una de las tres situaciones siguientes:

- 1.- Se debe actuar sobre él.
- 2.- No se debe actuar sobre él.
- 3.- No es posible clasificarlo en alguno de los casos anteriores.

PARÁMETROS	ESTIMADORES
Media General	$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} y_{ij}}{mn} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{y}_i}{n}$
Intervarianza	$ms_b^2 = m \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{y}_i - \bar{y})^2}{n-1}$
Intravarianza	$s_w^2 = \frac{\sum_{i=1}^n s_{wi}^2}{n} = \frac{\sum_{ij} (y_{ij} - \bar{y}_i)^2}{n}$
Varianza General	$s^2 = s_b^2 + s_w^2 - \frac{s_w^2 (1 - f_2)}{m}$
Varianza de \bar{y}	$VM = \frac{1 - f_1}{n} s_b^2 + \frac{f_1 (1 - f_2)}{mn} s_w^2$
Coef. de Variación	$CV = \frac{\sqrt{VM}}{\bar{y}}$
Inter. de confianza	$\bar{y} \pm t \sqrt{VM}$

Cuadro 3.- Muestreo bietápico. Estimadores.

Para alcanzar una conclusión de este tipo previamente se habrán tenido que fijar los valores poblacionales que marcan los límites para actuar o no. Supongamos que la aplicación de un tratamiento químico contra *T. vaporariorum* se debe efectuar siempre que el porcentaje de hojas con presencia de adultos sea igual o superior al 50%, y no se realizará si ese porcentaje es igual o inferior al 35%. Entre el 35% y el 50% existe una duda razonable sobre la necesidad o no de actuar, ya que experimentalmente se ha comprobado que la incidencia sobre la producción, cuando las hojas con presencia se encuentran en ese intervalo, puede o no ser significativa. Este ejemplo es un caso típico que se presenta con frecuencia en Protección Vegetal.

Por consiguiente, en este planteamiento se están barajando dos hipótesis:

H1: La proporción de hojas con presencia es menor o igual a $p_1 (= .35)$

H2: La proporción de hojas con presencia es mayor o igual a $p_1 (= .5)$

y habrá que aceptar una u otra para determinar si se trata o no.

Cualquier método que nos permita definir en cuál de las dos situaciones se encuentra la plantación, debe manejar un margen de error para la aceptación. Nunca afirmará taxativamente que una de las dos hipótesis es la cierta, sino que indicará que existe una probabilidad, por ejemplo, del 95% de que sea verdadera.

El muestreo secuencial ofrece la posibilidad al usuario de marcar previamente los errores que está dispues-

to a asumir. Para ello utiliza dos tipos de errores o de riesgos:

Riesgo de 1ª especie ($R1^a$) : Probabilidad de aceptar H2 cuando H1 es verdadera.

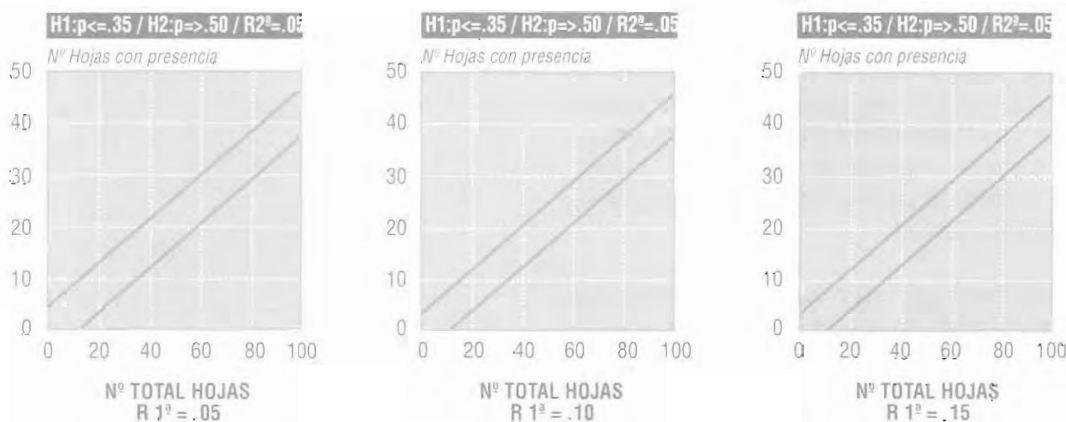
Riesgo de 2ª especie ($R2^a$) : Probabilidad de aceptar H1 cuando H2 es verdadera.

Con estas premisas, H1, H2, $R1^a$ y $R2^a$, se estiman dos rectas que una vez dibujadas dividen al cuadrante, Fig. 1, en tres zonas. La superior es la de aceptación de H2, la intermedia entre las dos rectas es la de incertidumbre, y la inferior es la de aceptación de H1. En el eje de abscisas se representa el número total de hojas observadas y en el de ordenadas el de hojas con presencia de adultos.

Como ya se indicó, los valores de los riesgos los marca el usuario de acuerdo con sus necesidades y el comportamiento previsible del fitófago. Si continuamos con el ejemplo propuesto, cuanto más elevado sea $R1^a$ más numerosos serán los casos en que se trate sin que hubiera necesidad de ello. En consecuencia, si se desea aquilatar al máximo el número de tratamientos innecesarios habría que reducir el valor de $R1^a$; y por el contrario, si esta circunstancia no fuera importante, se podría elevar. De forma similar, a medida que aumenta $R2^a$ mayores serán las ocasiones en que no se trate cuando en realidad habría que haberlo hecho. Estas consideraciones conducen a que, en este ejemplo, sería primordial reducir $R2^a$ con el fin de evitar riesgos importantes, al no aplicar un tratamiento cuando hubiera sido necesario.

En la Fig. 1 se ofrecen tres alternativas para el ejemplo, correspondientes a tres valores de $R1^a$, con $R2^a$ fijo e igual a 0.05.

Figura 1. - Planes secuenciales.



Para la estimación de los parámetros de las dos rectas:

$$x = a_1 + bn$$

$$x = a_2 + bn$$

se utilizan las siguientes expresiones:

$$a_1 = - \frac{\text{Ln} \left(\frac{1-R1^a}{R2^a} \right)}{\text{Ln} \left(\frac{p_2-q_1}{p_1-q_2} \right)}$$

$$a_2 = - \frac{\text{Ln} \left(\frac{1-R2^a}{R1^a} \right)}{\text{Ln} \left(\frac{p_2-q_1}{p_1-q_2} \right)}$$

$$a_2 = - \frac{\text{Ln} \left(\frac{q_1}{q_2} \right)}{\text{Ln} \left(\frac{p_2-q_1}{p_1-q_2} \right)}$$

en las que:

$$q_1 = 1 - p_1$$

$$q_2 = 1 - p_2$$

La aplicación práctica de esta técnica de muestreo es sencilla. Las unidades de muestreo se eligen al azar, y a medida que se observa en ellas la característica objeto de estudio se representa en el gráfico el punto correspondiente; teniendo en cuenta que el valor de la abscisa corresponde al número total de hojas que se llevan muestreadas y el de ordenadas al de hojas con presencia que se han encontrado en el total muestreado. Si el punto cae sobre la zona superior se realizará un tratamiento, y si lo hace sobre la inferior no se realizará. En ambos casos el muestreo se suspende. En cambio, cuando el punto se sitúa sobre la zona intermedia se continuará el muestreo.

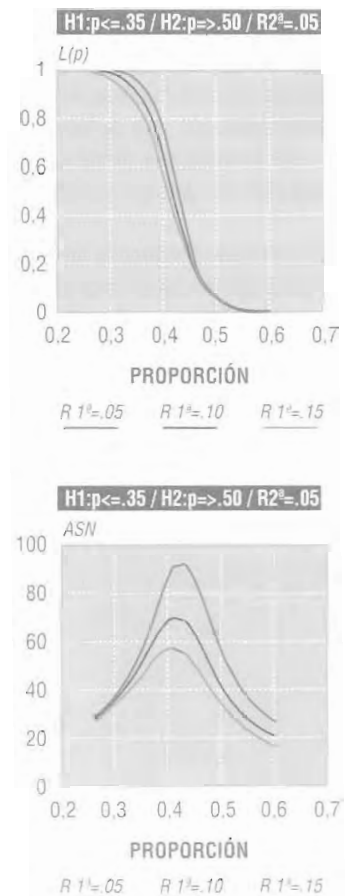
En este último caso, puede suceder que siempre nos encontremos sobre esa zona de incertidumbre, y nunca pasemos a alguna de las otras dos. Como es lógico, el muestreo no puede ser indefinido, tendrá que finalizar en algún momento. Esta técnica secuencial nos permite

determinar cuando se ha de dar por finalizado el muestreo y además proporciona otra información adicional sobre las probabilidades de aceptar H1 o H2 cuando la proporción real es una cualquiera.

En la Fig. 2 están representados dos gráficos, OC (características operativas) y ASN (número medio de muestras), para las tres alternativas del ejemplo. En el primero de ellos están dibujadas las curvas correspondientes a H1. En abscisas aparecen las proporciones y en ordenadas (LP) las probabilidades de aceptar H1 para cada una de las proporciones reales. En el caso de H2 las curvas serán simétricas a las anteriores, con el eje de simetría $y=(.5+.35)/2=.43$.

En el segundo, en ordenadas aparece el número medio de muestras (ASN) que se deben tomar para cada una de las proporciones reales, que se indican en el eje de abscisas. En nuestro ejemplo, cuando la plantación tuviese realmente una proporción de 0.43, caso más desfavorable, nos encontraríamos inmersos constantemente en la zona de incertidumbre, en cuyo caso si $R1^a = 0.05$ suspenderíamos el muestreo, de acuerdo con la curva, cuando hubiésemos alcanzado 90 muestras, si $R1^a = 0.10$ a las

Figura 2. - Curvas OC y ASN.



70 muestras, y si $R1^a = .15$ a las 55. Como era de esperar, a medida que aumenta $R1^a$ menor es el número medio de muestras. Este hecho nos ayuda, además, a establecer el plan secuencial más adecuado a nuestros recursos. Si con nuestros medios no podemos sobrepasar, en el caso más desfavorable, las 55 muestras, obligatoriamente tendríamos que trabajar con $R1^a = .15$.

TAMAÑO DE LA MUESTRA

Una de las preguntas que con más asiduidad hacen los técnicos antes de muestrear es la relativa al número de muestras que deben observar; y la respuesta, si no se tiene un conocimiento previo de la población, es siempre la misma, no es posible conocer “a priori” el tamaño de la muestra.

En la técnica secuencial, no tiene importancia este desconocimiento, porque no es necesario saber previamente cuál es el número de muestras. Pero en el MAS o MB, antes de realizar el muestreo, habrá que determinar obligatoriamente su tamaño.

Este valor surgirá como consecuencia de una serie de premisas establecidas de antemano. En primer lugar se debe fijar la precisión con la que queremos realizar la estimación. La precisión se puede medir en términos absolutos o relativos. En el primer caso nuestro deseo se centra en que la estimación no difiera del valor real en más de una determinada cantidad (d); por ejemplo, que la diferencia entre el valor estimado y el real de la media de adultos/hoja esté comprendido entre ± 0.1 . En el segundo caso nuestra intención es efectuar una estimación de tal forma que no se diferencie del valor real en más de un determinado porcentaje (d) del mismo. Para ello se hace uso del Coeficiente de Variación (CV), que equivaldría al porcentaje que se ha marcado.

Aunque se haya señalado una precisión previa, no siempre la obtendremos en el muestreo. En ocasiones las diferencias reales serán superiores a las establecidas; en suma, existirá un margen de error que tendremos que considerar con anterioridad al cálculo del tamaño de la muestra. Este riesgo (α), que estamos dispuestos a asumir en cuanto a equivocaciones, se valora como la probabilidad de aciertos que deseamos obtener en el cumplimiento de la precisión.

En el Cuadro 4 aparecen los valores del tamaño de la muestra (n) para medias y proporciones en MAS.

En MB existen dos unidades de muestreo, UP y US. En consecuencia, se tendrán que determinar los tamaños de cada una de las unidades. Para la US se estima el valor óptimo (m_{opt}) de US/UP, con independencia de la precisión y del riesgo. Una vez hecha esta estimación, el número de UP se calcula de forma similar a lo indicado en el Cuadro 4 para MAS. El valor de m_{opt} es :

$$m_{opt} = \sqrt{\frac{m}{m \frac{s_b^2}{s_w^2} - 1}}$$

Como se observa en el Cuadro anterior y en esta expresión, el tamaño de la muestra siempre, como es lógico, será función de las varianzas, es decir de la mayor o menor uniformidad en la distribución de las poblaciones, o de sus efectos, entre las unidades de muestreo. Pero estas varianzas no son conocidas, por consiguiente, en principio, no será posible establecer previamente el tamaño de la muestra. Hay algunos métodos, como el del muestreo previo con el cual se

	EST. ABSOLUTAS	EST. RELATIVAS
Media	$n = \frac{t^2 s^2}{d^2}$	$n = \frac{t^2 (CV)^2}{d^2}$
Proporción	$n = \frac{t^2 pq}{d^2}$	$n = \frac{t^2 q}{d^2 p}$

siendo :
d : precisión establecida

Cuadro 4.

puede estimar la varianza, pero todos ellos son poco prácticos en agricultura. Por este motivo, la investigación, en este campo, se ha dirigido a la búsqueda de soluciones para esta situación. Como las técnicas MAS y MB en protección fitosanitaria no alcanzan una relevancia especial, no añadiré nada más sobre el tamaño de la muestra.

CONCLUSIÓN

Este artículo ha estado dedicado a un capítulo fundamental de la Protección Fitosanitaria moderna. La cuantificación correcta de poblaciones o de daños, nos proporcionará una herramienta básica que nos permitirá comprobar si nuestras decisiones han sido las adecuadas para atajar los efectos perjudiciales de los fitoparásitos. Si nuestras valoraciones, vuelvo a insistir, no se han ajustado a unas normas científicas, estaremos asumiendo el grave riesgo de adoptar decisiones, cuyos resultados serán opuestos a nuestras intenciones y de los cuales, no lo olvidemos, puede depender la producción futura de la plantación.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- AZORIN, F., (1.972).- *Curso de muestreo y aplicaciones*. Aguilar. Madrid.
- COCHRAN, W. G., (1.963).- *Sampling techniques*. 2nd ed. Wiley, New York, London, Sidney.
- KUNO, E., (1.969).- A new method of sequential sampling to obtain the population estimates with a fixed level of precision. *Res. Popul. Ecol.* 11 : 127 - 136.
- KUNO, E., (1.976).- Multi - stage sampling for population estimation. *Res. Popul. Ecol.* 18: 39 - 56.
- MORENO, R., (1.977).- Revisión de las técnicas de muestreo en entomología aplicada. *Bol. Serv. Plagas* 3 : 207 - 217.
- MORENO, R., (1.985).- Protected cultures: Sampling designs for their major pests. *Bulletin SROP*, 1985/VIII/I : 55 - 69
- MORRIS, R. F., (1.960).- Sampling insect populations. *A. Rev. Ent.* 5 : 243 - 264.
- RAVINOVICH, J.E., (1.980).- *Introducción a la ecología de las poblaciones animales*. C.E.C.S.A.
- SOUTHWOOD, T.R.E., (1.978).- *Ecological methods*. Chapman an Hall. London.
- STRIKLAND, A.H., (1.961).- Sampling crop pests and their hosts. *A. Rev. Ent.* 6 : 201-220.

ANÁLISIS DE DATOS

RAMÓN MORENO VÁZQUEZ

C.I.D.H. (Almería)

fuente de variación conocida por interacción. Con su significación se valora si el efecto de alguno de los niveles de un factor depende de alguno o algunos de los niveles del resto de los factores.

Las consecuencias de no prestar la debida atención a la existencia de interacciones pueden ser graves. Para demostrarlo, supongamos que se realiza una experiencia con el fin de comprobar el efecto de dos sustancias (factores), A y B, sobre la producción de una especie vegetal. Cada una de estas sustancias se aplica a tres concentraciones (niveles) diferentes. Si una concentración de una de las sustancias, A, inhibe la acción de la otra, B, nos enfrentaremos con una interacción y, como es lógico, el análisis de la varianza no será válido, en este caso, para verificar si la hipótesis de igualdad de medias de los efectos de los niveles del factor B es cierta o no. Esto será así, tanto si el test F se muestra significativo como si no; en resumen, no será posible conocer si existen diferencias entre los efectos de los niveles de B.

Esto que, en principio, pudiera parecer un fracaso de la experiencia no tiene por qué serlo, ya que nos conducirá al esclarecimiento de hechos que desconocíamos.

Estas consideraciones sobre la interacción nos servirán para captar, en su justa medida, cuál es el objetivo del análisis de varianza propuesto al comienzo de este apartado. El eje longitudinal de los invernaderos está, normalmente, orientado en dirección E - O, lo que origina una diferencia de temperatura entre las zonas N y S, que será mayor cuanto mayor sea el eje transversal. Algo similar sucede con la humedad relativa respecto a las dos orientaciones. Consecuentemente los dos factores, zona y orientación, influirán sobre los niveles poblacionales de la mayoría de los fitoparásitos. En caso de no ser así, será debido a una serie de circunstancias que merecerá la pena analizar más detenidamente.

Una virosis transmisible por semilla y también de forma mecánica, aparecerá inicialmente en uno o varios focos y se propagará como una mancha de aceite, independientemente de la zona y orientación. Este es un caso típico en el que los dos factores analizados ni influyen ni influirán en la dispersión del fitófago por el invernadero. Por consiguiente, si los focos iniciales no están distribuidos aleatoriamente o concentrados uniformemente en alguno de los niveles de algún factor, el análisis de la varianza nos mostrará, durante las primeras fases de expansión de la enfermedad, una interacción significativa. En estos casos de dos factores con dos niveles cada uno, el análisis de la interacción es sencillo y de él podremos deducir la zona/orientación donde se ha producido la eclosión de la virosis, y los caminos seguidos para su posterior propagación.

Otros fitoparásitos, tales como, mosca blanca, ácaros, pulgones y la mayoría de los patógenos, también iniciarán su actividad a partir de unos focos, más o menos amplios, pero su propagación y distribución posterior por el interior del invernadero sí se regirá, en cambio, por los condicionantes climáticos de cada uno de los sectores. También aquí, el Análisis de la Varianza nos detectará inicialmente interacciones, que continuarán hasta que el fitófago se haya distribuido por el invernadero, de acuerdo con su respuesta a las condiciones imperantes en cada uno de los sectores. El tiempo transcurrido hasta que esto suceda será, por supuesto, variable para un mismo fitoparásito, y se ajustará a los factores bióticos y abióticos a que haya estado sometido.

Las alteraciones que se hayan producido de una semana a otra, como consecuencia de algún agente externo, quedarán reflejadas también en las interacciones que aparezcan en otros análisis de varianza en los que se incluya, además, la fecha de muestreo como nuevo factor. Si, por ejemplo, por la orientación de Levante se ha producido, entre dos muestreos consecutivos, la entrada masiva de mosca blanca desde el exterior, la interacción fecha-orientación resultará significativa.

De estos análisis, no cabe duda, se deducirán consecuencias prácticas, que servirán para determinar la conveniencia de actuar sobre el fitoparásito con el fin de provocar la disminución de su población en los sectores más afectados. Es indudable que esta decisión no se habría podido adoptar si hubiésemos utilizado un muestreo secuencial en su sentido estricto.

Con la ayuda del método específico de análisis para el muestreo bietápico, se pueden obtener conclusiones similares a las anteriores y, además, será posible estimar el tamaño mínimo de la muestra, citado en el apartado anterior, que deberá utilizarse en el muestreo de la semana siguiente.

POBLACIÓN Y VARIABLES CLIMÁTICAS

De todos es sabido que el desarrollo de un organismo es la consecuencia, en último extremo, de una serie de procesos bioquímicos. La velocidad, con que se desarrollen, dependerá, principalmente, de la temperatura; o con otras palabras, la duración de cada uno de los estadios de un artrópodo será función, entre otros parámetros climáticos, de la temperatura.

Cualquier artrópodo puede desarrollarse a temperaturas comprendidas entre dos extremas, llamadas umbrales mínimo y máximo, de tal modo que fuera de ellas su crecimiento se detiene. Dentro de este rango existe una óptima para el organismo, que proporciona

una tasa máxima y un tiempo mínimo de desarrollo. Estos parámetros, climáticos y evolutivos, se pueden estimar sometiendo a los individuos a diversos regímenes de temperaturas fijas. Pero en condiciones naturales el artrópodo estará sometido, no a una temperatura fija, sino a una que fluctuará diariamente y que además diferirá entre días sucesivos. Por tanto, esos estudios de laboratorio suministrarán una información general sobre el comportamiento de la especie ante la temperatura y sólo nos aportarán, como datos de aplicación práctica, los umbrales mínimo y máximo.

Un método que se ha utilizado desde principios de siglo para incorporar la temperatura, en el proceso evolutivo de las especies, ha sido el que tenía en cuenta los $^{\circ}\text{C}\cdot\text{día}$. Su valor diario es la superficie media abarcada por la curva de temperatura diaria, que queda comprendida entre los valores de los umbrales. El valor total de $^{\circ}\text{C}\cdot\text{día}$, correspondientes a un determinado período, se obtiene sumando los respectivos valores diarios. Hay diversos métodos para realizar esta estimación, algunos de los cuales se recogen en la bibliografía.

Varias objeciones se pueden poner al uso de $^{\circ}\text{C}\cdot\text{día}$. Una de ellas es que la temperatura utilizada es la del medio ambiente y no la del cuerpo del individuo, que realmente será la que influya sobre su velocidad de desarrollo. Los artrópodos son organismos poikiloterms y, como tales, su temperatura puede diferir ampliamente de la de su entorno. Por este motivo, no es de extrañar que individuos sometidos a radiación directa puedan alcanzar hasta 10°C más que la temperatura de su medio ambiente.

A pesar de este inconveniente, los $^{\circ}\text{C}\cdot\text{día}$ se han mostrado muy útiles en múltiples estudios en los que se han comparado curvas evolutivas de una misma especie en diferentes condiciones naturales. Este método nos permitirá, por tanto, definir la curva evolutiva del fitoparásito en función de una transformada de la temperatura, $^{\circ}\text{C}\cdot\text{día}$, y no del tiempo.

Los $^{\circ}\text{C}\cdot\text{día}$ representan una temperatura media diaria, sometida a las restricciones de los umbrales, que se acumula desde la aparición de la especie en la plantación, y, por tanto, serán un índice de la temperatura que habrá soportado la población de la especie mientras estuvo presente sobre el cultivo. En buena lógica, este valor tendrá un significado mayor sobre la evolución de una especie polivoltina que el meramente puntual de, por ejemplo, la temperatura media de un día o de varios. En estas consideraciones se basa la utilidad del método.

En los patógenos, en especial en el caso de los hongos, la HR desempeña un papel fundamental en ciertas fases de sus ciclos de infección y, por consiguiente, será

necesaria su inclusión como posible variable explicativa del progreso de la enfermedad. La incorporación de la HR se puede hacer, en este caso, a través de modelos de regresión en los que intervengan el número de horas transcurridas dentro de un determinado rango de HR. Estos modelos se complementarían, además, con otras variables, como la antes mencionada de $^{\circ}\text{C}\cdot\text{día}$.

EVOLUCIÓN POBLACIONAL

Los datos recogidos en los muestreos secuenciales nos medirán la incidencia de los fitoparásitos sobre la plantación, y se expresarán como la proporción de plantas o de órganos con presencia de la especie o afectados por ella.

Desde el punto de vista del análisis, en función de T, de la evolución de estos parámetros será suficiente con los datos anteriores. Pero si deseamos analizar las posibles repercusiones de la especie sobre la producción será necesario, en la mayoría de los casos, realizar antes ciertas transformaciones en los datos originales.

Entre los artrópodos perjudiciales para los cultivos existen algunos que dañan o pueden dañar directamente al fruto. La estimación de las mermas productivas que originan se haría, para lepidópteros, relacionando los frutos atacados con las poblaciones, preferentemente, de adultos capturados en trampas, y, para tisanópteros y ácaros, relacionando los frutos afectados con su incidencia.

Ahora bien, existen otros artrópodos, con acción directa sobre el fruto, que progresivamente colonizan hojas y/o tallos de las plantas. Su efecto sobre la producción es bastante más difícil de estimar, ya que entran en juego su nivel poblacional y el estado fenológico de la plantación. Si, por ejemplo, una plantación de judías, en sus primeras fases de desarrollo, sufre un fuerte ataque de minadores, las consecuencias para la plantación serían más nefastas que si éste se hubiese producido en las fases terminales del cultivo. Es evidente, además, que la incidencia de una especie, en una fecha cualquiera, no será representativa de la acción total que la misma ha ejercido durante el transcurso del cultivo. En cambio, la incidencia diaria acumulada sí será un claro exponente de la presión a que el fitoparásito ha sometido a la plantación y, en consecuencia, será un valor que estará relacionado más estrechamente con las pérdidas productivas.

Esta incidencia tiene rasgos similares a los $^{\circ}\text{C}\cdot\text{día}$, y se estima valorando la superficie por debajo de la curva de incidencia de la especie. En términos matemáticos es la integral de esa curva entre los valores inicial y final del período considerado, y su dimensión será Incidencia.día.

Este índice ha sido y es de gran utilidad en Protección Fitosanitaria, porque, gracias a él, podremos determinar los estados fenológicos en los que la presencia de los fitoparásitos causan un mayor efecto depresivo sobre la producción, y durante los cuales, consiguientemente, tendríamos que intentar que la incidencia de estas especies disminuyera.

Las especies hortícolas también poseen, al igual que los fitoparásitos, unos umbrales de temperatura, mínimo y máximo, para completar las fases de su desarrollo. Por lo tanto, sus estados fenológicos pueden quedar definidos por sus respectivos °C.día. De este modo será fácil delimitar cada uno de estos estados y relacionar la Incidencia.día de los fitoparásitos, durante esos períodos, con la producción.

EJECUCIÓN DE LOS ANÁLISIS

En las páginas anteriores se han citado algunos de los análisis de mayor trascendencia para el establecimiento de una protección fitosanitaria lógica y racional.

Si estos análisis se tuvieran que efectuar con la ayuda de una calculadora, difícilmente los podríamos finalizar en una semana; por lo que no se podrían adoptar las medidas inmediatas y urgentes, basadas en los resultados de esos análisis, que posiblemente reclamaria la plantación.

Gracias a la potencia y rapidez de procesamiento de los ordenadores se ha conseguido que estos análisis se puedan realizar en un tiempo prudencial, con lo cual dispondremos de la información indispensable para actuar de forma rápida, eficaz y certera.

En las prácticas se explicará el uso de las aplicaciones estadísticas que se utilizarán en el Análisis de Datos, y que comprenderán las relativas a modelos lineales, planes secuenciales, muestreo biétipico y elección de la unidad de muestreo, así como las relacionadas con la estimación de °C.día e Incidencia.día.

CONCLUSIÓN

En este capítulo se ha abordado el tema del análisis de los datos desde un enfoque eminentemente práctico. La captura de datos y su posterior análisis han de estar supeditados al objetivo que nos hayamos propuesto alcanzar, mientras que el tipo de análisis será el que imponga el método de captura. Esta jerarquización se debe de tener en cuenta siempre; porque, en caso contrario, la falta de definición clara del objetivo o de los sistemas de análisis a utilizar conducirán a una captura de datos desproporcionada, que ni se podrá analizar de la forma debida ni será posible extraer de ella las conclusiones necesarias para su aplicación en el manejo del complejo fitoparasitario.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA.

- ALLEN, J.C. (1.976) .- A modified sine wave method for calculating degree days. *Environ. Entomol.* 5:388-396
- LITTLE, T.M.; HILLS, F.J. (1.978) .- *Agricultural experimentation. Design and Analysis*. John Wiley and Sons. New York.
- OSBORNE, L.S. (1.981) .- Utility of physiological time in integrating chemical and biological control of greenhouse whitefly. *Environ. Entomol.* 10:885-888.
- OSBORNE, L.S. (1.982) .- Temperature-dependent development of greenhouse whitefly and its parasite *Encarsia formosa*. *Environ. Entomol.* 11:483-485
- STINNER, R.E.; GUTIERREZ, A.P.; BUTLER, G.D.Jr. (1.974) .- An algorithm for temperature-dependent growth rate simulation. *Can. Ent.* 106:519-524
- WARNOCK, S.J.; ISAACS, R.L. (1.969) .- A linear heat unit system for tomatoes in California. *J.Amer. Soc. Hort. Sci.* 94(6):677-678
- ZALOM, F.J.; NATWICK, E.T.; TOSCANO, N.C. (1.985) .- Temperature regulation of *Bemisia tabaci* (Homoptera:Aleyrodidae) populations in Imperial Valley Cotton. *J.Econ.Entomol.* 78:61-64

TOMA DE DECISIONES

RAMÓN MORENO VÁZQUEZ

C.I.D.H. (Almería)

INTRODUCCIÓN

El objetivo de cualquier empresa es la obtención de un beneficio neto máximo, lo que se conseguirá gracias a la optimización de los recursos disponibles. En nuestro caso específico, las decisiones sobre protección fitosanitaria deberán enmarcarse dentro de esta premisa general.

La Incidencia.día que haya alcanzado un fitoparásito durante un período será la responsable de que el cultivo sufra unas mermas en su producción, que serán de mayor o menor cuantía de acuerdo con el estadio fenológico en que se encontrase la plantación en el período considerado. Las mermas previstas para un determinado nivel de incidencia podrán aconsejar la aplicación de medidas correctoras, siempre y cuando el valor de aquéllas supere el coste de aplicación de esas medidas. A su vez, esta aplicación, frenará la tendencia alcista de Incidencia.día con lo cual lograremos reducir las mermas.

En la Fig.1 se ha representado de forma esquemática este proceso. En ella se puede comprobar que existen tres factores esenciales en la toma de decisiones, que son los tres valores de la base del tetraedro dibujado. El primero es, el nivel de ataque, medido en nuestro caso como Incidencia.día, y cuyo efecto sobre la producción se tendrá que valorar.

Otro factor es la producción. En aquellos cultivos hortícolas, en los que se comercializa el fruto, su producción se escalona durante un período más o menos amplio. Cualquier acción que se piense emprender contra un fitoparásito tendrá que estar basada en la

producción que aún resta en la plantación. A medida que ésta se acerca a sus etapas finales productivas, menores serán las pérdidas que puede acarrear un fitoparásito y menor también la necesidad de acometer acciones contra él.

Por último está el precio del producto, factor esencial en este entramado de la toma de decisiones y que, por desgracia, es desconocido en la mayoría de las ocasiones. Esto supone una barrera más, que -a veces- es infranqueable, en la adopción correcta de medidas.

De acuerdo con estos factores se aplicarán las medidas que se crean oportunas para frenar el avance del fitoparásito. Estas medidas representan un coste que se puede estimar o bien, como el aporte suplementario para reducir en una unidad el nivel de incidencia, o bien como el incremento de coste con el cual se conseguiría un aumento unitario en la producción.

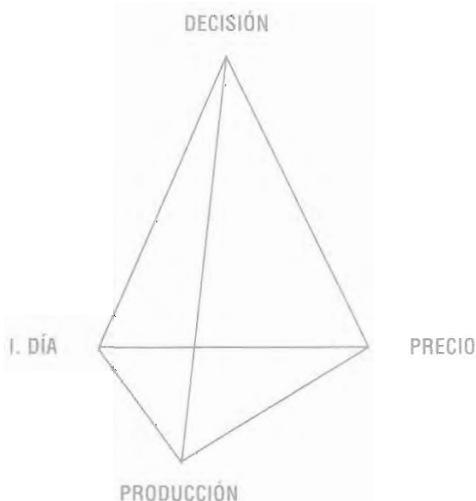
El enfoque ofrecido, hasta el momento, ha sido muy simplista, ya que se ha considerado un solo fitoparásito, y no el complejo fitoparasitario que es el que actúa conjuntamente en estos agrosistemas. La acción de las posibles plagas y enfermedades que afectan a un cultivo no tienen un efecto aditivo, es decir, el efecto global sobre la producción no es la suma de los efectos parciales. Por consiguiente, la disminución de la producción será función de la estructura poblacional conjunta.

Por otra parte, la plantación estará sometida a otros factores (culturales, edáficos, nutricionales, hídricos y varietales) que influirán también sobre la producción y cuyos efectos tampoco serán aditivos, ni entre ellos mismos ni con los producidos por los fitoparásitos. Un ejemplo extremo de lo anterior se produciría cuando uno cualquier de esos factores fuese limitante para la producción, en cuyo caso el efecto de los fitoparásitos sería despreciable.

A través de esta visión global, que he mostrado, el lector habrá comprendido que la toma de decisiones en protección fitosanitaria encierra enormes dificultades. No es extraño, por tanto, que, ante el cúmulo de variables que se han de manejar, los trabajos relacionados con el tema sean escasos, por no decir nulos, sobre todo en los cultivos hortícolas bajo plástico; donde, además, hay que añadir el inconveniente de que, actualmente, se desconoce el efecto de la mayoría de los factores, no sólo en forma conjunta sino también aislada.

No obstante, mientras no se amplíen estos conocimientos, habrá que proporcionar unas normas para manejar, de la forma más correcta posible, el complejo fitoparasitario.

Figura 1 - Toma de decisiones.



PÉRDIDAS. UMBRALES

A finales de los sesenta y en la década de los setenta surgió un movimiento disciplinar que intentó profundizar en las interrelaciones productivas que se establecen entre el huésped vegetal y los artrópodos fitoparásitos, considerados de forma individual.

Una de las fases primordiales de este ejercicio consistió en desarrollar un glosario de términos, que permitiera, a los estudiosos del tema, la definición exacta e inequívoca de las diferentes etapas de este proceso. Los términos de mayor aceptación fueron los siguientes:

1º.- Lesión (injury): Cualquier síntoma visible y medible.

2º.- Daño (damage): Cualquier reducción en la cantidad y la calidad de la producción.

3º.- Pérdida (loss): Reducción de ingresos por unidad de superficie.

4º.- Umbral de daño (economy injury level, damage threshold): El nivel de ataque a partir del cual el beneficio del control supera su coste.

5º.- Umbral de control (control threshold, action threshold): Nivel de ataque a partir del cual se debe actuar para impedir que se supere el umbral de daño.

6º.- Umbral de alerta (warning threshold): Nivel de ataque a partir del cual se deben efectuar los preparativos para la aplicación de las medidas correctoras.

Entre paréntesis se ha incluido la expresión correspondiente en inglés para que se pueda determinar sin dificultad cuál es su equivalente en nuestro idioma.

Los términos anteriores corresponden a las fases, por orden cronológico, del proceso. Así, en primer lugar, el fitoparásito producirá una "lesión". Esta puede dar origen a un "daño"; aunque no siempre sucederá; ya que, a veces, las plantaciones poseen recursos para compensar los efectos perjudiciales de estas lesiones, especialmente cuando los niveles de ataque son bajos. A continuación, los daños darán lugar a una "pérdida". En este momento entra en escena el precio del producto en el mercado. Esta variable será, la principal responsable de la existencia o no de pérdidas. Es de sobra conocido que el precio de los productos hortícolas se rige, dentro de ciertos márgenes, por la ley de la oferta y la demanda, y que, por consiguiente, una oferta escasa, a causa, por ejemplo, de un ataque virulento de un fitoparásito en una región, puede desembocar en un alza de los precios, que igualaría, y aun podría superar, los ingresos previstos en condiciones normales.

La dificultad que entraña el establecimiento previo del curso que seguirán los precios hortícolas durante una campaña ha sido la causante de que los estudios se hayan dirigido exclusivamente a la estimación de las producciones en función de los niveles de ataque de algunos fitoparásitos. De esto hay abundantes ejemplos en la literatura, así como de revisiones de las funciones más características a las cuales se ajustan los resultados observados; pero sin olvidar que en la mayoría de las ocasiones estos estudios se han realizado sobre un solo fitófago y no sobre el complejo fitoparasitario que actúa sobre la plantación; por lo cual, las consecuencias extraídas de ellos, aun teniendo un cierto valor orientativo, no pueden, ni deben ser, extrapoladas a las situaciones a las que en realidad se ve sometida nuestra horticultura.

Un intento de superar esta dificultad se realizó en Málaga (Moreno, R.) sobre un cultivo de judías, en el que se estudió conjuntamente el efecto de *Trialeurodes vaporariorum* y de *Tetranychus urticae*, los dos únicos artrópodos que afectaron al cultivo, mediante el uso de un modelo de regresión lineal. Las variables que en principio se utilizaron fueron las siguientes:

X_1 : Tasa intrínseca de incremento natural del número de hojas.

X_2 : Número máximo de hojas / golpe durante el cultivo.

X_3 : Mosca blanca: Adultos acumulados / hoja durante el periodo de cultivo.

X_4 : Mosca blanca: Adultos acumulados / hoja desde la emergencia de la planta hasta la aparición de la primera pupa vacía.

X_5 : Araña roja: Formas móviles acumuladas / hoja durante el periodo de cultivo.

El modelo resultante fue:

$$Y = 58.6190 + .0943 X_2 + .1409 X_3 - 9.6613 X_4 \quad (r^2 = .8114).$$

en el que Y representaba el nº de frutos / golpe, y en el que además se observa que las variables X_1 y X_5 no tuvieron un aporte significativo al modelo.

El rango de las variables en el estudio fue el siguiente:

X_1 :	.0453;	.0786
X_2 :	46.28;	122.44
X_3 :	18.82;	60.31
X_4 :	.13;	.97
X_5 :	2.61;	22.41

Dentro de estos rangos, se comprueba en el modelo que cuanto mayor es el valor de X_3 mayor es la producción, lo que significa que los adultos de mosca blanca, presentes durante la totalidad del cultivo, ejercieron un efecto positivo sobre la producción; mientras que por el contrario los adultos presentes antes de que apareciera la primera pupa vacía actúan de forma negativa sobre la producción de frutos.

Este ejemplo nos muestra cómo el efecto de una especie polivoltina, en este caso *T. vaporariorum*, varía según sea el estadio fenológico de la planta sobre la que actúe, y cómo la producción de una mayor masa foliar X_2 puede en cierto modo compensar los efectos iniciales negativos de un fitoparásito (X_4).

Si la valoración de daños en función de las infestaciones es bastante difícil, debido a la complejidad de los factores que intervienen; a la valoración de pérdidas se le añade además, como ya se expuso anteriormente, la variable precio del producto, con unas características muy especiales, lo que ha originado que no existan aún estudios sobre la estimación de pérdidas. Como consecuencia de ello los tres umbrales - daño, control y alerta -no han pasado de ser, en los cultivos hortícolas, meras especulaciones teóricas sin contenido práctico.

Un ejemplo, pero fuera del ámbito hortícola, que muestra las cotas que se pueden alcanzar en la toma de decisiones, cuando los precios son fijos y no existen demasiados fitoparásitos, es el programa EIPRE, desarrollado en Holanda. Este programa se realizó para trigo, producto clásico de tipo continental, con precio fijado en origen a principio de campaña. En él se utilizan umbrales de daño de tipo dinámico, que varían según el enemigo y el estadio fenológico de la planta.

Como consecuencia de lo expuesto en este apartado, tenemos que ser conscientes de que en estos temas no hemos avanzado lo suficiente y que, por tanto, nos queda aún un largo camino por recorrer antes de que nos encontremos en condiciones de ofrecer soluciones viables a los problemas de fitosanidad suscitados por los cultivos hortícolas bajo plástico.

GÉNESIS DE UN PROYECTO ANDALUZ. AVANCE DE RESULTADOS

En el litoral andaluz, tanto mediterráneo como atlántico, se concentra, y especialmente en Almería, la mayor parte del cultivo hortícola bajo plástico, no sólo de España, sino también de toda la Cuenca del Mediterráneo. Esta situación, que se inició en los sesenta ha generado, además de los problemas propios de una concentración de esta magnitud, una abundante riqueza, que se

podría ver mermada de no adoptarse medidas que permitan competir con suficientes garantías de éxito en un mercado, como el de la Comunidad Europea, tan exigente en calidad.

Dentro de esta calidad general, la extrínseca, derivada de la ausencia de residuos de productos fitosanitarios en los frutos, se está valorando cada vez más. Esto ha provocado que, en la actualidad, algunas empresas comercializadoras del ámbito de la Comunidad esté marcando aquella producción, obtenida con una reducida utilización de productos fitosanitarios, con etiquetas que la diferencie del resto; y aunque al respecto todavía no existe una legislación europea, lo cierto es que estos productos agrícolas están elevando su cotización en el mercado.

Ante estos antecedentes, el C.I.D.H. de la Dirección General de Investigación, Tecnología y Formación Agroalimentaria y Pesquera y las Secciones Provinciales de Almería y Málaga del Servicio de Sanidad Vegetal han estado actuando, desde hace dos años, de forma coordinada sobre el tema de protección fitosanitaria en cultivos hortícolas bajo plástico. La financiación de los estudios se está logrando gracias a un proyecto de I+D de Sanidad Vegetal aprobado por la Junta de Andalucía, a la cual hay que añadir para 1992/93 la conseguida a través de un proyecto aprobado por I.N.I.A. y de una subvención para programas de manejo integrado del M.A.P.A.

Nuestro planteamiento inicial se basaba en que la aceptación, por parte de este sector hortícola, de cualquier innovación tecnológica tendría que tener en consideración las dos premisas socio-económicas siguientes:

- 1º.- El riesgo de su empleo debía ser mínimo.
- 2º.- Los costes de su aplicación se debían minimizar.

En Protección Fitosanitaria - al igual que en otras ramas - a medida que se avanza en su perfeccionamiento, se necesita, normalmente, un personal técnico con una mayor especialización, capacitado para efectuar la aplicación de esa innovación de forma fiable en campo. En nuestro caso, los objetivos técnico - científicos de los estudios conducían inexorablemente a unos resultados de los que el agricultor no podría hacer uso directo, antes bien tendría que ser un especialista el que los aplicase. Esto provocaba, de antemano, que el éxito del proyecto estaría condicionado, en gran parte, a la reducción de los costes originados por la contratación de un técnico. Esta reducción se podría conseguir incrementando al máximo la superficie que un sólo técnico pudiera dirigir. Para ello habría que aquilatar el número de observaciones por parcela, de tal modo que de los datos capturados se obtuviese una información precisa sobre la situación de la plantación.

Pero, tal como se ha comentado en el transcurso del Curso, la labor del técnico no finalizaba con la obtención de datos en campo. Parte de su tiempo tendría que dedicarlo a su análisis y a la toma de decisiones. Con el fin de agilizar esta función nos resultaba obligatorio mecanizar este trabajo y para ello, nada mejor que utilizar un conveniente apoyo informático.

Estos puntos comentados anteriormente nos han guiado en los estudios desarrollados hasta el momento. Estos comenzaron con el cultivo del tomate y en la actualidad se dispone - para este cultivo -, como resultado final de la labor investigadora realizada, de un programa informático, que se irá perfeccionando con el tiempo, en el que se recoge nuestra experiencia de estos años. Esto permitirá al técnico, después de la introducción de los datos correspondientes a una observación, conocer inmediatamente la situación en que se encuentra el cultivo y las medidas correctoras que deberá adoptar contra cada uno de los fitoparásitos presentes en la plantación.

No entraré en detalles sobre el proceso seguido hasta alcanzar esta meta final, pero sí, en cambio, comentaré de forma general el método utilizado en la toma de decisiones.

Como antes expuse, la toma de decisiones en cultivos hortícolas bajo plástico no está aún definida a nivel mundial y, con esto quiero indicar, que no existen criterios objetivos en los que basarse para saber si existe o no la necesidad de emprender acciones sobre el cultivo. Si esos criterios no se determinan de poco ha servido el esfuerzo realizado en la captura y análisis de datos.

Nuestro empeño, por lo tanto, se centraba en fijar esos criterios, que en definitiva serían los pilares sobre los que se sustentaría todo el entramado. Pero para especificarlos había que conocer, previamente, el comportamiento de cada uno de los fitoparásitos. Después de dos años se han estimado cuáles eran los límites máximos de Incidencia.día, al término de ciertos períodos de tiempo, que podía soportar el cultivo sin que por ello sufriera merma productiva. Estos valores, por el momen-

to, son fijos, pero podrán variar de acuerdo con la experiencia que se acumule en los años sucesivos. En definitiva, se les puede considerar como Umbrales de I.día.

Una vez determinadas estas cotas máximas, era imprescindible saber, con bastantes semanas de antelación, si la población de cada fitoparásito sería capaz de sobrepasar su valor límite. Es decir, tendríamos que estimar la tendencia que presentara la curva de Incidencia.día hasta la última fecha de observación, y pronosticar, de acuerdo con esa tendencia, cuál sería el valor al finalizar el período correspondiente. Si éste fuese menor que el límite establecido no se tendría que ejercitar ninguna acción, mientras que si fuese superior habría que adoptar medidas. Los análisis de los datos de que se dispone, realizados en este sentido, han demostrado la viabilidad del método, y han conducido a la formalización del programa que antes comenté.

En forma resumida éste ha sido el método utilizado para la toma de decisiones. De todos modos, por una parte, hace falta profundizar en métodos de previsión de enfermedades aéreas producidas por hongos, tema que aún está muy poco desarrollado; y por otra, comentar que el programa final ha quedado abierto a cualquier mejora que la experiencia demuestre que se debe introducir. A pesar de las posibles mejoras futuras que se puedan introducir, no cabe duda que éste ha sido un primer paso, que creemos muy importante, para el futuro desarrollo de una protección fitosanitaria más acorde con las exigencias actuales.

CONCLUSIÓN

La toma de decisiones ha sido el caballo de batalla y el escollo donde con más frecuencia ha tropezado la protección fitosanitaria en los cultivos hortícolas bajo plástico. En este capítulo se tiene que profundizar con decisión porque, en caso contrario, estaremos abocados a fracasos, que cerrarán la puerta a la pretendida innovación de la fitosanidad. En Andalucía hemos apostado por ella, y por tal motivo no se ahorrarán esfuerzos humanos para conseguirla.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- BARDNER, R.; FLETCHER, K.E. (1.974) .- Insect infestations and their effects on the growth and yield of field crops : a review. Bull.Ent.Res. 64:141-160
- FAO (1.971) .- *Crop losses assesment methods*. Ed. L.Chiarappa
- FAO (1.985) .- *Directrices económicas para la lucha contra las plagas en agricultura*. Vol. 58
- MADDEN, L.V. (1.983) .- Measuring and modeling crop losses at the field level. Phytopathology 73,11
- MORENO, R. (1.987) .- Preliminary studies on the relationship between pest population and yield in protected cultures. Procc. EC Experts' Group/Heraklion 24-26 April 1985. Ed. R. Cavalloro
- WALKER, P.T. (1.977) .- Crop losses : some relationships between yield and infestation. Med.Fac.Landbouww.Rijksuniv. Gent, 42/2

III.

ARTRÓPODOS

ALEURÓDIDOS

M. DOLORES RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

Dig. Agricultura (Almería)

DESCRIPCIÓN Y BIOLOGÍA

Las moscas blancas están consideradas como una de las principales plagas de los cultivos protegidos. Son insectos de pequeño tamaño, aproximadamente de 1 mm de longitud, y pertenecen al orden Homóptera, familia Aleyrodidae (Fotos. 1 y 2).

Los adultos de las diferentes especies de mosca blanca son muy similares en su aspecto, blancos y alados. Su nombre vulgar se debe al fino polvillo céreo que los recubre; pero no son dípteros, pues, como se ha indicado anteriormente, pertenecen al Orden Homóptera.

Normalmente los adultos no pueden ser identificados en campo. La identificación de la mosca blanca ha de realizarse en laboratorio, gracias a las características de su cuarto estadio larvario o de su envoltura pupal (variable según el tipo de hojas). Así pues, ningún otro estadio puede ser usado, excepto el adulto, para confirmar su identificación.

La familia Aleyrodidae es Heterometábola, pero tiene una metamorfosis más complicada cercana a la de los insectos Holometábolos, llamada metamorfosis Alometábola. Sólo en la mitad del último estadio larvario comienza la metamorfosis, en el momento en que aparecen las alas. Sus estadios lo componen el huevo, cuatro larvarios y el adulto.

La reproducción es normalmente sexual (machos y hembras se acoplan para depositar un huevo fecundado). Sin embargo también pueden presentar partenogénesis del tipo arrenotoca (huevos fecundados dan lugar

a hembras, huevos no fecundados dan lugar a machos), o bien telitoca (huevos no fecundados dan lugar a hembras). El ciclo de vida de *B. tabaci* y *T. vaporariorum* son bastante similares. Describiremos el de éste último,



Foto 2 - Adultos de *Trialeurodes vaporariorum*.



Foto 1 - Adultos de mosca blanca. Envés hoja de tomate.

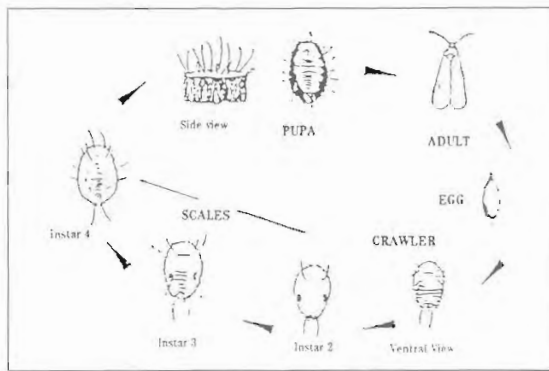


Figura 1 - Ciclo de vida de (Sanderson, J. y Ferrentino, G.)

señalando aquellas características que difieran en una u otra especie (Figura 1).

■ Huevo

La hembra coloca los huevos preferentemente en las hojas jóvenes y generalmente en su cara inferior, sobre las que han de vivir sus larvas. El número puesto es variable según la especie y la planta.

La disposición de la puesta depende de la especie de aleuródido, y de las características de la hoja. Así, *T. vaporariorum* tiende a ponerlos en forma de círculo, mientras que *B. tabaci* los deja irregularmente agrupa-



Foto 3 - Adulto, huevos y larvas de primera de *Bemisia tabaci* en pimiento.

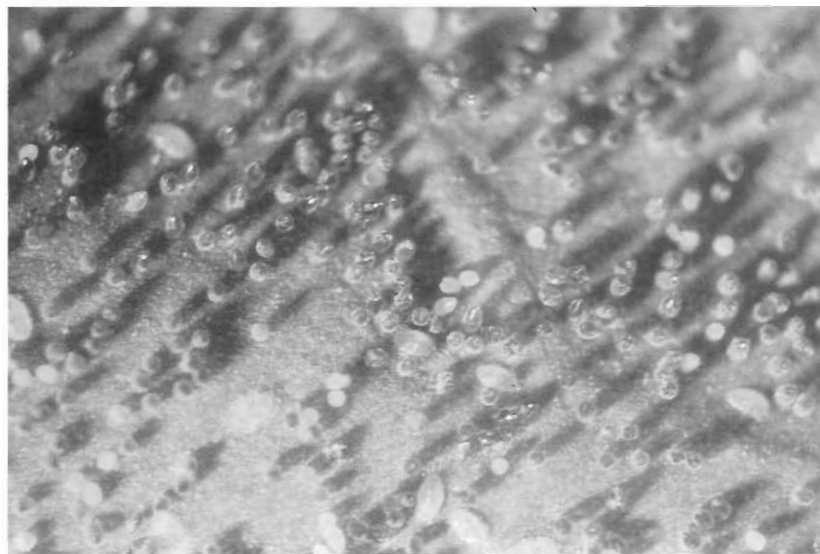


Foto 4 - Huevos de *T. vaporariorum*

dos. En hojas glabras, al girar sobre su aparato bucal, la puesta la realiza en círculo dejando a menudo una delgada capa de cera sobre la hoja alrededor de los huevos. En hojas con presencia de pelos, la puesta se suele hacer de forma dispersa, debido a que los pelos impiden que la puesta se realice en círculo (Foto. 3).

Los huevos son de forma oval alargada, el extremo posterior termina en punta redondeada ancha y el anterior, estrecho, acaba en una prolongación llamada pedicelo mediante la cual se fija a la hoja (Foto. 4).

Los huevos quedan verticales gracias a su fino pedicelo. *T. vaporariorum* y *B. tabaci* lo insertan, en el tejido de la planta huésped sin colocarlo a través de los estomas, lo que los

diferencia de otras especies de Aleuródidos (Beardsley, 1985).

Recién puesto, presenta un color blanco amarillento. En el caso de *T. vaporariorum* va oscureciéndose, pardeando y ennegreciendo progresivamente, mientras que los de *B. tabaci* se tornan de un color amarillo dorado.

■ Larvas

Se debe indicar en primer lugar que los términos "ninfa" y "larva" han sido usados indistintamente en la literatura consultada, y por otro lado que al cuarto estadio larvario o ninfal se le ha asignado, a veces, el término de pupa (Fotos. 5 y 6).

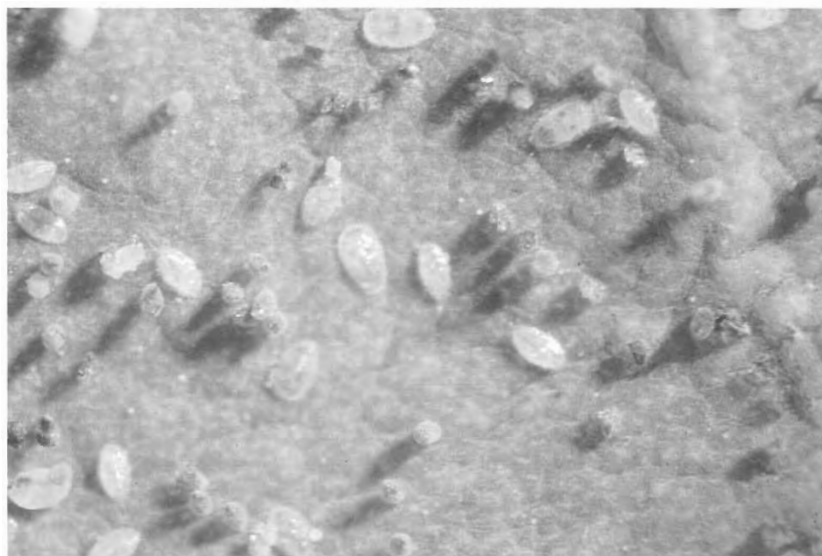


Foto 5 - Huevos y larvas de primera de *T. vaporariorum*.



Foto 6 - Larva de cuarta de *T. vaporariorum*.

1º Estadio Larvario

La larva de primera edad se caracteriza porque su contorno es oval. El color puede variar de transparente a opaco dentro de una amplia gama de colores, desde el ligeramente verde (debido a la transparencia) al amarillo, y desde el marrón claro al marrón parduzco. Mide unos 0,3 mm de longitud. Este primer estadio es móvil, busca un lugar para fijarse situándose a unos pocos milímetros del huevo. Una vez fijada, se produce la muda transformándose en larva de segunda, para lo cual atrofia las antenas y las patas. Su ciclo evolutivo continúa en el mismo lugar hasta la emergencia del adulto (Foto. 5).

2º/ 3º Estadio Larvario

En el segundo y tercer estadio las larvas están inmóviles, el contorno sigue siendo oval en *T. vaporariorum*, mientras que en *B. tabaci* comienzan a manifestarse las ondulaciones que serán más apreciables en los últimos estadios larvarios. A medida que avanza el desarrollo larvario, aumenta de tamaño, pudiendo llegar hasta los 0,8 mm de longitud y 0,5 mm de ancho, a la vez que su color se vuelve más opaco y se hacen más gruesas.

■ Pupa

Dentro de la exuvia de la cuarta larva se transforma en pupa. El color es más opaco que el adquirido en los estadios larvarios y algunas veces es posible ver los órganos internos (*T. vaporariorum*), así como los ojos compuestos de color rojo (*B. tabaci*). Las pupas parasitadas adquieren un color más oscuro que el normal. El

adulto sale del pupario por una incisión que realiza en forma de T (Fotos. 7 a 9).

La forma de la pupa difiere de una especie a otra. En el caso de *T. vaporariorum* es oval u oval-alargada, mientras que en *B. tabaci* tiene fuertes ondulaciones (obsérvese en *B. tabaci* la forma de guitarra). Debido al desarrollo interno del adulto, el dorso de la pupa puede ser más o menos convexo o elevado, signo que distingue a una especie de otra. En *T. vaporariorum* el dorso entero está elevado por lo que a simple vista presenta igual altura en toda su superficie; a diferencia de *B. tabaci* en la que se eleva el centro, permaneciendo bajas las áreas marginales (Foto. 6).

Otro carácter empleado en las claves de identificación, está basado en las setas marginales. En el caso de *T. vaporariorum*, están desarrolladas, siendo más o menos largas según la planta huésped. En el caso de *B. tabaci* estas setas están ausentes.

Ambas especies pueden tener setas dorsales, siete pares de finos filamentos (o pelos), elevándose desde la parte alta de la pupa. Usualmente esos filamentos son largos y más potentes en *T. vaporariorum* que en *B. tabaci*, pero este carácter puede variar dependiendo de la planta huésped en la cual el insecto se desarrolla. Mound *et al.* (1978) mostraron que el número, tamaño y engrosamiento de las setas dorsales en *B. tabaci*, pueden estar correlacionados con la cantidad, distribución y construcción de los pelos de la superficie de las hojas del huésped. Así pues, el tamaño de esos filamentos no es una característica fiable y no debe ser usada en la identificación (Figura 2).



Foto 7 - Larvas de cuarta de *Bemisia Tabaci*.

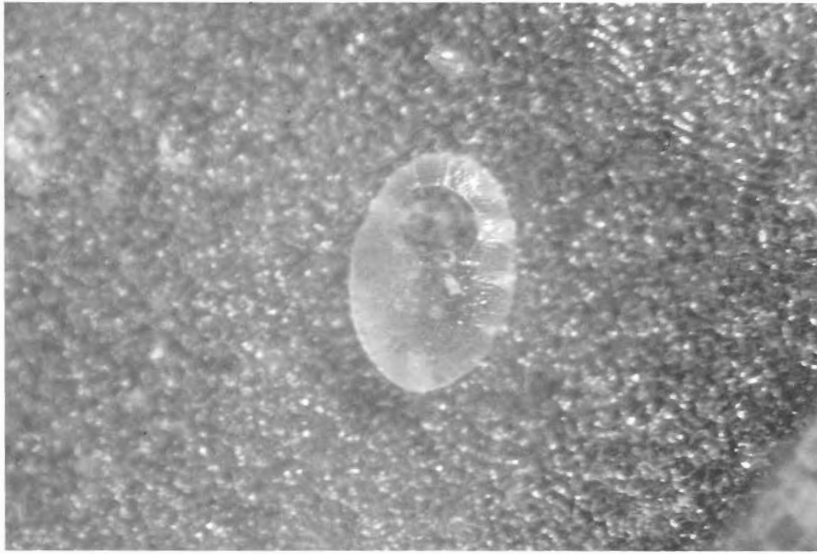


Foto 8 - Larvas de *Bemisia Tabaci* parasitada por *E. mundus*.

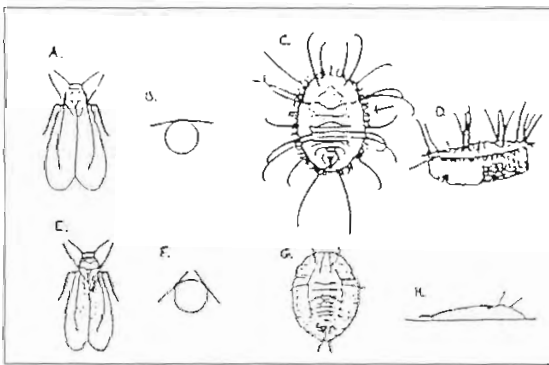


Figura 2 - Detalles de adultos, larvas y pupas de *T. vaporariorum* (A, B, C, D) y *B. tabaci* (E, F, G, H), (Sanderson, J. Ferrentino, G.).

Un carácter, que si se emplea en la identificación a través de pupas, está basado en su depresión vasiforme, así como en la forma y magnitudes relativas del opérculo y de la lingula. En *T. vaporariorum*, el orificio vasiforme es cercano o completamente relleno por el opérculo, y la lingula normalmente no es visible en vista dorsal (aunque aparentemente se prolongue en algunas ocasiones). En *B. tabaci* el opérculo no rellena la parte posterior del orificio, y la lingula es usualmente visible (depresión vasiforme claramente prolongada hasta el borde) (Figuras 3 y 4).

■ Adultos

Los adultos aparecen de color blanco debido al polvillo céreo producido, poco después de su emergencia, por las glándulas abdominales y que él mismo esparce con la ayuda de las patas posteriores, recubriendo las



Foto 9 - Larva de *Bemisia Tabaci* con orificio de salida por *E. mundus*.

alas, que en principio eran transparentes, el cuerpo que es de color amarillo, las patas y antenas.

Los adultos de *B. tabaci* tienen un color ligeramente más amarillo que los de *T. vaporariorum*. El tamaño de

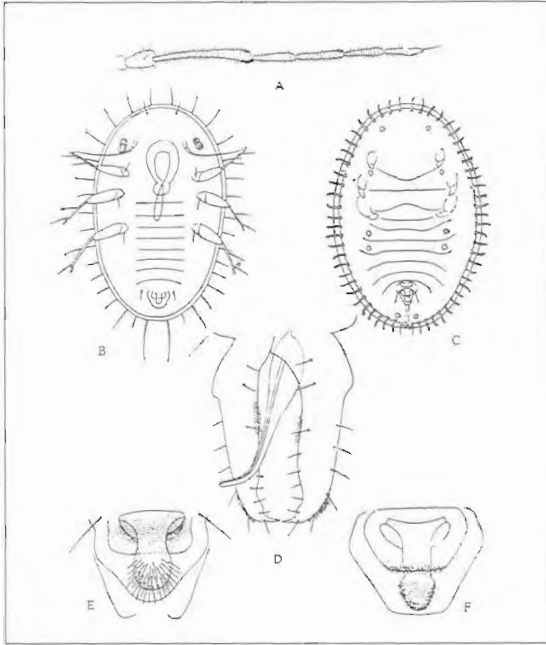


Figura 3 - *T. vaporariorum*: A, antena adulto; B, larva 1ª; C, larva 4ª; D, gonópodos del macho; E, depresión vasiforme de L 1ª; F, depresión vasiforme de L 4ª. (Gómez Menor).

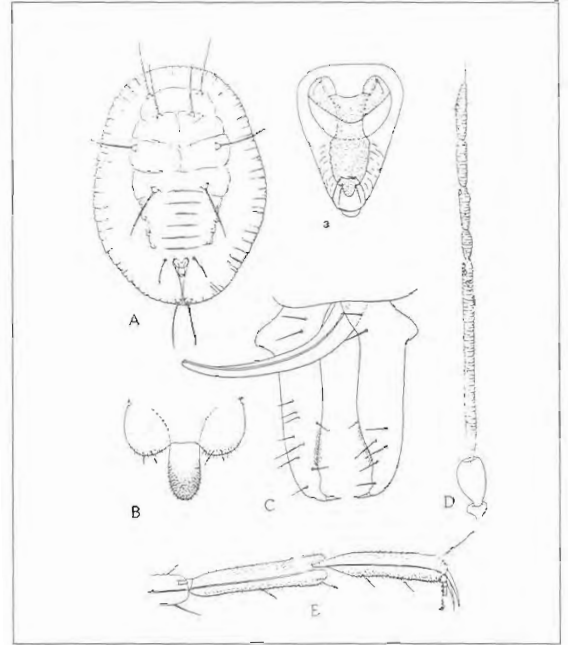


Figura 4 - *B. tabaci*: A, larva 4ª; a, depresión vasiforme; B, opérculo y língula del adulto; C, gonópodos y edeago del macho; D, antena del adulto; E, pata posterior del adulto. (Gómez Menor).

los adultos es algo mayor en *T. vaporariorum*, aproximadamente unos 2 mm de largo, si bien el macho es algo más pequeño que la hembra. El tamaño de los adultos de *B. tabaci* es de un poco más de 1 mm de longitud.

En reposo, los adultos se encuentran situados en la cara inferior de las hojas, con las alas dispuestas en

forma de tejado sobre el dorso del cuerpo, dejando al descubierto la cabeza y el tórax. La disposición y la forma de las alas también puede ser un carácter identificador de las dos especies en el campo. En el caso de *T. vaporariorum*, la disposición de las alas es bastante plana sobre su abdomen, en un plano que es paralelo a la superficie de la hoja. *B. tabaci* coloca sus alas más en tejado contra su abdomen, con un ángulo aproximado de 45° con la superficie de la hoja (Fig. 2).

La cabeza tiene forma más o menos triangular, lateralmente se encuentran las antenas que tienen 7 artejos, siendo los dos primeros más cortos y anchos que los restantes.

Lateralmente se encuentran los ojos compuestos, formados por dos áreas de omátidas aglomeradas; de ellas, las inferiores son de mayor tamaño. Este carácter sirve para diferenciar *T. vaporariorum* de *B. tabaci*. En el caso de *B. tabaci* se encuentran unidas las dos áreas de omátidas, mientras que en *T. vaporariorum* se encuentran completamente separadas. Por encima de cada ojo hay un ocelo aún mayor que las omátidas del área inferior de los ojos (Figura 5).

Las piezas bucales forman un aparato chupador, con un labio largo de tres artejos. En el tórax se encuentran localizadas las patas y las alas. Las patas tienen las tibias con espolones laterales, cuya posición y desarro-

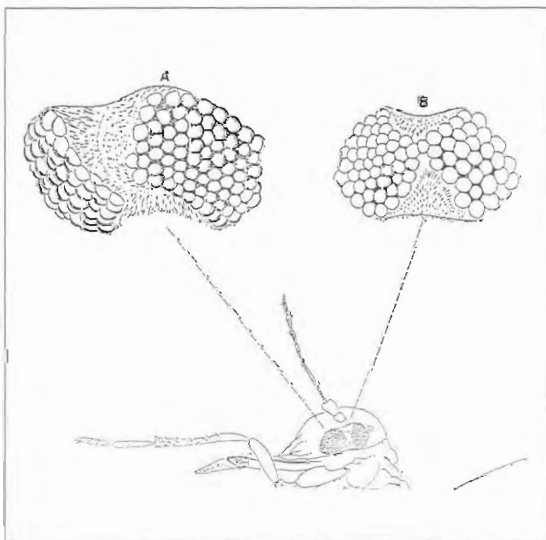


Figura 5 - Ojos compuestos: A, *T. vaporariorum*; B, *B. tabaci*. (Gill, R. J.)

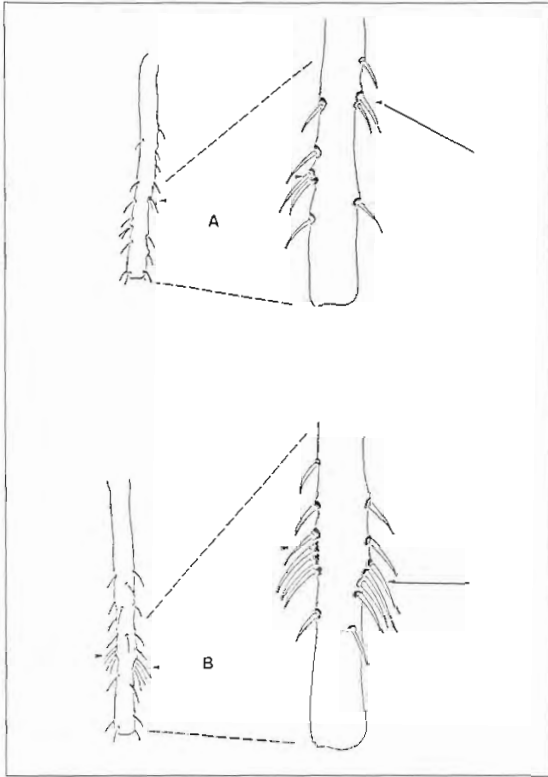


Figura 6- Pelos mesotibiales con dos setas contiguas (A: *B. tabaci*) y con cuatro (B: *T. vaporariorum*). (Gill, R. J.).

llo se pueden tener también en cuenta para la clasificación de ambas especies (Figura 6).

Poseen cuatro alas membranosas teniendo la misma consistencia en toda su extensión. La venación alar es como en todas las moscas blancas muy simple en ambos pares de alas. El abdomen está separado del tórax por un estrechamiento y es ligeramente pedunculado, algo globoso y con 10 segmentos. El ano es dorsal, está situado en el noveno segmento y es portador de la armadura genital, localizada en su ápice. En el abdomen se encuentran también las salidas de las glándulas de cera.

Las hembras son fáciles de reconocer por la armadura genital formada por cuatro valvas, dos centrales y dos laterales. La masculina está formada por una pinza de dos piezas o gonópodos en forma de ganchos, y el aparato copulador, constituido por un pene de base abultada, fino en su extremo y curvado, formando ángulo dirigido hacia el dorso.

HUÉSPEDES VEGETALES Y DISTRIBUCIÓN

T. vaporariorum y *B. tabaci* son especies muy polífagas. Atacan a un gran número de plantas pertenecientes a diferentes familias (Mound and Halsey, 1978)

pero de éstas, prefieren, o se desarrollan mejor, sobre determinadas plantas huéspedes (Van Lenteren *et al.*, 1980) debido al microclima específico que éstas son capaces de crear en su entorno.

■ *T. vaporariorum*

• Distribución

Es originaria de las Regiones Tropicales de América Central. Se encuentra distribuida por todo el mundo en las Regiones Zoológicas: Palearctic, Ethiopian, Oriental, Austro-Oriental, Australasian, Pacific, Nearctic y Neotropical (Mound and Halsey, 1978). De acuerdo con Westwood esta especie se supone que fue importada a Europa (Inglaterra) a través de plantas de orquídeas procedentes de México. En España fué citada por primera vez por Gómez Menor en 1943.

Actualmente se haya repartida por toda la geografía española. Fue a partir de 1970 cuando esta mosca blanca se convirtió en una de las plagas principales de los cultivos hortícolas protegidos, coincidiendo con la expansión de dichos cultivos. Actualmente su importancia es bastante diferente en las distintas zonas de España dedicadas a los cultivos hortícolas protegidos.

• Huéspedes vegetales

Como ya se indicó *T. vaporariorum* es una especie muy polífaga, se le ha citado en más de 250 huéspedes vegetales, pertenecientes a 82 familias botánicas (Mound and Halsey, 1978). En los cultivos hortícolas protegidos el nivel de incidencia de *T. vaporariorum* podemos considerarlo alto en berenjena, melón y calabacín; medio en pepino, sandía y tomate y bajo en pimiento.

■ *B. tabaci*

• Distribución

El origen de esta especie parece estar en las regiones tropicales y subtropicales. Gerling la sitúa en Pakistán, mientras que Berlinger lo hace en la India.

Se distribuye, al igual que *T. vaporariorum*, por casi todo el mundo en las Regiones Zoológicas: Palearctic, Ethiopian, Madagascar, Oriental, Austro-Oriental, Australasian, Pacific, Nearctic y Neotropical (Mound and Halsey, 1978).

La primera cita de esta especie se hizo en Grecia en 1889 por Gennadius sobre plantas de tabaco (*Nicotiana* spp.). En España se identifica en 1944 por Gómez-Menor y Ortega. A partir de 1988 se observa un resurgimiento de esta especie en Almería en los cultivos hortícolas protegidos.

• Huéspedes vegetales

B. tabaci es una especie muy polífaga y se ha detectado su presencia en más de 325 plantas huéspedes, pertenecientes a 62 familias botánicas (Mound and Halsey, 1978).

El gran número de nombres por los que ha sido conocida se debe a las diferentes formas de su estructura pupal, que es dependiente de la planta huésped. En hojas glabras las pupas no tienen alargadas las setas del dorso, sin embargo en hojas pilosas se observan claramente siete pares.

Hasta hace poco, *B. tabaci* había sido conocida como una importante plaga y como vector de diversos virus en cultivos al aire libre (algodón, mandioca, tabaco, tomate, judía y boniato) en países cálidos. Pero ha sido recientemente cuando *B. tabaci* se ha convertido en una de las principales plagas a nivel mundial en los cultivos de invernadero y protegidos, tanto hortícolas como ornamentales.

La presencia de esta especie de mosca blanca era conocida por los especialistas a niveles casi anecdóticos en los cultivos hortícolas protegidos españoles. Pero fue a partir de julio de 1988, en La Mojonera (Almería), cuando se detectó su presencia masiva en cultivos poco receptivos a *T. vaporariorum*. Así, en pimientos recién trasplantados en Julio de 1988 se observaron pequeños círculos cloróticos en el haz de las hojas, que correspondían al lugar de fijación de las larvas de *B. tabaci*. Al mismo tiempo se observaron gran cantidad de puestas



Foto 10 - Melaza y Negrilla. Daño indirecto de mosca blanca en hoja de sandía.

en las primeras hojas, hasta la fecha nunca vistas, en el caso de *T. vaporariorum*, sobre este cultivo (Rodríguez Rodríguez M.D., 1988) (Foto 10).

HÁBITATS PREFERENCIALES. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN

La capacidad de las moscas blancas para seleccionar el lugar de oviposición y alimentación nos permite ahondar sobre las características de su distribución en las plantas huéspedes, al tiempo que la distinta receptividad de éstas nos hace posible estimar los diferentes parámetros que definen su incremento poblacional. El conocimiento de la distribución y de la dinámica poblacional son requisitos necesarios para la construcción de modelos poblacionales y para el desarrollo de métodos de muestreo.

La distribución espacial de la mosca blanca puede ser estudiada dentro de la planta (distr. vertical) o entre plantas (distr. horizontal). La diferencia entre cada una de las especies de mosca blanca con respecto a este tema obliga a explicar por separado este comportamiento para cada una de ellas, destacando que para la segunda especie existen pocos estudios realizados y, los que hay, mayoritariamente están hechos en cultivos extensivos al aire libre, tales como el algodón.

■ *T. vaporariorum*

El incremento de la población de *T. vaporariorum* es más rápido en plantas seleccionadas para la alimentación y oviposición que en las no preferidas. Sin embargo líneas locales de mosca blanca parecen adaptarse a huéspedes en los que inicialmente se desarrollaban muy pobremente.

En estudios realizados, la distribución vertical de *T. vaporariorum* en tomate se desarrolla en el tiempo por cambios posicionales durante los primeros cinco días después de la emergencia, siendo la luz el factor que parece iniciar la emergencia y el movimiento. Lloyd en 1922 observó que no existe emergencia ni movimiento en el período de oscuridad y que durante el período de luz, el movimiento estuvo positivamente correlacionado con la temperatura.

Después de la emergencia, los adultos se dirigen hacia las hojas de la parte superior, dentro de la misma planta, o hacia plantas vecinas. Los adultos se agregan en las hojas más altas, porque en ellas se consigue más alimentación, lo que facilita la nutrición de las larvas más jóvenes. Por este motivo la planta muestra, según se asciende por ella, la aparición progresiva de estadios más jóvenes sobre sus hojas.

El estudio del modelo de distribución horizontal se ha realizado mediante experimentos en pequeños invernaderos en los que se han soltado adultos de *T. vaporariorum*. Como consecuencia de todos ellos se sugiere la existencia de un período de dispersión al principio de la vida de los adultos, coincidiendo con el período de pre-oviposición. La velocidad de dispersión está influenciada por factores abióticos (temperatura, intensidad de la luz, fotoperíodo y dirección y velocidad del viento) y por bióticos (densidad de población, calidad y cantidad de comida, estructura y densidad de las plantas). Altas temperaturas durante largos períodos pueden ocasionar tempranas estabilizaciones en la distribución horizontal y vertical.

La distribución de su población es agregativa en varios niveles espaciales: dentro de una hoja, dentro de la planta y entre plantas. Dentro de una hoja todos los estadios de desarrollo son agregativos (Yano, 1983). En una planta, la distribución vertical está claramente estratificada con respecto a los diferentes estadios. Entre plantas también existe un considerable grado de agregación.

Se debe hacer una distinción entre la distribución de individuos entre plantas y la distribución de plantas infestadas en un invernadero. La observación de la existencia de agregación depende del tamaño del área de estudio. Así, en pequeños invernaderos puede aparecer una distribución al azar de plantas infestadas (Yano, 1983); mientras que en invernaderos mayores se observan diferentes tipos de agregación de plantas infestadas. De aquí que el tipo de distribución de una población de mosca blanca en pequeños invernaderos parece que se corresponde con el de zonas infestadas en un invernadero de dimensiones mayores.

Las poblaciones de *T. vaporariorum* inicialmente se desarrollan exponencialmente, siempre y cuando no existan enemigos naturales u otro factor limitante, como puede ser un tratamiento químico.

El crecimiento de la población de mosca blanca se paraliza sólo cuando las plantas están altamente infestadas. Sin embargo la predicción del crecimiento poblacional para situaciones específicas se complica al existir numerosos factores interrelacionados. Hulsapas - Jordan y Van Lenteren (1989) y Yano *et al.* (1989) han desarrollado un modelo de simulación, basado en datos ecológicos, que puede ser usado para predecir la evolución de la mosca blanca sobre la planta huésped.

■ *B. tabaci*

B. tabaci, ha sido estudiada principalmente en algodón, y debido a la enorme extensión de las explotaciones, la población ha sido a menudo estimada con un insuficiente tamaño de muestra y con inadecuadas

técnicas de muestreo, lo cual ha conducido a considerables errores.

Su distribución vertical en algodón no sigue las mismas pautas que en la anterior. La emergencia de los adultos es alta a primera hora de la mañana. Se ha estudiado su vuelo en diferentes cultivos y se ha encontrado que el número de adultos recogidos durante las horas de luz estuvo altamente correlacionado con la temperatura, pero no con la humedad.

Los adultos muestran dos tipos diferentes de vuelo, cortos y a larga distancia (Berlinger, 1986). Los de corta distancia se producen dentro de la planta. Los vuelos a largas distancias ocurren cuando los adultos son transportados, desde las plantas huéspedes, por corrientes de aire que pueden desplazarlos a varios Km de distancia. El número de adultos que toman el vuelo está influenciado por la temperatura y la luz (Van Lenteren, Noldus, 1990).

En áreas donde existe una amplia variedad de plantas huéspedes los adultos se encuentran en constante movimiento. Si a esto unimos la intensificación de la horticultura protegida, el empleo de nuevas especies y variedades, y las distintas líneas de mosca blanca, no es de extrañar que la situación actual sea diferente a la que había en años anteriores, y que, en consecuencia, las poblaciones sean mayores.

FACTORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS

■ *T. vaporariorum*

• Factores Bióticos

La variación de su potencial biótico depende directamente de la planta huésped. Datos relativos a ella, como variedad, nutrición, o época de cultivo resultan de gran importancia para determinar el desarrollo de la mosca blanca.

Estudios realizados por Van Lenteren y Noldus (1990), repetidos durante varios años en las mismas especies y variedades vegetales, y líneas de *T. vaporariorum*, dieron como resultado que la preferencia hacia las especies hortícolas es la siguiente:

berengena>pepino>melón>tomate>pimiento.

La diferencia que puede existir entre variedades, dentro de una misma especie vegetal, ha sido comprobada mediante el estudio de la fecundidad de la mosca blanca en dos variedades de tomate (Curry y Pimentel, 1971).

T. vaporariorum es a menudo plaga en pimiento en los países de Europa Central pero no en los del Oeste

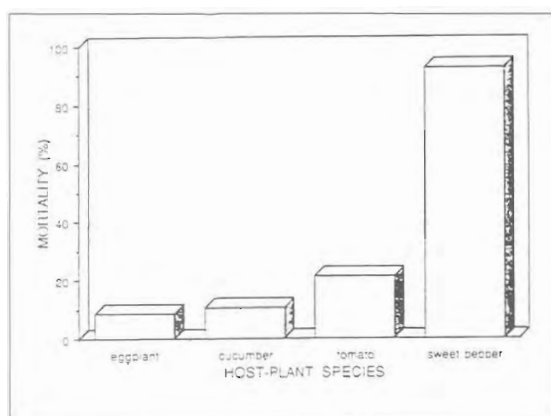


Figura 7 - Mortalidad de pre-adultos de *T. vaporariorum* a 25°C. (Merrendonk y Lenteren).

de Europa. Las variedades originarias de Europa Central son más aptas para el desarrollo de esta mosca blanca que aquéllas del Oeste de Europa y Norte de América. Esto ha sido confirmado en recientes trabajos de Van Lenteren y Van Vianen (sin publicar).

El tiempo de desarrollo depende de la planta huésped y de la temperatura. Con relación a la primera, Van Lenteren y Noldus (1990), ordenaron a las especies hortícolas, según el tiempo de desarrollo, en:

berengena<pepino=melón<judía=tomate<pimiento.

Los días de desarrollo de huevo a adulto de *T. vaporariorum* en plantas huéspedes a 22,5 °C (Lenteren y Noldus, 1990) se ofrecen en la Figura 7.

El color de la planta es un importante factor para su selección desde una cierta distancia. En estudios realizados se observa que el único factor que parece actuar para que el adulto se pose sobre la planta huésped es el color, no influyendo ni el olor, ni la forma, ni la estructura de la hoja. El amarillo es el color preferente de los sustratos. En estudios sobre trampas adhesivas, el amarillo también fué el color preferido. La respuesta al color no está correlacionada con sus parámetros poblacionales.

La mortalidad de estadios inmaduros es altamente variable, de una especie vegetal a otra. En tomate la media de mortalidad de pre-adultos es de 17,5% a una temperatura de 12-30 °C. En otras plantas huéspedes, tales como pepino, judía y tabaco es también independiente de la temperatura dentro de este rango (Van Lenteren y Noldus, 1990). La mayoría de la mortalidad se centra en el huevo y en el primer estadio larvario.

Esta mortalidad en diferentes plantas huéspedes hortícolas, a una temperatura de 12 a 37 °C (Van Lenteren y Noldus, 1990), siguió el orden siguiente:

berengena<pepino=melón<judía<tomate<pimiento.

La mortalidad de adultos a una temperatura de 25 °C en varias plantas huéspedes (Van Merendok y Van Lenteren, 1978) aparece en la Figura 8.

T. vaporariorum no selecciona la edad de la hoja a una cierta distancia. Al posarse sobre tomate investiga hojas de diferentes edades de forma aleatoria. Después de posarse sobre la planta huésped, Van Lenteren y Noldus (1990) observaron que en berengena y pepino permanecían en la misma hoja varios días, mientras que en tomate y pimiento frecuentemente cambiaban su posición. El traslado se realiza desde hojas viejas a jóvenes tras periodos de prueba y alimentación, realizando la oviposición sólo en hojas jóvenes. A medida que los adultos emergen, se trasladan hacia las partes altas por atracción a la mayor intensidad lumínica.

La diferencia entre variedades, en relación con su comportamiento sobre la mosca blanca, y la diferencia entre mosca blanca de diferentes localidades es ostensible. En experimentos llevados a cabo por Van Lenteren y Van Vianen (sin publicar) se compararon diferentes líneas de mosca blanca en las mismas variedades de pimiento, obteniéndose diferencias considerables entre las líneas estudiadas.

• Factores Abióticos

La temperatura ejerce una gran influencia en el tiempo de desarrollo de *T. vaporariorum*. El umbral mínimo de desarrollo es de 8 °C y el máximo de casi 35 °C. Estos umbrales de temperatura diferirán si se estiman para cada uno de los estadios de desarrollo.

La fecundidad es constante de 18 a 27 °C pero decrece a bajas y altas temperaturas. La oviposición se mantiene constante de 20 a 35 °C, pero decrece por debajo de 20 °C.

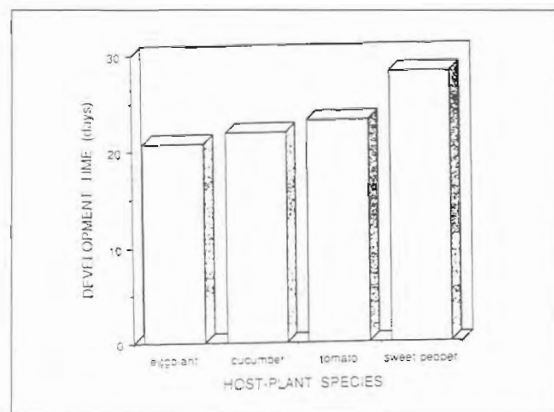


Figura 8 - Duración del ciclo de *T. vaporariorum* a 25°C. (Lenteren y Noldus).

La longevidad de los adultos varía enormemente, incluso cuando se determina sobre una misma variedad y a temperaturas similares. La longevidad media máxima en tomate es aproximadamente de 75 días a 15 °C. Entre 5 y 15 °C existe una correlación entre la temperatura y la longevidad. La media de longevidad en tomate cv. Honeydew a 22 °C es de 50 días. Las hembras viven mucho más que los machos. La longevidad en las diferentes plantas hortícolas (Van Lenteren y Noldus, 1990) fué, de mayor a menor, el siguiente:

berengena>pepino=melón>judía=tomate>pimiento.

Como complemento a esto, se adjunta, a continuación, el cuadro 1 ilustrativo.

■ *B. tabaci*

• Factores Bióticos

El gran número y variedad de cultivos hortícolas protegidos (tomate, pimiento, pepino, melón, calabacín, berenjena, judía y sandía) que son huéspedes potenciales, junto al no menos numeroso de malas hierbas huéspedes (*Malva parviflora* L., *Sonchus oleraceus* L., *Convolvulus arvensis* L., *Nicotiana glauca* G., *Lactuca serriola* L., *Plumbago europea* L.) han contribuido a aumentar la capacidad de supervivencia y de expansión de esta mosca blanca, que además puede estar presente en campo, sin interrupción, a lo largo de todo el año.

Gerling y Or (sin publicar) observaron cambios en la capacidad reproductiva de esta especie después de la transferencia entre diferentes plantas huéspedes, al cabo de varias generaciones.

El adulto puede distinguir entre especie vegetal y variedades. Uno de los factores más importantes que influyen en la selección de la planta huésped, antes de que el adulto se pose sobre ella, es el color, que es capaz de ejercer su acción desde una gran distancia. En experiencias hechas se ha establecido una gama de colores de atracción en el siguiente orden decreciente: amarillo, rojo, naranja-rojo, verde oscuro y púrpura. Los estudios realizados sobre la reacción de *B. tabaci* entre dos rangos de longitud de onda: azul-ultravioleta y el amarillo sugieren que longitudes de onda cortas (azul UV) pueden jugar un papel destacado en el comportamiento de la migración, mientras que la atracción a longitudes de onda largas puede facilitar la localización de la planta huésped. *B. tabaci* parece ser atraída por el amarillo o el azul-UV, pero no por ambos al mismo tiempo.

Es positivamente fototáctica y existe una correlación positiva entre la intensidad de la luz y la atracción, independientemente del sexo de los adultos. Esta correlación se cumplió en todos los colores probados. La atracción hacia el amarillo también ha sido señalada por varios autores.

En la selección del lugar de alimentación y oviposición dentro de una planta actúan diversos factores. La edad de la hoja es un factor importante que además influye sobre las densidades dentro de la planta.

La hembra prefiere las hojas jóvenes para la oviposición. Sin embargo, en especies vegetales pilosas se abstiene de ovipositar en las hojas muy jóvenes. No obstante, parece ser que prefiere una moderada pilosidad. Este factor, en consecuencia, puede afectar a las poblaciones. Así, entre distintas variedades de algodón se ha compro-

DESARROLLO Y FECUNDIDAD DE *T. VAPORARIORUM* (19 - 29 °C)

(CASTRESANA, 1989)

Desarrollo medio en días	BERENJ. Mammoth	PEPINO 71-240 (IVT)	TOMAT. Moneydor	JUDIA Nanus	PAPRIKA Mospa
Huevo	7	8	8	8	7
L1	3	3.5	3	3	6.5
L2	2	2.5	2	3.5	4.5
L3	2	2	3	3	2
L4	2	2	1	2	2
Pupa	5.5	5	7	6.5	5
TOTAL	21.5	23	24	26	27
TOTAL huevos/hembra	394	211	96	124	-
Días de vida de la hembra	60	28	22	17	-

Cuadro 1.

bado que las que tienen hojas pilosas contenían poblaciones menores que las variedades con hojas glabras. Así pues, a esta mosca la pilosidad de las hojas le supone una barrera física, aunque en contraposición proporcione un microclima favorable para los fitófagos en general.

Otro factor estudiado ha sido la disposición de las hojas de la planta huésped. Las variedades de algodón, denominadas línea Okra, tienden a tener plantas más abiertas y con menor superficie de hoja, lo que impide que se cree un microclima más cálido y húmedo dentro de la planta que sería más favorable para el desarrollo de la mosca blanca. Además, en estos casos los tratamientos químicos serán más efectivos.

La duración de su desarrollo varía según sea el huésped vegetal. Se ha obtenido el valor menor en pepino y patata, intermedio en nueve plantas que incluían berengena y varias curcubitáceas, alto en otras seis entre las que se encontraba tomate, y muy alto en remolacha. Este tiempo de desarrollo está positivamente correlacionado con la temperatura.

Su variabilidad intraespecífica ha sido reconocida por Gerling (1986), que indicaba que era tal su amplia propagación que era posible que se desarrollaran líneas locales con variaciones en su desarrollo, longevidad y fecundidad. Así, en 1.991, Perring *et al.*, citan nuevas líneas en E.E.U.U. diferenciando la colonia de Florida como "línea de poinsettia" y la de California como "línea de algodón". La diferencia entre una y otra fue observada por la mayor secreción de melaza en el cultivo de melón, maduración irregular en tomate, transmisión de virus, mayor rango de plantas huéspedes (crucíferas) e incremento en la oviposición.

Los enemigos naturales son un factor de regulación poblacional muy importante en los cultivos hortícolas protegidos. La acción de *E. mundus* y *E. lutea*, que hasta la fecha sólo ha sido estudiada sobre tomate, son un claro ejemplo de este efecto (Moreno *et al.*, datos sin publicar). Estos dos parásitos también han sido encontrados en otras zonas durante los meses de invierno, si bien el porcentaje de parasitismo fue bastante diferente según la planta huésped.

• Factores Abióticos

Dentro de los factores abióticos, se han estudiado los nutritivos. En este campo se ha comprobado que el incremento de sus poblaciones está correlacionado con el de la concentración de nitrógeno en hoja. Además, parece ser que el pH de la hoja tiene una relativa incidencia sobre la población, habiéndose demostrado que existe una atracción parcial hacia las hojas con pH alto, y que los adultos tendían a alimentarse sobre hojas más viejas, con un rango de pH entre 6,0 y 7,5.

Otro factor a tener en cuenta es el hídrico, que puede afectar al crecimiento y desarrollo de la planta y que asimismo puede tener un efecto significativo sobre las poblaciones de *B. tabaci*. Esto ha sido estudiado en algodón donde se han encontrado que existen grandes diferencias entre bloques regados y no regados. Las poblaciones más altas se concentraron en los bloques expuestos a stress hídrico. Adicionalmente, también se ha observado un incremento en el número total de larvas/cm² en hojas y plantas de algodón con deficiencia de agua.

La influencia de la temperatura en la oviposición, duración del desarrollo, mortalidad y longevidad ha sido estudiada por distintos autores en condiciones de campo y laboratorio.

El umbral de temperatura para la oviposición es de 14 °C. Por otro lado la fecundidad se reduce de forma notable a baja temperatura. El valor máximo se produce dentro la primera semana de vida del adulto y el valor medio, en algodón, es de 10 huevos/hembra/día a una temperatura entre 25 y 30 °C. El número de huevos puestos por hembra estuvo comprendido entre 28 y 43 a 26.7 °C y entre 72 y 81 a 32,2 °C. El número máximo de huevos puestos por una hembra se ha comprobado que puede llegar a 300.

A continuación se presentan algunas tablas en las que se contempla el efecto de la temperatura sobre diferentes parámetros.

T °C	PORCENTAJE ECLOSIÓN HUEVOS				
	15	20	25	35	40
% Eclosión	62	81	92	98	59

T °C	DÍAS ECLOSIÓN HUEVOS BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO A TEMPERATURA CTE.							
	16.7	20	22.5	25	27.5	30	32.5	36
días	22.5	11.5	9.9	7.6	6.1	5.1	5	-

T °C	DESARROLLO (DÍAS) DEL 1º, 2º, 3º ESTADIO LARVAL Y PUPA.			
	1ª	2ª	3ª	PUPA
14 °C	9	7	9.5	27.5
25 °C	2.8	2.4	3	4.7

T °C	TIEMPO (DÍAS) DESARROLLO TOTAL DE HUEVO A ADULTO						
	14.9	16.7	20	22.5	25	27.5	30
días	65.1	48.7	34.7	27.8	23.6	17.8	16.6

El grado de desarrollo está positivamente correlacionado con la temperatura. Los umbrales límites de desarrollo son 11 y 33 °C respectivamente. El desarrollo es máximo a 28 °C. En algodón, el desarrollo de huevo a adulto requiere 20 días a esa temperatura.

El número de generaciones que el insecto es capaz de poseer en áreas tropicales y subtropicales es de 11 a 12.

El sex-ratio de *B. tabaci* en algodón es usualmente 1:1. Sin embargo, también se indica que el sex ratio es tan variable, que es imposible su generalización.

La longevidad de la hembra es mayor que la del macho y la de los adultos depende, bajo condiciones de laboratorio, de la temperatura. La longevidad en campo es de 10 a 15 días durante el verano, a una temperatura mayor de 20 °C, y de 30 a 60 días en invierno a una temperatura alrededor de 15 °C. En laboratorio, la longevidad de las hembras fue de 10 días a 26,7 y 32,2 °C.

La mortalidad de inmaduros en algodón es muy alta durante los estadios jóvenes larvarios, debido principalmente a factores climáticos. Las bajas temperaturas durante el invierno retrasan, o detienen, el desarrollo de huevos y larvas, y al mismo tiempo la hoja de la planta huésped puede desprenderse antes del completo desarrollo de *B. tabaci*. Por este motivo la edad de la hoja y su persistencia también son considerados factores clave durante los meses de invierno. La densidad poblacional durante estos meses a bajas temperaturas, en combinación con fuertes lluvias, incrementan la mortalidad de inmaduros.

En algunos estudios se indica que la humedad relativa no es un factor que afecte a la eclosión de huevos y su efecto es poco apreciable en su mortalidad.

Se ha comprobado que el huevo, larva y la primera fase del estadio pupal se desarrollan con mayor rapidez bajo día largo para una misma temperatura.

La duración del ciclo de *B. tabaci* en tomate a 30 °C (+/- 2 °C) y a HR de 60° (+/- 5%) (GIUSTINA, et. al, 1.989), fue el siguiente:

PREOVIPOSICIÓN: 1 - 2 días.

OVIPOSICIÓN: 7 - 36 días.

FECUNDIDAD: 300 huevos / hembra.

DURACIÓN DESARROLLO EMBRIONARIO: 5 - 9 días.

DURACIÓN DESARROLLO LARVARIO (L1 + L2 + L3). 2 - 4 días.

DURACIÓN VIDA PUPA: 6 días.

DURACIÓN VIDA ADULTO MACHO: 3 - 13 días.

DURACIÓN VIDA ADULTO HEMBRA: 8 - 43 días.

DURACIÓN UNA GENERACIÓN: 22 - 61 días.

PÉRDIDAS Y DAÑOS OCASIONADOS

Los daños producidos por estas dos especies de aleuródidos podemos distribuirlos en tres tipos:

1.- Directos: producidos por la succión de savia. En este proceso se inyectan toxinas a través de la saliva lo que ocasiona el debilitamiento de la planta. En ataques intensos se producen síntomas de deshidratación, detención del crecimiento y disminución del rendimiento.

2.- Indirectos: producidos por la secreción de melaza y posterior asentamiento de negrilla (*Cladosporium sp*) en hojas, flores, y frutos; lo que provoca: asfixia vegetal, dificultad en la fotosíntesis, disminución en la calidad de la cosecha, mayores gastos de comercialización y dificultad en la penetración de fitosanitarios (Foto. 10).

3.- Transmisión de virus: Las moscas blancas como agentes transmisores de virus ocasionan importantes pérdidas. En los últimos años se ha mostrado un espectacular avance de estas virosis debido, principalmente, al incremento de *B. tabaci*. Las pérdidas ocasionadas en distintas áreas del mundo por esta especie han estado relacionadas principalmente con tomate, judía, lechuga, melón, mandioca y algodón.

Así, aunque el tomate no es el huésped preferido de *B. tabaci* (de acuerdo con Duffus, 1987), es capaz de transmitirle varias virosis, las pérdidas debidas al TYLCV y TLCV se cifran en un 50-75%.

En 1980 y 1981 los cultivadores de lechuga de California y Prisonsa perdieron 100 millones de dólares debido a Lettuce infection yellows.

En California en 1986, se estimaron unas pérdidas por virosis de unos 100 millones de dólares en tomate, lechuga y algodón.

En judía, el virus Bean golden mosaic geminivirus (BGMV) ha provocado pérdidas sensibles en 12 países latinoamericanos causando una importante pérdida en la producción comercial de judía en Brasil y República Dominicana.

En melón, Perring *et al.* (1991) estimaron unas pérdidas en el Imperial Valley del 95 % por un valor de 120 millones.

También en los últimos años, se ha visto un incremento en las pérdidas por virus transmitidos por *T. vaporariorum* y *T. abutilonea* en áreas templadas de EEUU, Europa, Australia y Asia (Duffus, J., 1987).

T. vaporariorum puede transmitir dos virus, CuYV (cucumber yellows) a melón y pepino y el BPYV (Beet pseudo yellow) a cucurbitáceas, judía y lechuga. Hasta



Foto 11 - Melaza y Negrilla. Daño indirecto de mosca blanca en hoja de sandía.

la fecha sólo el primero ha sido identificado en los cultivos hortícolas bajo plástico en España habiendo tenido gran importancia en melón, y en menor grado en pepino, en las provincias de Almería y Málaga.

De las 70 virosis que pueden transmitir los aleuródidos, 60 de ellas lo son por *B. tabaci*. Las más importantes que transmite a los cultivos hortícolas protegidos son las siguientes:

Cucumber vein yellowing
 Bean golden mosaic
 Tobacco leaf curl
 Tomato golden mosaic
 Tomato yellow leaf curl
 Tomato yellow top
 Tomato yellow mosaic
 Tomato leaf curl
 Melon leaf curl
 Squash leaf curl
 Lettuce infection yellow

MEDIDAS DE CONTROL

PREVENTIVAS Y CULTURALES

La eliminación de restos de cultivo y plantas huéspedes, dentro y fuera del invernadero, tendrán una influencia destacada en la incidencia de la plaga y de las virosis. Con esta medida conseguiremos que desaparezca un gran número de estadios inmaduros (huevos y larvas) y de adultos, y reduciremos los huéspedes alternativos de los virus.

La utilización de malla en banda y cubreras evita la entrada de los adultos. *B. tabaci* es considerada "mala voladora" dejándose arrastrar por las corrientes de aire y presentando una pasividad en el aterrizaje. Berlinger (1986) indicó que el camino por el cual se infiltra la mayoría de *B. tabaci* en invernadero es vía techo.

Una nueva práctica, que ha demostrado su potencialidad para retrasar y reducir las virosis, sobre todo en cucurbitáceas al aire libre, ha sido la utilización de las llamadas cubiertas flotantes, colocadas sobre el cultivo hasta un determinado estado fenológico del mismo. Estas cubiertas están hechas de materiales sintéticos, con poros de varios tamaños, que se colocan sobre la línea de plantas después de la siembra y antes de la germinación. Las plantas crecen bajo las cubiertas (sin estructura soporte), que descansan o "flotan" sobre la parte alta de la planta. (Perring T. *et al.*, 1989).

Este método se empleó para reducir la población de mosca blanca y para evitar la propagación de TYLCV en tomate en Israel. Después de 40 días el porcentaje de plantas afectadas fue de un 2-3% en contraposición con los testigos que tuvieron de un 50 a un 100%. También en cultivos de invernadero se comparó la diferencia entre estas cubiertas y los tratamientos químicos, observándose una ligera reducción en la cosecha (Berlinger, 1986). Este sistema puede ocasionar problemas en tomate de plantación de verano donde se ha observado una reducción de la cosecha al perderse el 1º y 2º ramillete.

Natwich, *et al.* (1985) informan que la utilización de cubierta flotante hasta un nivel crítico de desarrollo de la

planta (floración) es una alternativa al tratamiento químico en calabacín.

El uso de esta cubierta en melón cantaloup en el Imperial Valley de California (Perring *et al.*, 1989) retrasó también la incidencia de *B. tabaci* y la posible transmisión de virosis, tales como LIYV, SLCV, MLCV. En este estudio las cubiertas flotantes se eliminaron al final del período vegetativo.

La utilización de plástico transparente en acolchado de pepino limita las poblaciones *B. tabaci* (Abbas *et al.*, 1988).

Otro método cultural es la utilización de plantas intercaladas de otras especies vegetales más atractivas para la plaga. Esto reduce la población del vector, y retrasa y reduce la incidencia de las virosis. Se ha mostrado como un cultivo de pepino sembrado poco antes de uno de tomate retrasó y disminuyó la incidencia de TYLCV, por la preferencia de *B. tabaci* al pepino, que además es inmune al TYLCV.

También se han empleado plantas de pimiento y pepino intercaladas en un cultivo de tomate, lo que ha reducido la densidad de *B. tabaci* y retrasó y redujo la incidencia de TYLCV.

El mulching con plástico coloreado también se ha utilizado. Los adultos son atraídos a la superficie coloreada y probablemente allí permanecen durante un largo período de tiempo, suficiente para que sean matados por el calor. El efecto dura relativamente poco, 20-30 días, probablemente por cambios en el color.

Mulching, en tomate y pepino, con serrín, paja o láminas amarillas de polietileno redujo las poblaciones de *B. tabaci* y la propagación del TYLCV y CVYV). Basado en esta información, Berlinger (1986) efectuó un ensayo para frenar la propagación de TYLCV en invernadero. Para ello pintaron la cubierta con una capa fina amarilla y colocaron un mulching de polietileno amarillo, las cuales algunas veces fueron tratadas con insecticida. En todos los casos hubo una reducción significativa en la propagación del virus. La reducción en TYLCV no justificó, en cambio, los gastos extras requeridos.

En el Líbano y en el Valle del Jordán una gran parte del tomate se siembra en Agosto y Septiembre, lo que provoca mayores poblaciones de *B. tabaci* y de plantas con TYLCV que en las plantaciones más tardías. Sin embargo la ventaja de plantar más tarde se contrarresta con las mermas naturales que se producen a bajas temperaturas durante Enero y Febrero (Makkouk, 1983).

La eliminación o limpieza de hojas es considerada un factor también clave en la mortalidad de mosca blanca, sobre todo en los meses de invierno, ya que, en cultivos como el tomate, el tiempo de desarrollo larvario de *B. tabaci* es mayor que el de las hojas, muriendo por tanto antes que estas últimas. Si bien habría que hacer la salvedad que según sea el porcentaje de parasitismo, se procedería antes o después a la eliminación de las hojas. Antes de emprender una operación de este tipo se debe considerar la importante acción que pueden ejercer parásitos naturales autóctonos, como es el caso de *E. mundus*, los cuales, al no ser fácilmente reconocibles, se pueden destruir al eliminar las hojas.

La inspección del material vegetal en semillero y la eliminación del afectado antes del trasplante, prevendrá de la infestación de inmaduros, o de adultos, y podrá evitar la entrada de plantas viróticas.

Asimismo la retirada de las plantas viróticas en campo es esencial para reducir la fuente de inóculo.

RESISTENCIA/TOLERANCIA

La utilización de variedades comerciales resistentes a la plaga o al virus, no es posible todavía en la mayor parte de los casos. Sin embargo el uso de variedades tolerantes o resistentes para el vector y el virus añade una nueva dimensión en el control de esta plaga y probablemente sea el camino más eficaz; aunque esta investigación sea lenta y presente el inconveniente de que aparezca una nueva línea del virus que supere la resistencia encontrada. Por este motivo, la integración de resistencia y tolerancia a la plaga y a la virosis será el camino más útil para la obtención de un éxito más perdurable.

Las primeras investigaciones sobre resistencia en tomate a *T. vaporariorum* comenzaron con la identificación de *Lycopersicum hirsutum* y *Solanum pennellii* como variedades resistentes, debido a los exudados glandulares de hojas y tallos. Curry y Pimentel (1971) encontraron bajos niveles de resistencia en algunas variedades comerciales. También se observaron resistencias en algunas líneas de especies silvestres de *L. hirsutum*, *L. hirsutum glabratum* y *S. pennellii*, que posteriormente fueron confirmadas como resistentes a *B. tabaci*.

En pimiento se han encontrado grandes diferencias entre las variedades, siendo la más resistente "California Wonder", y la más susceptible "Granat". Las variedades de pimiento de Europa Central parecen ser mucho menos resistentes a *T. vaporariorum* que las variedades del Oeste de Europa.

En berengena, las variedades Dourga y Ronde de Valence se han mostrado como resistentes, y Klimpong como muy resistente. En pepino se ha observado resistencia a *T. vaporariorum* en *Cucumis metuliferus*.

En la búsqueda de resistencias al virus del amarilleo del melón, se ha comprobado una reducción en la severidad de sus síntomas en algunas líneas de origen japonés y chino, que pueden ser consideradas tolerantes al virus.

Las variedades actuales de tomate no son suficientemente resistentes a TYLCV, pero existen especies silvestres con diferentes niveles de resistencia. Zakay *et al.* (1991), en 23 líneas resistentes de *Lycopersicon* representativas de 5 especies de tomate, encontraron el más alto nivel de resistencia en la línea LA 1969 de *L. chilense*.

También la mejora genética puede contribuir, mediante la obtención de plantas huéspedes menos aptas para la mosca blanca y más viables para los parásitos de ésta. Así, el fallo del control biológico de *T. vaporariorum* en pepino por el parásito *E. formosa*, se debe a dos razones. Por un lado, a la buena capacidad de la planta huésped para el desarrollo de la mosca blanca y, por otro, a los largos pelos de las hojas, que impiden el movimiento de *E. formosa*. Se

ha comprobado que en híbridos experimentales con la mitad del número de pelos se incrementa el porcentaje de pupas parasitadas debido al aumento de la velocidad de rastreo de *E. formosa* sobre la superficie de la hoja.

TRAMPAS CROMOTRÓPICAS

El color amarillo es el más atrayente para ambas especies de mosca blanca. El emplazamiento sobre el cultivo de las placas adhesivas parece ser que tiene importancia en el número de capturas. Así, el vertical parece ser el que mayor número obtiene (Melamed *et al.*, 1982). De 0 a 0.50 cm es el rango de altura en el que mayor porcentaje de captura se obtiene. Similares resultados fueron obtenidos por Berfinger (1986) sobre *B. tabaci* en invernadero (Foto 12).

Butler *et al.* (1985), en Israel, observaron en variedades de algodón, tipo Okra, que un incremento de las capturas en trampas adhesivas amarillas podía ser debido a la no apetencia hacia el tipo de sus hojas, lo que motivó que los adultos se trasladaran de un lugar a otro para tratar de localizar a huéspedes más aptos, lo que provocó una recogida mayor de adultos en las trampas amarillas.

Con la utilización conjunta de trampas adhesivas amarillas y de enemigos naturales se han obtenido resultados dispares. Estas diferencias, según Gerling (1.990), pueden ser debidas a las especies de parásitos recogidos y/o al método utilizado. Parece ser que *E. formosa* siente una atracción especial hacia las trampas adhesivas amarillas.

CONTROL QUÍMICO

Las medidas de control químico son de eficacia limitada. Si se considera este control, como un aspecto más del total de un Programa de Control Integrado, deberemos tener en cuenta lo que tendremos que diferenciar el estado de la plaga y el nivel poblacional de cada estadio al que se dirige el tratamiento, ya que según esto haremos la elección del producto. Los huevos y los últimos estadios ninfales de *T. vaporariorum* y *B. tabaci* son tolerantes a la mayoría de los insecticidas, mientras que los adultos y jóvenes estadios inmaduros son más susceptibles. Las materias activas que nos ofrece el mercado actúan sobre todo contra estos últimos. Además no se deberá olvidar que el principal parásito, *Eretmocerus mundus*, que encontramos en los cultivos hortícolas protegidos de Almería también parasita en estos estadios.

Las materias activas de posible uso en los cultivos hortícolas se encuadran dentro de uno cualquiera de los



Foto 12 - Trampa adhesiva amarilla utilizada para mosca blanca.

siguientes grupos: Reguladores de Crecimiento, Piretroides, Organofosforados, Organohalogenados y Carbamatos. A continuación se citan algunos de ellos:

bifentrin, bifentrin + piridafention, bioestrin, buprofecin, deltametrin, endosulfan + metomilo, fenitrotrion + fenpropatin, fenpropatin, flucitrinato, imidacioprid, metilpirimifos, piridafention, teflubenzuron.

Además de éstas existen otras mezclas de materias activas, también recomendadas por su acción sobre mosca blanca.

Por otro lado en la elección del producto es conveniente la alternancia de materias activas, ya que, sobre todo, en el caso de *B. tabaci* es bastante conocida su resistencia a la acción de numerosos insecticidas. Así, Prabhaker *et al.* (1985) expusieron un amplio rango de resistencias a *B. tabaci* en California de los insecticidas organofosforados: sulprofos, metilparation, fenthion, malation, paration y permetrin.

Horowitz *et al.* (1988) extendieron la resistencia de *B. tabaci* a cuatro grupos de insecticidas: los Organoclorados, Organofosforados, Carbamatos y Piretroides. Rao *et al.* (1990) observaron también resistencia a piretroides de frecuente uso en algodón: deltametrin, fenvalerato, permethrin y cipermetrin. Horowitz *et al.* (1992) comprobaron también resistencia a endosulfan en algodón en Israel.

Se debe añadir, además, que el uso de piretroides en algodón (India) produjo sobre *B. tabaci* la reducción del período de incubación de los huevos y el incremento del sex-ratio (Rao *et al.*, 1990).

Los aceites y jabones líquidos se encuentran en la línea de productos químicos que pueden ser más eficientes por su toxicidad, o repelencia, en el control de moscas blancas y que además desarrollan menor resistencia frente a ellos; siendo, a su vez, los más inocuos posibles para el resto de la fauna y con la ventaja adicional de ser más baratos.

Butler G.D. *et al.* (1988) abogan por el uso de aceite de semilla de soja para el control de *B. tabaci* y *A. gossypi* en invernadero. Broza *et al.* (1988) señalan también como eficaz la utilización de estos aceites en algodón con un resultado superior incluso al resto de los insecticidas empleados en este cultivo para el control de plagas. Butler *et al.* (1990) utilizan líquidos detergentes, aceite de cocina y de semilla de algodón en cultivos hortícolas, si bien observa fitotoxicidad en algunas cucurbitáceas según la concentración utilizada de aceite. Asiático *et al.* (1990) optan por la utilización de jabones líquidos en tomate en Costa Rica.

Otra de las consideraciones que haremos en la elección de un producto químico será que su acción sea lo más inocua posible a parasitoides y depredadores. Por tanto habrá que tener en cuenta el plazo de espera, o de seguridad, en el caso de estar realizando sueltas de éstos.

El momento de la aplicación resulta también decisivo en el control de moscas blancas. Así, si el tratamiento se dirige contra adultos, será más conveniente realizarlo a primera hora de la mañana o a la caída del sol, ya que éstos son los momentos en los que se encuentran agrupados en las hojas de la planta.

La técnica de aplicación hará que el tratamiento sea más o menos efectivo. Las fumigaciones suelen ser más efectivas al cubrir en su totalidad a la planta, pero su uso está restringido en cultivos protegidos.

Por último, recordar que dentro de la gama de productos químicos que nos ofrece el mercado para cultivos hortícolas, hay algunos cuya aplicación puede ser realizada a través del agua de riego.

CONTROL BIOLÓGICO

Existen amplias referencias en la literatura de enemigos naturales de mosca blanca, tanto parasitoides y predadores como patógenos (Gerling, 1990).

Sin embargo dentro de los autóctonos almerienses, existen hasta la fecha pocos identificados y pocas especies que hayan sido probadas para el control biológico de esta plaga.

Para un control biológico eficaz será conveniente no olvidar los puntos siguientes:

1- Búsqueda y potenciación de enemigos naturales autóctonos. Especies de parásitos, como *E. mundus*, han mostrado unos altos niveles de parasitismos sobre *B. tabaci* en el cultivo de tomate.

2- Considerar la influencia de las malas hierbas y de áreas vecinas al cultivo en el movimiento de la plaga y de enemigos naturales.

E. formosa ha sido localizado de forma espontánea, parasitando a *T. vaporariorum* en especies vegetales cercanas al lugar de cultivo y en malas hierbas, como *Nicotiana glauca*, *Conyza bonariensis*.

3- La compatibilidad de los productos químicos con los enemigos naturales, autóctonos o comercializados.

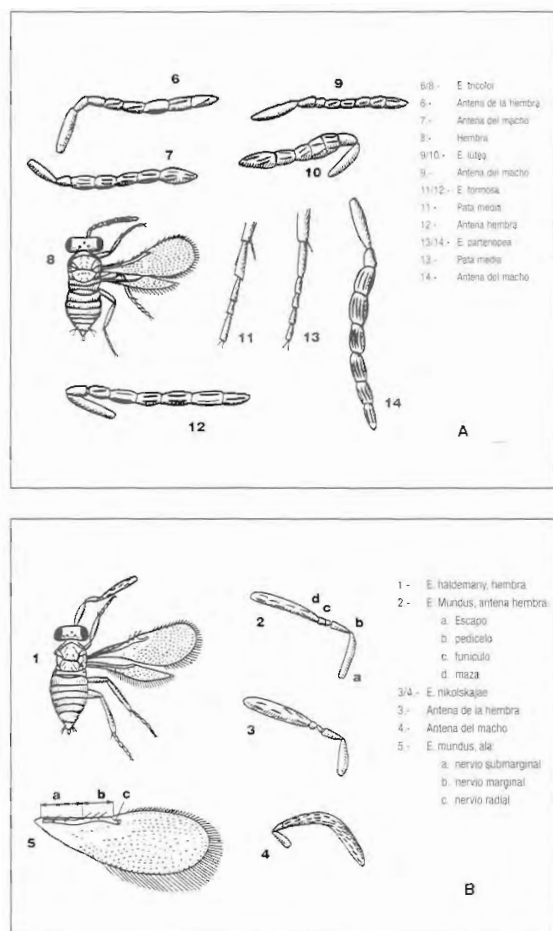


Figura 9 - Identificación de los géneros *Encarsia* (A) y *Eretmocerus* (B). (Puerta, L.)

PARASITOIDES

Los parasitoides de moscas blancas se encuentran incluidos, en su gran mayoría, dentro del Orden Hymenoptera, y de la familia Aphelinidae, siendo los Géneros *Encarsia* y *Eretmocerus* los que mayor número de especies recogen. (Figura 9)

Las claves de identificación de estos parásitos se dan en los Apéndices A y B .

E. formosa (Gahan)

Orden: Hymenoptera
 Familia: Aphelinidae
 Género: *Encarsia*

■ Descripción y Desarrollo

Tiene una longitud de 0.6 mm, cabeza y tórax negro y el abdomen de color amarillo. El macho es completamente negro (Foto 13)

Los estadios de desarrollo son huevo, tres larvarios, pupa y adulto. Todos ellos, excepto el adulto, los desarrolla en el huésped (larva-pupa) de la mosca blanca. El insecto adulto se alimenta de la melaza y de los fluidos del cuerpo de la larva de mosca blanca, siendo esto esencial para la normal actividad del parasitoides (la ovogénesis es dependiente de la nutrición con proteínas).



Foto 13 - Adulto de *E. formosa*.



Foto 14 - Larva de *T. vaporariorum* parasitada por *E. formosa*.

Si bien ha sido observado alimentándose sobre todos los estadios de desarrollo de mosca blanca, prefiere el segundo (succiona la hemolinfa de 6 a 12 larvas-pupas). Las larvas utilizadas para la alimentación no son parasitadas.

Una población de *E. formosa* consta casi completamente de hembras, los machos son raramente encontrados (del 1 al 2 % son machos). El apareamiento no es esencial para la reproducción.

El desarrollo del parásito es partenogénético, las hembras no fertilizadas pueden producir hembras. Los machos aparecen después de un largo período de bajas temperaturas, pudiendo actuar como hiperparásitos cuando la población de hembras supera determinados niveles. Cada parásito hembra puede poner de 60-100 huevos en un período de 10 a 14 días. La discriminación del huésped lo realiza mediante toques antenales y pruebas con el ovipositor. Oviposita en todos los estadios larvales, pero prefiere el 3º y 4º (Foto. 14).

Una pupa parasitada es fácilmente reconocible en el caso de *T. vaporariorum* porque se vuelve completamente negra, sin embargo en *B. tabaci* tal melanización no es tan intensa y adquiere un color más transparente o marrón. Puede completar su ciclo de vida al cabo de cuatro semanas a una temperatura de 21 °C. Los jóvenes parasitoides emergen de las larvas ennegrecidas cortando un círculo en la parte superior de la larva (Foto 15).



Foto 15 - Foliolo de tomate con pupas de *T. vaporariorum* parasitadas por *E. formosa*.

■ Factores Bióticos

En general todas las especies de *Encarsia* se trasladan con relativa facilidad a nuevos huéspedes. *T. vaporariorum* y *B. tabaci* son huéspedes posibles para *E. formosa*. *T. vaporariorum*, sin embargo, resulta mejor huésped que *B. tabaci* debido a varios factores: menor tiempo requerido en la oviposición, menor mortalidad de inmaduros y mayor calidad de los parásitos adultos emergidos. Los datos obtenidos en relación a la reducción de las poblaciones de *B. tabaci* resultan bastantes diferentes, debido al amplio rango de plantas huéspedes y de condiciones ambientales.

En el caso de ofrecerse *T. vaporariorum* y *B. tabaci*, al mismo tiempo, a *E. formosa*, ésta prefiere y acepta antes a la primera, realizando mayor número de puestas sobre ella que sobre *B. tabaci*. Sin embargo la reducción de *B. tabaci* es más rápida si aparece sola que junto a *T. vaporariorum*. (Figura 10).

Existen pocos estudios para determinar la distancia de atracción y detección de la plaga por *E. formosa*. Es normal encontrar un mayor número de parasitoides en planta infestada con mosca blanca, o con melaza, que en planta limpia; de lo cual se puede deducir que la melaza puede actuar como atrayente y/o favorecer la detección desde el punto de suelta de *E. formosa* hacia el área afectada.

La mayoría de las especies de *Encarsia*, normalmente parasitan en el último estadio del huésped. *E. lutea* también prefiere ovipositar en el cuarto estadio larvario de *B. tabaci* (Gerling, 1990).

El examen del huésped y la oviposición lo realiza *E. formosa* mediante toques de antena y caminando sobre el huésped, midiéndolo a éste y probando el ovopositor.

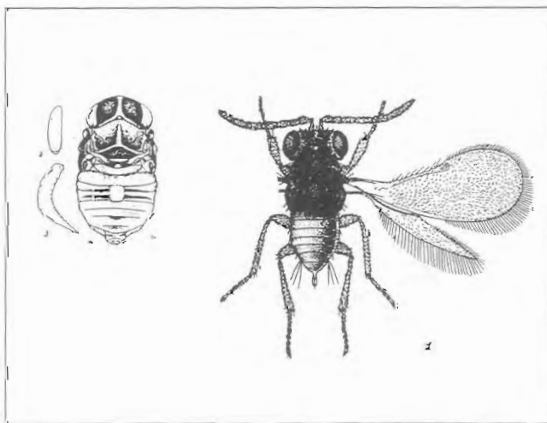


Figura 10 - *E. formosa* (hembra): 1- adulto, 2- huevo, 3- larva 1ª, 4- pupa. (Sanderson, J. y Ferrentino, G.O.).

La fecundidad de la hembra varía de 3 a 70 huevos, dependiendo de la planta huésped. En consecuencia, la población introducida se hará de acuerdo con el huésped vegetal.

Las características de la hoja, tales como limpieza, polvo o melaza, pueden impedir la actividad del parásito. La mayor o menor pilosidad, la longitud de los pelos, o la forma de la red nervial de la hoja pueden influir sobre la eficiencia del parasitoides. La eficiencia de *E. formosa* en cultivo de tomate es mayor que en pepino debido a que el desarrollo de la plaga es más rápido en pepino, y a que las propiedades físicas de la planta son mejores en tomate que en pepino. Una forma de contribuir a la mejora de la eficiencia del parásito sería mediante la obtención de variedades menos pilosas, como ya se indicó anteriormente.

■ Factores Abióticos

La temperatura parece jugar un importante papel en el éxito de *E. formosa* (Albajes *et al.*, 1980), ya que la velocidad de desarrollo y la fecundidad depende de ella. La fecundidad de mosca blanca a 18 °C es diez veces superior a la de *Encarsia*, siendo la velocidad de desarrollo igual. A 27 °C la fecundidad es igual en ambas especies pero la velocidad de desarrollo es el doble que en *E. formosa*. Koppert aconseja, como épocas más favorables para el control con *E. formosa*, aquellas con temperaturas superiores a 22 °C.

Una temperatura entre 15 y 30 °C hace posible el control biológico de *T. vaporariorum* mediante *E. formosa* en varios cultivos. Una de las posibles causas del fallo del parásito *E. formosa* en el control de *T. vaporariorum* son las temperaturas demasiado bajas. A una baja temperatura y baja intensidad luminosa, el parasitoides es inactivo. Una de las causas del fallo de *E. formosa* durante los meses fríos parecen ser las bajas temperaturas durante la maduración del huevo de *E. formosa*.

A una temperatura de 18 °C el parásito puede volar. Por debajo de esa temperatura el vuelo es limitado, pero sí puede caminar, de este modo la migración puede tardar más tiempo. La parasitación, no obstante, puede tener lugar, pero en menor grado que con temperaturas mayores. El porcentaje de parasitismo se eleva con altas temperaturas. Las poblaciones de mosca blanca también se desarrollan más lentas a bajas temperaturas. A estas temperaturas *E. formosa* funciona bien, produciendo de un 60 a un 80% de parasitismo.

El desarrollo de *E. formosa* y *T. vaporariorum*, en días, a diferentes temperaturas aparece en la Figura 11.

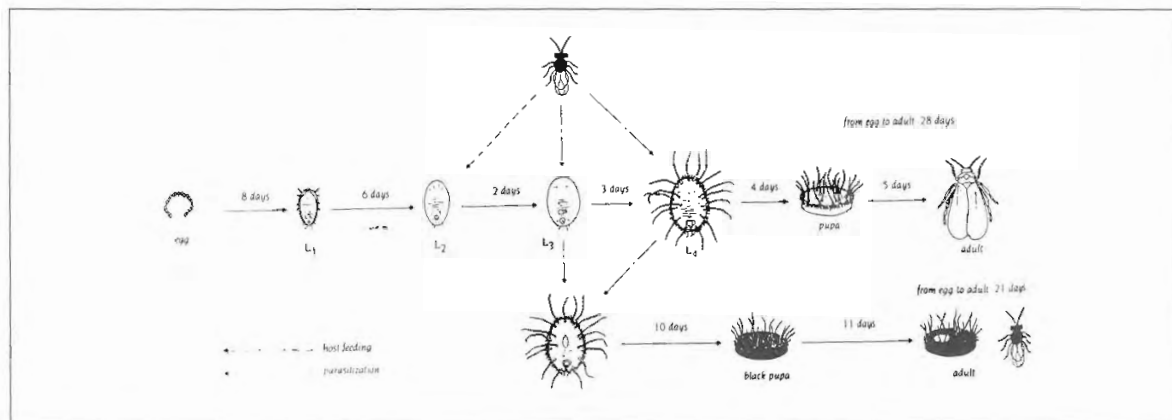


Figura 11 - Ciclo de vida de *T. vaporariorum* y *E. formosa* a 20°C sobre tomate. (Koppert).

A una temperatura de 20 a 22 °C las larvas parasitadas de *T. vaporariorum* se vuelven negras después de 10 a 14 días. Completa el desarrollo a 23 °C entre 10 y 12 días después del ennegrecimiento.

El empleo de *E. formosa* para el control de *T. vaporariorum* en los invernaderos está muy generalizado, principalmente en los cultivos hortícolas.



Foto 16 - Cartoncillo con *Encarsia formosa* utilizado para el control biológico de *T. vaporariorum*.

En España *E. formosa* y *E. tricolor* han sido las especies más estudiadas en cultivos de invernadero del Maresme, Canarias, Almería, Málaga y Murcia.

E. formosa está muy bien estudiada en su empleo para el control biológico. Desde 1926, año en que empezó a criarse *E. formosa* en Inglaterra para controlar *T. vaporariorum*, se empezó aplicar de forma rutinaria en gran número de invernaderos. Pero este interés decreció a finales de los cuarenta al desarrollarse los insecticidas orgánicos de síntesis, convirtiéndose éstos en el único método de control utilizado.

El interés por los agentes de biocontrol empezó de nuevo después de la aparición de resistencias en araña roja (*T. urticae*). El uso de *P. persimilis* hizo imposible el control químico de la mosca blanca por la interferencia con el control biológico de la araña, y de ahí que se optase por la utilización de *E. formosa*.

La forma en que se comercializa y que se suelta en el cultivo *E. formosa* es en pupa negra. Dichas pupas pueden venir de tres formas: a) Cartoncillo, pupas pegadas a una tarjeta, la cual tiene una abertura para colgar de los foliolos (Koppert), b) Tubos, pupas sueltas en tubos dosificadores, los cuales se esparcen en un pequeño vaso colgado de los foliolos de las hojas (Biovest) y c) Material vegetal, en hojas de tabaco conteniendo pupas de mosca blanca parasitadas (Foto 16).

E. mundus (Mercet)

Orden: Hymenoptera
Superfamilia: Chalcidoidea
Familia: Aphelinidae
Género: *Eretmocerus*

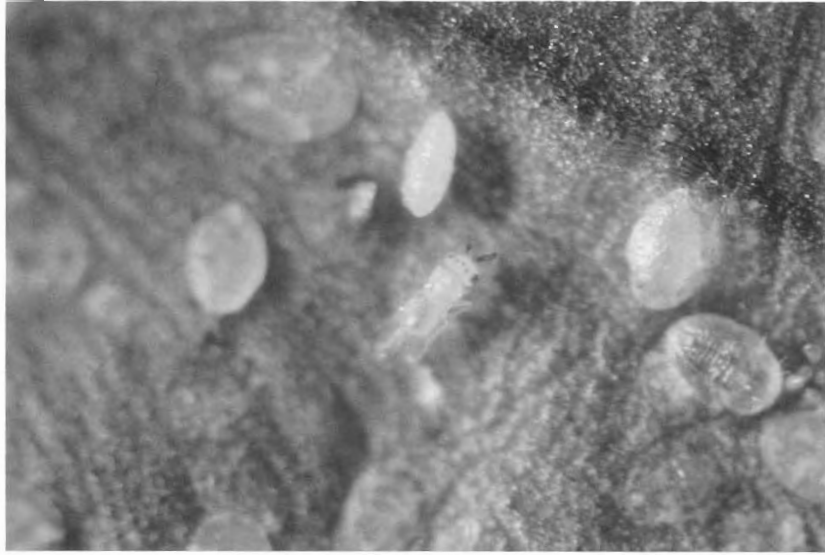


Foto 17 - Adulto de *E. mundus*, parásito de *Bemisia tabaci*.

■ Descripción y Desarrollo

La cabeza, tórax y abdomen son de color amarillo, o amarillo marrón, los machos son a menudo más oscuros que las hembras (Foto. 17).

Pasa por los estadios de huevo y tres larvarios que se desarrollan como parásito interno de las ninfas de mosca blanca. *Eretmocerus* oviposita bajo la larva de el segundo o tercer estadio de *B. tabaci*, es decir prefieren atacar a sus huéspedes en estadios más tempranos, que las especies que ovipositan internamente. Cuando la larva ha alcanzado su tercer o cuarto estadio, la larva del parasitoide penetra en el huésped deteniendo su desarrollo pasado el cuarto estadio larvario (Folyn & Gerling, 1985).

E. mundus, es una especie bien conocida en la Cuenca del Mediterráneo hasta Sudán. Ha sido también encontrado en Afganistán, Kenya, Zimbague and Malawi. Aparece en los cultivos hortícolas protegidos como parásito de *B. tabaci* (Figura 12).

■ Factores Bióticos

El género *Eretmocerus* muestra un restringido rango de huéspedes y los prefiere atacar en sus estadios tempranos. Reconoce y evita la oviposición en el huésped ya parasitado a través del toque con sus antenas. Pone sus huevos debajo de las larvas, por no tener suficiente ovopositor para penetrar por la cutícula. Puede presentar hiperparasitismo.

E. mundus es más eficiente en la búsqueda de su huésped, *B. tabaci*, que *E. formosa* y posee una considerable respuesta funcional. Su reproducción es arrenotóxica, no como la mayoría de especies de *Encarsia*, pudiendo ser más barata y fácil su cría.

■ Factores Abióticos

La longevidad de las hembras durante el invierno es alta, siendo capaces de permanecer activas durante esta época, lo que favorece su propagación sobre cualquier huésped vegetal. Tal parasitación también fue encontrada para *E. lutea*.

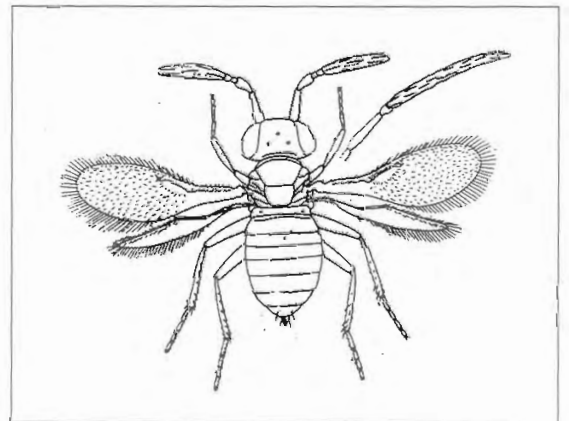


Figura 12 - *E. mundus*: hembra y antena de macho. (Gómez Menor).

PREDADORES

Existe escasa información sobre la biología y el impacto de los predadores sobre las poblaciones de *T. vaporariorum* y *B. tabaci*, así como de su utilización como agentes de control biológico en los cultivos de invernadero.

Los predadores que pueden actuar sobre *T. vaporariorum* y *B. tabaci* se incluyen en los siguientes órdenes y familias (Mound & Halsey, 1.978).

HEMIPTERO: ANTHOCORIDAE, MIRIDAE

COLEOPTERO: COCCINELIDAE

NEUROPTERO: CHRYSOPIDAE, CONIOPTERYGIDAE

DIPTERO: DOLICHOPODIDAE, SYRPHIDAE, ANTHOMYDAE

ARACNEIDA: PHYTOSEIIDAE

ACARINA: STIGMAEIDAE

PATÓGENOS

Su principal limitación es su dependencia de la alta humedad. Su utilización será, por tanto, posible donde se den estas condiciones, o donde se pueda manipular la humedad. Otro de los inconvenientes que tiene la utilización de hongos es su pasividad, ya que no buscan activamente al huésped. Como ventajas señalaremos su compatibilidad con el control químico, ya que son insensibles a un gran número de insecticidas y en general tienen un relativo corto plazo de espera. Su compatibilidad con *E. formosa* es posible ya que no infesta pupas parasitadas ni los adultos.

Las especies de hongos patógenos que pueden afectar a *T. vaporariorum* y a *B. tabaci* son las siguientes:

Aschersonia aleyrodís
Aschersonia placenta f. vietnamica
Aschersonia flava
Aschersonia tamureí
Aschersonia broome
Paecilomyces fumosoroseus
Beauveria bassiana
Verticillium lecanii

Dentro de éstos, los más utilizados y estudiados han sido:

Aschersonia aleyrodís

A. aleyrodís ejerce un buen control sobre *T. vaporariorum*. Es fácil de reconocer por el color naranja brillante de la masa de esporas sobre las larvas. No afecta a los adultos, ni a los huevos. Tiene una rápida germi-

nación. Posee un uso limitado, ya que no crece saprofiticamente sobre la superficie de las hojas, por lo que no se extiende en el invernadero, siendo necesarias aplicaciones repetidas. Se ha indicado un alto grado de mortalidad larvaria sobre plantas adultas de pepino en invernadero, mayor que sobre plantas jóvenes.

Su integración con *E. formosa* es posible ya que no la infesta. En pepino se ha observado un 85% de mortalidad de larvas cuando se utilizaron conjuntamente *A. aleyrodís* y *E. formosa*, y de un 49% cuando se utilizó sólo *E. formosa*.

A. placenta y *A. flava*

Han sido usados para el control de *T. vaporariorum* en pepino en Ucrania.

Beauveria bassiana

Ejerce un control efectivo de *T. vaporariorum* cuando la temperatura y la humedad relativa son altas.

Paecilomyces fumosoroseus

Este hongo ha sido utilizado para el control de *B. tabaci* y *T. vaporariorum*. Entre sus cualidades destacan su acción en los cuatros estadios larvarios siempre que exista una humedad relativa casi del 100%. Su efecto es rápido y es tolerante a gran número de pesticidas, siendo fácil su producción.

En pepino se ha conseguido una reducción del 40% de la población con 3 aplicaciones realizadas a intervalos de 10-14 días, y con temperaturas entre 15 y 21 °C y HR entre 79 y 93%.

Verticillium lecanii

V. lecanii contiene un complejo de varias líneas de hongos que difieren en el rango del huésped, si bien la apariencia es bastante similar (blanco a amarillo luminoso), parecido al algodón. La línea de *V. lecanii* que afecta a mosca blanca puede infestar a larvas, pupas y adultos. Las mejores condiciones de crecimiento y multiplicación de este hongo están comprendidas entre 15 y 28 °C y una HR del 80% o más.

Su crecimiento se puede realizar a través de la melaza segregada por la mosca blanca, o de carbohidratos que se añaden en su producción, si bien también es posible directamente a través de insectos vivos.

La acción de *V. lecanii* no es rápida. Los primeros síntomas pueden ser vistos de 7 a 10 días después del tratamiento y son claros a las dos semanas. Se ha de recurrir a varias aplicaciones por no extenderse de pupa a pupa. *V. lecanii* ha sido utilizado para el control de *T. vaporariorum* y *B. tabaci*. Contra la primera especie se ha

utilizado en pepino y en tomate. Su empleo en tomate a humedades bajas proporciona una mortalidad del 50%.

Su utilización en laboratorio sobre *B. tabaci* dio como resultado un 90% de mortalidad.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- ABBAS, A.K.; AL - HITTY, A.A.; ALI, A.A.; HASSAN, N.M. (1988). Evaluation of various control practices and their time of application against the whitefly (*Bemisia tabaci* Genn) and some other pests on fall cucumber. Journal of agriculture and water resources research. Plant production (Iraq), 7(1):123-142
- AGEKYAN, N.G. (1982). Biological features of *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera, Aphelinidae). 1982 Scripta Publishing Co.
- ALBAJES, R.; CASADEVALL, M.; BORDAS, E.; GABARRA, R.; ALOMAR, D. (1980). La mosca blanca de los invernaderos, *Trialeurodes vaporariorum*, en el Maresme. II.- Utilización de *Encarsia tricolor* (Hym.; Aphelinidae) en un invernadero de tomate temprano. An. INIA / Serv. Agrícola / No. 13.
- AL HITTY, A.; ABBASS, A.K.; ALI (1988). Development and survival of *Antocoris pallens* Reut. (Heteroptera, Miridae) on *Bemisia tabaci* (Gen) and *Aphis gossypii* (Glover). Journal of agriculture and water resources research plant production (Iraq).
- ALOMAR, O.; CASTAÑE, C.; GABARRA, R.; BORDAS, E.; ADILLON, J.; ALBAJES, R. (1987). Cultural practices for IPM in protected crops, in Catalonia (España). Integrated pest management in protected vegetable crops. Joint expert's meeting, Cabréils (Spain), 27/29 May.
- ANONIMO (1992). Cultivos horticolas. Control racional de plagas y enfermedades. Junta de Andalucía. Consejo. Agr. Pesca. Sección de Protección de los Vegetales Almería, Bol. Fit. Avisos e Informaciones Junio. 139 pp.
- ASIATICO, J.M.; ZOLBISCH, T.; MENESES, R. Y LASTRA, R. (1990). Control de *Bemisia tabaci* (Genn) en tomate con insecticidas, biológicos, botánicos y químicos.
- BERLINGER, M.J.; DAHAN, R.; BERLINGER ORAH C. A.; D MORDECHI S. (1990). Honeydew, excretion as a possible tool to screen tomato resistance to virus transmission by *Bemisia tabaci*. Bulletin SROP (France), V. 13, 6: 121-151.
- BERLINGER M.J. (1986). Pests the tomato crop. Edited by J.G. Atherton and J. Rudich. Chapman and Hall Ltd. Printed in Great Britain at the University Press, Cambridge.
- BOISCLAIR, J.; BRUEREN, G.J.; LENTEREN VAN, J.C. (1990). Can *Bemisia tabaci* be controlled with *Encarsia formosa*?. SROP/WPRS Bull. XIII/5: 32-35.
- BORDAS, E.; GABARRA, R.; ALOMAR, O.; CASADEVALL, M.; ALBAJES, R. (1981). La mosca blanca de los invernaderos, *Trialeurodes vaporariorum* en el Maresme. III Ensayo de control en variedades de tomate en un invernadero de polietileno. Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Serie: Agrícola, Número 16, separata Núm: 10.
- BROZA, M.; BUTLER, G.D.; HENNEBERRY, T.J.(jr) (1988). Cottonseed oil for control of *Bemisia tabaci* on cotton. Proceedings, beltwide cotton production research conferences, 1988, 301 pp.
- BUTLER, G. D.; COUDRIET, D.; HENNEBERRY T.J.(jr) (1988). Toxicity and repellency of soybean and cottonseed oils to the sweetpotato whitefly and the cotton aphid on cotton in green-house studies. The Southwestern entomologist, 1988,13: 81-86.
- BUTLER, G.D.; COUDRIET, D.L. AND HENNEBERRY, T.J.(jr) (1989). Sweetpotato whitefly: host plant preference and repellent effect of plant-derived oils on cotton, squash, lettuce and cantaloupe. The Southwestern entomologist, 14: 9-16.
- BUTLER G.D; HENNEBERRY T.J.(jr) (1988). Laboratory studies of *Chrysopa carnea*, predation on *Bemisia tabaci*. The Southwestern entomologist, septiembre, 13, 3: 165-170.

- BUTLER, G.D; HENNEBERRY T.J.(jr) (1.989). Sweetpotato whitefly migration, population increase, and control on lettuce with cottonseed oil sprays. *The Southwestern entomologist*, 14: 287-293
- BUTLER, G.D; HENNEBERRY T.J.(jr) (1.990). Cottonseed oil and safer insecticidal soap: effects on cotton and vegetable pests and phytotoxicity. *The Southwestern entomologist*, 15: 257-264
- BUTLER, G.D.; HENNEBERRY, T.J.(jr) (1988). Sweetpotato whitefly control on tomatoes. *The Southwestern entomologist*, 13: 165-170
- BUTLER, G.D.; HENNEBERRY, T.J.(jr); HUTCHISON, W.D. (1.986). Biology, Sampling and Population Dynamics of *Bemisia Tabaci*. *Agricultural Zoology Reviews*, Vol. 1, November: 167-195
- BUTLER, G.D.; HENNEBERRY, T.J.; NATWICK, E.T. (1.985). *Bemisia tabaci*: 1.982 and 1.983 populations in Arizona and California cotton fields. *The Southwestern entomologist*, march, 1.985. vol 10, 1: 20-26
- CARNERO HERNANDEZ, A.; MONTESDEOCA MONTESDEOCA, M.; PEREZ PARDON, F.; SILVERIO NUÑEZ, A.; RODRIGUEZ LOPEZ, P. (1.992). Presencia de *Bemisia tabaci* (Genn) en cultivos comerciales hortícolas y ornamentales en las Islas Canarias. *Agrícola verger*, Marzo: 152-157
- CASTRESANA L. (1.991). Lucha contra la mosca blanca de los invernaderos. Utilización del endoparásito *Encarsia formosa*. *Cuadernos de fitopatología*, 1^{er} trimestre: 4-9
- CURRY, JAMES P.; PIMENTEL D. (1971). Life cycle of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* and population trends of the whitefly and its parasite, *Encarsia formosa*, on two tomato varieties. *Annals of the entomological society of America*, vol. 64, nº 5: 1188-1190
- DE PONTI, O.M.B; ROMANOW, L.R.; BERLINGER M.J. (1990). Whitefly-plant relationships; plant resistance. En, *Whiteflies: their binomics, pest status and managment*. Capt. 4: 91-105. Intercept Ltd, PO Box 716, Andover, Hants, SP10 1YG. UK.
- DUFFUS J.E. (1.987). Whitefly transmission of plant viruses. *Current topics in vector research*, V. 4: 73-89
- EPPO (1989). EPPO DATA SHEETS ON QUARANTINE ORGANISM nº. 178: *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) (Cotton whitefly, Sweetpotato). *Bulletin OEPP (UK)*, V.19,4: 733-756
- FAUQUET, C. Y GARGETTE, D. (1.990). African cassava mosaic virus: etiology, epidemiology, and control. *Plant disease*, vol 74, Nº6: 404-411
- FOLTYN, S.; GERLING, D. (1985). The parasitoids of the aleyrodid *Bemisia tabaci* in Israel: Development, host preference and discrimination of the aphelinid wasp *Eretmocerus mundus*. *Entomol. exp. appl.*, 38: 255-260.
- FOSTER, R. (1987). The sweet potato whitefly: a potential new pest of vegetables in south Florida. Florida University. Agricultural research and Education Center (USA), V. 3, Octubre: 3-4
- FRANSEN, J.J. (1.990). Development of *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) on poinsettia and other potplants grown under glass. *SROP/WPRS Bull.* XIII/5: 61-63.
- GERLING, D. (1.986). Natural enemies of *Bemisia tabaci*, biological characteristics and potential as biological control agents: a review. *Agriculture, ecosystems and environment*, 17: 99-110
- GERLING, D. (1990). Natural enemies of whiteflies: Predators and parasitoids. En, *Whiteflies: Their binomics, pest status and managment*: 147-185. Intercept Ltd, PO Box 716, Andover, Hants, SP10 1YG. UK.
- GERLING, D.; ORION, T.; DELAREA, Y. (1.990). *Eretmocerus* penetration and immature development: A novel approach to overcome host immunity. *Archives of insects biochemistry and physiology*, 13: 247-253.
- GILL, R.J. (1982). Color-Photo and host keys to California whiteflies. Scale and whitefly key No. 2, California Department of Food and Agriculture, Environmental Monitoring and Pest Management Branch, Sacramento, California, USA.
- GIUSTINA, W., MARTINEZ, M., BERTAUX, F. (1.989). *Bemisia tabaci*: le nouvel ennemi des cultures sous serres en Europe. *Phytoma*, nº 406, Mars: 48-52
- GOMEZ - MENOR, J. (1.943). Contribución al conocimiento de los aleyrodidos de España. (Hem., Homop). 1ª nota EOS, T, XIX: 173-209
- GOMEZ - MENOR, J. (1.944). Aleiródidos de interés agrícola. *Boletín de patología vegetal y entomología agrícola*, vol. XIII: 161-198.
- GOMEZ - MENOR, J. (1.945). Contribución al conocimiento de los Aleyródidos de España (Hem. Homop.). Variabilidad en las especies españolas y descripción de dos nuevas. Segunda nota. EOS, T. XX: 277 - 308, C. 3º y 4º.

- GOMEZ - MENOR, J. (1.945). Aleuródidos de España, Islas Canarias y Africa Occidental. Tercera Nota. EOS: 363 - 377.
- HOROWITZ, R.A.; TOSCANO, N.; YOUNGMAN, R.; KIDO, K.; KNABKE, J.; GEORGHION, J.G.; (1.988). Synergism: potencial new approach to whitefly control. California agriculture, 42 (1): 21-29
- HOROWITZ, R.A.; ISHAAYA, I. (1.992). Susceptibility of the sweetpotato whitefly (homoptera: aleyrodidae) to buprofezin during the cotton season. J. Economic entomology, April-1992: 318-324
- ISART, J.(1.986). La mosca blanca de los invernaderos. Publicaciones de la obra social agrícola de la Caja de Pensiones para la vejez y de ahorros de Cataluña y Baleares.
- LENTEREN, VAN J.C; NOLDUS, L.P.J.J. (1990). Whitefly - plant relationships: behavioural and ecological aspects. En, *Whiteflies: their bionomics, pest status and management*: 47-89
- LUIS, M.S. (1.991). Virosis de cucurbitáceas en España. Phytoma, nº 25, Enero: 9-15
- MAKKOUK, K.M; LATERROT, H. (1.983). Epidemiology and control of tomato yellow leaf curl virus. Plant virus epidemiology: 315-321
- MALAIS, M.; RAVENSBERG, W.J. (1.991). Knowing and recognizing. The biology of glasshouse pest and their natural enemies. Koppert, biological systems.
- MELAMED - MADJAR, V.; CHEN, M.; ROSILIO, D. (1985). Screening insecticides against the tobacco whitefly (*Bemisia tabaci*) on cotton, using a leaf cage laboratory method. Phytoparasitica, 12(2): 119-125
- MERENDONK, S. VAN; LENTEREN, J.V. VAN. (1978). Determination of mortality of greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae) eggs, larvae and pupae on four host-plant species: Eggplant (*Solanum melongena* L.); cucumber (*Cucumis sativus* L.); tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) and paprika (*Capsicum annum* L.). Med. Fac. Landbouwn. Rijksuniv. Gent, 43/2: 421-429
- MOUND, L.A. ; HALSEY, S.H. (1.978). A systematic catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with host plant and natural enemy data. Whitefly of the world, British Museum (Natural History), 340 pp
- NATWICK, E. T.; DURAZO, A. (1.985). Polyester covers protect vegetables from whiteflies and virus disease. California agriculture: 21-22
- NATWICK, E.; DURAZO, A.; LAEMMLEN, F. (1.988). Direct row covers for insect and virus diseases protection in desert agriculture. Plasticulture France, ISSN 0396-3969, nº78, 1.988/2: 159-169
- ONILLON, J.C.(1980). The use of natural enemies for the biological control of whiteflies. En, *Whiteflies: Their bionomics, pest status and management*, capt. 12: 287-313. Intercept Ltd, PO Box 716, Andover, Hants, SP10 1YG. UK.
- PERRING, T.M; ROYALTY, R.N; FARRAR, C.A. (1.989). Floating row covers for the exclusion of virus vectors and the effect on disease incidence and yield of cantaloupe. Journal of Economic Entomology, 88, 6: 1709-1715
- PERRING, T.M.; COOPER, A.; KAZMER, D.J.; SHIELDS, C.; SHIELDS, J. (1.991). New strain of sweetpotato whitefly invades California vegetables. California agriculture, volume 45, 6: 10-12
- PILOWSKY, M. (1.990). Tolerance of tomato yellow leaf curl virus derived from *Lycopersicon peruvianum*. Plant disease, vol. 74, 3: 248-250
- PRABHAKER, N.; TOSCANO, N.C.; COUDRIET, D.L. (1.989). Susceptibility of the immature and adult stages of the sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) to select insecticides. Journal of Economic Entomology, 82 (4): 983-988
- PRABHAKER, N.; COUDRIET, D.L.; TOSCANO, N.C. (1.988). Effect of synergists on organophosphate and permethrin resistance in a sweetpotato whitefly (Homoptera: aleyrodidae). Journal of Economic Entomology, 81: 34-39
- PRABHAKER, N; COUDRIET, D.L.; MEYRDIRK, D.E.(1985). Insecticide resistance in the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). Journal of Economic Entomology, 78: 748-752
- RAO, N.V.; REDDY, A.S.; REDDY, D.D.R. (1.992). Impact of some insecticides on *Bemisia tabaci* on cotton. Journal of plant protection in the tropics (Malasia), 7 (2): 77-86
- RAPISARDA, C.(1990). La *Bemisia tabaci* vettore del TYLCV in Sicilia. Informatore Fitopatologico, 6/1.990: 27-31
- RAYMOND, J.G. (1990). The morphology of whiteflies. En, *Whiteflies: their bionomics, pest status and management*. Intercept Ltd, PO Box 716, Andover, Hants, SP10 1YG. UK.

- REDDY, A.S.; RAO, N.V. (1.989). Cotton whitefly (*Bemisia tabaci* gen.). A review. Indian. Plant prot.,17: 171- 179.
- SANDERSON, J.; FERRENTINO, G. (1.989). Whitefly biology and management in the greenhouse. Long island, Horticulture news, November: 1-4
- STAM, P.A.; ELMOSA, H (1.990). The role of predators and parasites in controlling populations of *Earias insulana*, *Heliothis armigera* and *Bemisia tabaci* on cotton in the syrian Arab Republic. Entomophaga, 35 (3): 315-327.
- STENSETH, C. (1.990). Greenhouse whitefly on ornamental plant in greenhouse (*Trialeurodes vaporariorum*, *Bemisia tabaci*). Garteryket (Norway), V. 80, n° 3: 16-18
- STENSETH, C. (1986). Whitefly and its parasite *Encarsia formosa*. En, *Biological Pest Control, The Glasshouse Experience*. Sterling Publishing Co. Inc, 2 Park Avenue, New York, NY 10016: 30-33
- TEICH, Y. (1.966). Mites of the family phytoseitidae as predators of the tobacco whitefly, *Bemisia tabaci* (gennadius). Israel J. Agric. Res, 16:3, August: 141-142.
- VEIRE, VAN M.; VACANTE, V (1.984). Greenhouse whitefly control through the combined use of the colour attraction system with the parasite wasp *Encarsia formosa* (Hym: Aphelinidae). Entomophaga 29 (3): 303-310.
- YANO, E. (1.983). Spatial distribution of geenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) and a suggested sampling plan for estimating its density in greenhouse plan for estimating its density in greenhouse. Res. Popul. Ecol., 25: 309-320.
- YASNOSH, V.A. (1.992). Entomófagos de las moscas blancas. Traducción por Luis de la Puerta Castelló. Phytoma, España, nº42, Octubre: 15-18
- YASSIN, A.M. (1983). A review of factors influencing control strategies against tomato leaf curl virus disease in the Sudan. Tropical Pest Managment, 29 (3): 253-256.
- ZAKAY, Y.; NAVOT, N.; ZEIDAN, M.; KEDAR, N.; RAINOWITCH, H.; CZOSNEK, H.; ZAMIR, D. (1.991). Screening Lycopersicon accessions for resistance to tomato yellow leaf curl virus: presence of viral dna and symptom development. society. Plant Disease: 79-281

APÉNDICE A

CLAVE PARA LOS GÉNEROS DE PARASITOIDES (GERLING, 1990)

1. Antenna of female with ten segments, including a three-segmented club, wings without a marginal vein. Male antenna without a club. Figure 7.1a.....**Amitus**
Known species are black, less than 1 mm long.
- Antenna of female with eight or less segments, marginal vein present.....2
2. Tarsi legs four-segmented.....3
- Tarsi five-segmented, in some cases only mesotarsi four-segmented.....5
3. Antenna with an unsegmented club, usually with subparallel margins.....4
Club three-segmented and fusiform in both sexes. Figure 7.1b
Known species are dark o black.
4. Antenna with five or six segments. Funicle includes one large segment ad one or two annular ring-segments. Antennal setae of male very long. Figure 7.1c.....**Cales**
Antenna of female with five segments. Funicle with only two ring segments. Male antenna with three segments, club very large, approaches body length. Figure 7.2a.....**Eretmocerus**
Known species yellow or brownish yellow, males often darker than females.

5. Antenna of female with seven segments. Second and fourth funicle segments light coloured, rest of antenna dark. Club one-segmented, wider and longer than any funicle segment. Wings markedly spotted. Males with uniformly light-coloured antenna.

Figure 7.2b.....*Azotus*

Antenna of both sexes with seven or eight segments. Club with either two or three segments or absent. Wings hyaline, mesotarsi of some species four-segmented.

Figure 7.2c.....*Encarsia*

Males usually smaller than females dark coloured.

APÉNDICE B

CLAVE PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE PARÁSITOS APHELINIDAE DE MOSCAS BLANCAS (Yashnosh, 1991)

(Traducción L. de la Puerta Castelló de Yashnosh, 1992).

1(6).- Antenas de la hembra de 5 artejos, con dos artejos cortos en el funículo y una larga maza, (dib.2 y 3), antena del macho de 3 artejos, con maza alargada (dib.4). Alas anteriores desigualmente provistas de pelos cortos, nervio radial alargado (dib.5). Cuerpo amarillo. Los puparios de las moscas blancas atacados por los parásitos son claros.

Especies del género *Eretmocerus* Hald.

2(3).- Nervio marginal de las alas anteriores no más largo que el radial (dib.1). Artejos del funículo de las antenas de la hembra algo más ancho que su longitud. Cuerpo amarillolímón, antenas amarillentas, patas casi blancas. Parásito de las moscas de los invernaderos, de la col y de otras.

E. haldeimani Howard.

3(2).- Nervio marginal de las alas anteriores más largo que el radial (dib.5).

4(5).- Primer artejo del funículo de las antenas de la hembra casi cuadrado, segundo algo más que su anchura (dib.2). Maza de la hembra 15-16 veces más largas que su anchura. Parásito de las moscas blancas del algodón y de los rosales.

E. mundus Mercet.

5(4).- Primer artejo del funículo de la hembra triangular, notablemente más corto que el segundo (dib.3). Maza de la hembra aproximadamente 10 veces más larga que su anchura (dib.4). Parásito de la mosca blanca de los invernaderos y de los rosales.

E. nikolskajae Myartseva.

6(1).- Antenas de la hembra de 8 artejos, del macho de 7 a 8, con maza de 2 a 3 artejos (dib.6 y 7). Alas anteriores, más o menos uniformemente provistas, con pelos cortos, nervio radial corto (dib.8). Cuerpo amarillo o parcialmente oscurecido, infrecuentemente negro.

Especies del género *Encarsia* Foerster.

7(8).- Cuerpo de la hembra amarillo con la extremidad del oviscapto negrusca, cuerpo del macho con pequeñas oscuridades. Primero y segundo artejo del funículo de las hembras significativamente más corto que los restantes (dib.9). Antenas del macho de 7 artejos, con los del funículo engrosados (dib.10). Parásito de las moscas blancas del algodón, del rosal y de otras.

E. lutea Masi.

8(7).- Cuerpo parcialmente oscuro o negro.

9(10).- Cabeza y pechos amarillos con manchas marrones, abdomen pardo-oscuro, a veces con la extremidad amarillenta. Antenas de la hembra en el dib.6. Antenas del macho de 7 artejos con maza de un solo artejo con muchas sensillas oscuras (dib.7). Parásito de las moscas blancas de la col, de los invernaderos, y más infrecuentemente de otras (dib.8).

E. tricolor Foerster.

10(9).- Pecho pardo-oscuro.

11(12).- Tarso del par medio de las patas de 4 artejos, los restantes de 5 (dib.11). Antenas de la hembra en el dib.12. La parte superior de la cabeza ligeramente parda, patas y abdomen amarillos, las caderas de las patas traseras pueden estar parcialmente oscurecidas. Parásito de la mosca blanca de los invernaderos.

E. formosa Gahan.

12(11).- Tarsos de todas las patas de 5 artejos (dib.13). Antenas del macho en el dibujo 14. Cabeza pardo-oscuro, a menudo con franjas amarillas en la parte superior y alrededor de los ojos. Antenas y patas amarillas, caderas posteriores, a veces posteriores oscurecidas. Coloración del abdomen muy variable: desde completamente amarilla o amarilla con manchas pardo-oscuro en los costados, hasta completamente oscuras por arriba. Macho pardo-oscuro o negro, a veces con estrechas bandas transversales en el abdomen. Parásito de las moscas blancas de la col, del algodón, de los invernaderos, del rosal, de la madreSelva y de las otras.

E. partenopea Masi

AFIDOS PLAGA (HOMÓPTERA: APHIDIDAE)

en cultivos hortícolas bajo plástico

¹**TOMÁS CABELLO GARCÍA**

²**JOSÉ BELDA SUÁREZ**

E. Politécnica Superior Univ. de Almería

Delg. Agricultura (Almería)

NINTRODUCCIÓN

Los áfidos o pulgones (Homoptera: Aphididae) constituyen un grupo de insectos muy bien adaptados a su actividad fitófaga, ocupando un lugar destacado entre las plagas principales sobre gran variedad de cultivos en todos lo agroecosistemas del mundo.

Hay varios aspectos de su biología y ecología que inciden en su gran protagonismo como plagas agrícolas:

- *Gran potencial biótico*: definido por su capacidad de reproducción por viviparismo y partenogénesis. Ambas cualidades los definen como ejemplo de comunidades animales con estrategia reproductiva "r", lo que se traduce en una gran incremento de las poblaciones aprovechando las condiciones favorables.

- *Polimorfismo y alternancia de huéspedes*: con la existencia de formas especializadas en reproducción partenogenética (Formas virginóparas ápteras), en dispersión (formas aladas) o en reproducción sexual (formas sexuadas) que garantizan el desarrollo de las especies bajo distintas condiciones ambientales y de hospedadores, con un grado de especialización alto en algunas especies dioicas holocíclicas. Por otra parte, la capacidad de adaptación a las condiciones bióticas y abióticas con la adquisición de anholociclia en especies polífagas, procura un máximo aprovechamiento de las condiciones favorables para su desarrollo.

- *Gran capacidad de dispersión y migración*: Por medio de las formas aladas y como consecuencia de

agotamiento del substrato alimenticio, o cambio de las condiciones favorables. Esto se traduce en una gran peligrosidad para invadir cultivos y dispersarse entre amplias zonas en ciertas épocas del año.

En la Fig.1 se muestra la morfología general de las formas ápteras y aladas de los áfidos con los principales órganos y los que tienen interés taxonómico.

En la Cuadro 1 se muestran las especies de pulgones que se han detectado colonizando los principales cultivos hortícolas.

Las especies polífagas, como las que estamos tratando, son capaces de sobrevivir explotando los substratos vegetales que les proporcionan una alimentación adecuada, tanto en cultivos como en plantas herbáceas adventicias. Esto les confiere una gran capacidad de sobrevivir y desarrollarse en gran número sin depender de un hospedador concreto, sino alternando con los ciclos de cultivos, o con las plantas adventicias a falta de aquéllos, consiguiendo perpetuarse en las zonas de cultivos (DIXON, 1989).

Entre las especies de áfidos que constituyen plagas en los cultivos hortícolas protegidos hay que destacar el pulgón verde del melocotonero *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) y el pulgón del algodón *Aphis gossypii* Glover (1877), como las especies más frecuentes y abundantes en nuestra zona, si bien hay citadas otras especies polífagas colonizantes y un número alto de especies "errantes", localizadas sobre los cultivos pero que no llegan a formar colonias.

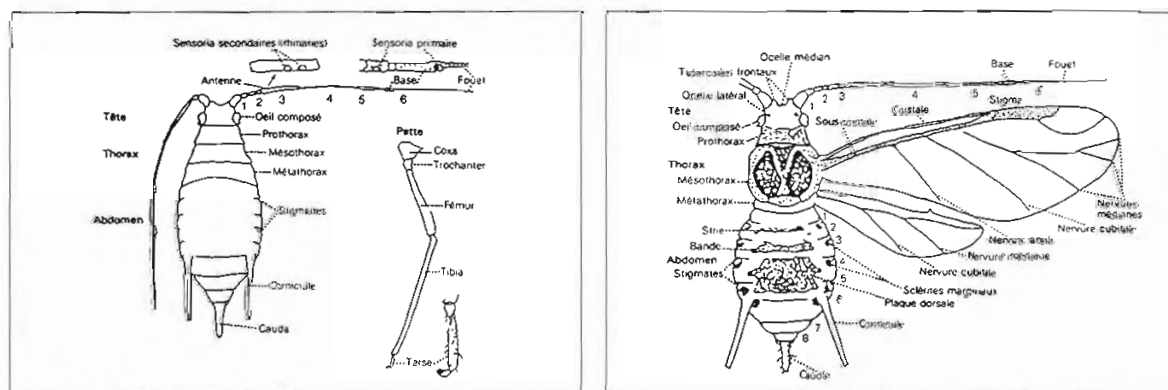


Figura 1 - Morfología general de las formas ápteras y aladas de áfidos tipo.

CULTIVO Rodríguez, sin publ.)	(Nieto et al., 1984)	(Rodríguez, 1988; Belda y
PIMIENTO: <i>Capsicum annuum</i>	<i>Aphis fabae</i> <i>Aphis gossypii</i> <i>Macrosiphum euphorbiae</i> <i>Myzus persicae</i>	<i>Aphis fabae</i> <i>Aphis gossypii</i> <i>Myzus persicae</i>
TOMATE: <i>Lycopersicon lycopersicum</i>	<i>Aphis fabae</i> <i>Aphis gossypii</i> <i>Macrosiphum euphorbiae</i> <i>Myzus persicae</i> <i>Smynthuroides betae</i>	<i>Aphis fabae</i> <i>Aphis gossypii</i> <i>Macrosiphum euphorbiae</i> <i>Myzus persicae</i> <i>Brachycaudus sp.</i> <i>Hyalopterus sp.</i> <i>Rhopalosiphum padi</i> <i>Therioaphis sp.</i> <i>Aphis spiraeicola</i>
BERENJENA: <i>Solanum melongena</i>	<i>Aphis gossypii</i> <i>Macrosiphum euphorbiae</i> <i>Myzus persicae</i>	<i>Aphis fabae</i>
JUDIA: <i>Phaseolus vulgaris</i>	<i>Aphis fabae</i> <i>Macrosiphum euphorbiae</i> <i>Myzus persicae</i> <i>Smynthuroides betae</i>	<i>Aphis craccivora</i> <i>Myzus persicae</i>
PEPINO: <i>Cucumis sativus</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Aphis gossypii</i>
MELÓN: <i>Cucumis melo</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Aphis gossypii</i> <i>Myzus persicae</i>
CALABACÍN: <i>Cucurbita pepo</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Aphis fabae</i> <i>Aphis gossypii</i> <i>Myzus persicae</i>
SANDÍA: <i>Citrullus lanatus</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Aphis gossypii</i>

Cuadro 1.- Especies de Afidos citadas sobre los principales cultivos hortícolas..

Por su incidencia e importancia, y por el mayor conocimiento que se tiene y cantidad de bibliografía existente sobre ellas, vamos a referirnos casi exclusivamente en este trabajo, a las especies, antes citadas, *Myzus persicae* y *Aphis gossypii*.

Formas aladas: Cabeza oscura, con tórax negro brillante. Abdomen verde con una mancha dorsal negra. Sifones y cauda de color oscuro.

Tamaño de las formas ápteras y aladas de 1,2 a 2,3 mm de longitud.

EL PULGÓN VERDE DEL MELOCOTONERO, *Myzus persicae*

DESCRIPCIÓN

Formas ápteras: (Foto 1) Color del cuerpo verde pálido- verde amarillento en virginóparas, con coloraciones rosadas o rojizas en condiciones frías (BLACKMAN y EASTOP, 1984) o en inmaduros de formas aladas (AGUIRRE, com.pers.; BLACKMAN y EASTOP, 1984). Tubérculos antenales muy desarrollados, con bordes internos paralelos. Sifones cilíndricos y cauda cónica, ambos órganos del mismo color que el cuerpo.



Foto 1 - Forma áptera de *Myzus persicae*.



Foto 2 - Colonia de *Myzus persicae* en pimiento.

HUÉSPEDES VEGETALES

Es una especie muy polífaga y cosmopolita. Como hospedador primario utiliza especies del género *Prunus*, pudiendo colonizar como hospedadores secundarios a especies de plantas de más de 40 familias botánicas, incluyendo muchas de interés económico.

En nuestra zona se ha encontrado atacando a los siguientes cultivos hortícolas: pimiento (Foto 2), tomate, berenjena, judía, melón y calabacín.

BIOLOGÍA

El tipo de ciclo de vida de esta especie es heteroico holocíclico entre *Prunus* spp. como hospedador primario y numerosas especies de plantas cultivadas y adventicias como hospedadores secundarios. Este ciclo, en

regiones de climas benignos en los que pueden pasar el invierno en estados activos, o en regiones en las que no existe el hospedador primario (*Prunus* spp.), ha derivado a anholocíclico sobre hospedadores secundarios (BLACKMAN y EASTOP, 1984), lo que se ha comprobado en nuestros cultivos en invernadero (BELDA, 1991).

En esta adaptación, *Myzus persicae* puede desarrollar todo su ciclo sobre el cultivo, existiendo alternancia con plantas adventicias como hospedadores secundarios alternativos dada su gran polifagia.

Las formas aladas de *M. persicae* alcanzan los cultivos comenzando las colonias de formas ápteras partenogénicas que con su prole aumentan la población. Pasan por 4 estadios ninfales antes de alcanzar el estado de hembra adulta áptera (SYLVESTER, 1954) la cual continúa el incremento de las colonias. Estas hembras ápteras, bajo ciertas condiciones ambientales (agotamiento del sustrato alimenticio, condiciones adversas, efecto de grupo) originan formas inmaduras que darán lugar a formas aladas que dispersan la población (DEDRYVER, 1982). Para que este proceso ocurra deben darse ciertas condiciones que disparan complejos mecanismos endocrinos que regulan las poblaciones (RICHARDS y DAVIES, 1984).

Un esquema simplificado del ciclo de vida de *Myzus persicae* derivado a anholocíclico sobre cultivos hortícolas, como hospedador secundario, se muestra en la Fig. 2.

ECOLOGÍA

■ Dispersión y Migración

Los áfidos cuentan con medios efectivos para la dispersión y colonización rápida de los hábitats alimenticios. En la manera de dispersión de formas ápteras y aladas podemos distinguir:

- *Dispersión de formas ápteras*; caminando por las hojas, pasando de unas hojas a otras, o de unas plantas a otras, a través de "puentes" de hojas, por transporte pasivo por el hombre, o incluso por el suelo (ROBERT, 1989).

- *Dispersión de formas aladas*; Podemos distinguir dos tipos de movimientos o vuelos:

A) Vuelos "triviales" o dispersantes, caracterizados por ser a corta distancia, entre plantas dentro de la parcela o proximidades, y que implican que los áfidos van probando los sustratos alimenticios sobre los que aterrizan para seleccionar el huésped. La importancia que adquieren los vuelos triviales, además de dispersar las colonias, se concreta en la capacidad de transmitir y

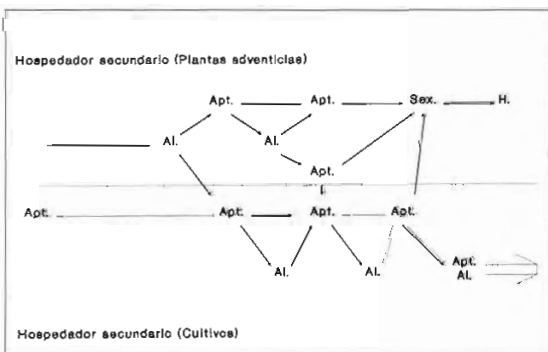


Figura 2 - Modelo de ciclo de vida de *Myzus persicae* derivado a anholocíclico sobre hospedador secundario. (Adaptado de MIYAZAKI, 1989).

difundir enfermedades producidas por virus de forma muy rápida para las virosis que son transmitidas por estas especies de forma no-persistente. El aterrizaje y prueba de alimentación en los vuelos triviales puede transmitir las virosis desde plantas afectadas o reservorios (cultivo o adventicias) a plantas sanas.

B) Vuelos migratorios, propiamente dichos, en los que los áfidos se desplazan a largas distancias ayudados por corrientes de aire, en un transporte activo-pasivo. Los vuelos migratorios adquieren máxima importancia por la dispersión a larga distancia de la plaga. Para que éstos sean posibles es necesario que se den ciertas condiciones ambientales (ROBERT, 1989). En la figura 3 se muestra un esquema simplificado de las formas de dispersión y migración de áfidos (Fig. 3).

■ **Habitats preferenciales**

La distribución espacial de áfidos tiene un obligado carácter diferenciador cuando tratamos de formas aladas o ápteras. Las primeras, en sus vuelos colonizantes

y dispersadores, alcanzan las plantas de manera preferencial en el haz de las hojas superiores, con especial incidencia en las zonas de los bordes, en los cultivos en invernaderos, en las orientaciones de los vientos dominantes (BELDA, 1991).

Distribución vertical de formas ápteras: Myzus persicae tiene una marcada preferencia por colonizar las hojas jóvenes o las más viejas (TRUMBLE, 1982). Esto es debido a que existe una mayor actividad de síntesis proteica en las hojas jóvenes y una mayor proteólisis en las hojas más viejas, lo cual se traduce en unos niveles de N libre más altos en ellas.

La distribución vertical en la planta de las colonias obedece en gran medida a este aspecto fisiológico. Así, RABASSE (1985) afirma que *M. persicae* prefiere las hojas bajas de la planta en los cultivos de solanáceas. En patata, el 50-70% de la población de formas ápteras coloniza las hojas del nivel bajo de la planta (JANSSON y SMILOWITZ, 1986). ROBERT (1982) señala, en este mismo cultivo, una preferencia por hojas bajas y medias. En cultivo de tomate en invernadero, *M. persicae* se encontró de forma más abundante en los niveles

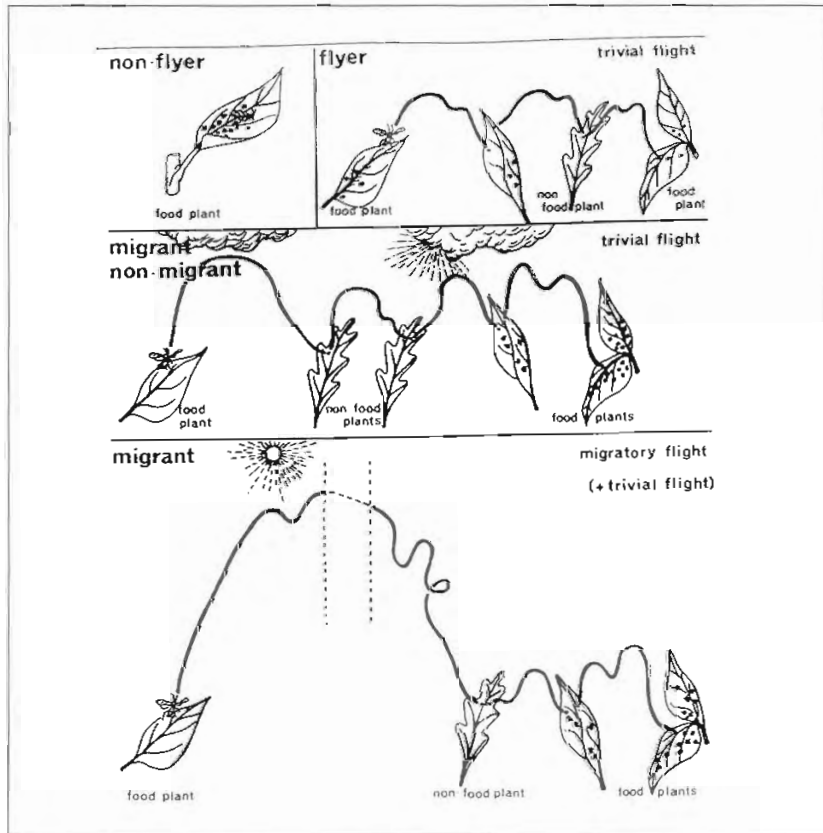


Figura 3 - Esquema de las formas de dispersión y migración de áfidos (de ROBERT, 1989).

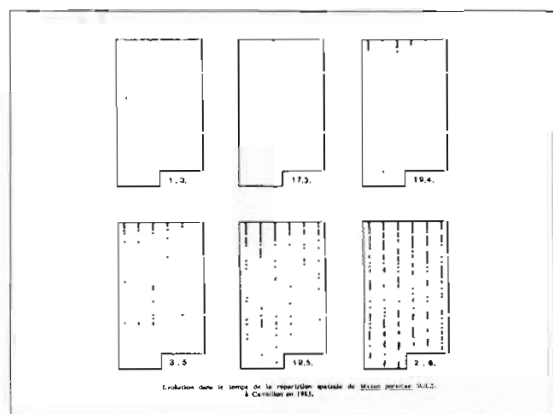


Figura 4 - Distribución espacial horizontal de *Myzus persicae* en cultivos de tomate en invernadero.

bajo y medio, si bien con una tendencia a la homogeneización por toda la planta con niveles poblacionales altos de la plaga (RABASSE *et al.*, 1985). Por el contrario, BUES *et al.* (1985) encontraron en este mismo cultivo una localización preferente en las hojas terminales. Esta relativa discordancia en los datos debe explicarse por la intervención de otros factores de tipo biótico y abiótico.

Nuestras observaciones en cultivos de pimiento en invernadero ofrecen una distribución marcadamente alta, en brotes, en la campaña de otoño, apareciendo también en los niveles bajos de la planta. En este sentido se ha observado una localización preferente en el haz de las hojas jóvenes y brotes, mientras que en hojas viejas de los niveles bajos hay una localización mayoritaria en el envés de las mismas. Asimismo se ha comprobado la invasión de flores en cultivo de pimiento. En general, y en hojas de los niveles bajo y medio, la localización de las colonias de formas ápteras de *M. persicae* en cultivos de solanáceas, es preferente en el envés de hojas (BELDA, 1991), al igual que ocurre en cultivos de crucíferas (TRUMBLE, 1982).

Distribución horizontal de formas ápteras. Como consecuencia de la formación de colonias a partir de formas aladas, la distribución inicial va a depender de los lugares de iniciación de las mismas por la invasión de aladas. En cultivos en invernadero, las primeras colonias suelen formarse en las zonas cercanas a las bandas, más fácilmente alcanzadas por las formas aladas, haya o no mallas protectoras. Además, la invasión inicial puede producirse en estas zonas también por formas ápteras que se introducen a la parcela a partir de plantas adventicias de los márgenes, por aberturas o roturas de la estructura (BELDA, 1991).

Otros factores influyen asimismo en la distribución inicial de las colonias. El desarrollo de las plantas, con gran cobertura vegetal en el momento de la invasión, limita más las poblaciones a las bandas, mientras que una menor densidad y cubierta vegetal, en estados fenológicos más tempranos, permite una distribución más aleatoria en la parcela (ROBERT, 1982a).

La dispersión dentro de la parcela de las formas ápteras es relativamente lenta respecto a la dispersión por aladas. En cultivo de tomate en invernadero, cuando la infestación comienza en un lugar preciso, los focos se incrementan 3 veces más rápidamente sobre las líneas que entre las líneas de cultivo (RABASSE *et al.*, 1985). La posterior dispersión por formas aladas distribuye los focos por toda la parcela de cultivo (Fig. 4)

■ Enemigos Naturales

Existen citadas en el mundo numerosas especies de enemigos naturales; depredadores, parasitoides y patógenos de áfidos. Entre los depredadores son destacables en orden creciente de importancia los **Syrphidae**, **Coccinellidae**, **Chrysopidae** y **Cecidomyiidae** (RAMAKERS, 1989), existiendo entre ellos numerosas especies consideradas como depredadoras "generalistas" que utilizan como presa diversos grupos de artrópodos. Entre los parásitos, numerosas especies se encuentran citadas sobre diferentes especies de áfidos, con una mayor especificidad de hospedadores: hay que destacar los parásitos de *Myzus persicae* pertenecientes a los géneros *Aphidius*, *Praon* y *Ephedrus*.

De los enemigos naturales citados algunos tienen interés por haberse encontrado en los cultivos protegidos de nuestra zona, o por haber sido estudiados para su utilización como agentes de control biológico en cultivos en invernaderos. La relación que se expone a continuación muestra las especies encontradas por RODRIGUEZ (1988) y BELDA y RODRIGUEZ (sin publ.) sobre el inventario de artrópodos recogidos en cultivos de la provincia de Almería y especies que se han estudiado para el control biológico de áfidos en invernaderos:

De las especies enumeradas, son consideradas de interés para el control de áfidos en los cultivos hortícolas protegidos las siguientes:

Aphidoletes aphidimyza

Esta especie se alimenta específicamente de pulgones. Los adultos son de hábitos preferentemente nocturnos o crepusculares alimentándose de melaza. Cada hembra pone unos 100 huevos en plantas infestadas de

ENEMIGOS NATURALES DE AFIDOS

DEPREDADORES:

COLEOPTERA: COCCINELLIDAE.	<i>Coccinella septempunctata</i> (L.) <i>Scymnus mediterraneus</i> (Leblokoff- Knzor) <i>Hippodamia variegata</i> (Goeze) <i>Adalia bipunctata</i> (L.)
NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE	<i>Chrysopa formosa</i> (Brauer) <i>Chrysoperla carnea</i> Stephens
DIPTERA: CECIDOMIIDAE	<i>Aphidoletes aphidimyza</i> (Rondani)

PARASITOIDES:

HYMENOPTERA: BRACONIDAE	<i>Aphidius matricariae</i> Haliday <i>Aphidius ervi</i> Haliday <i>Aphidius smithi</i> Sharma y Subba Rao
HYMENOPTERA: ENCYRTIDAE	<i>Aphidencyrthus aphidivorus</i> (Mayr)

PATÓGENOS:

FUNGI: HYPHOMYCETES	<i>Verticillium lecanii</i> (Zimmermann)
---------------------	--

áfidos. La duración del estado de huevo dura unos 3 ó 4 días, eclosionando una larva de color naranja. Al emerger la larva busca rápidamente la presa moviéndose hasta que encuentra algún áfido, picándolo e inyectando una saliva tóxica que lo inmoviliza en unos 2 minutos. Al cabo de otros 10 minutos las larvas aspiran el contenido licuado de las presas, quedando éstas con un aspecto negruzco. Una larva puede destruir una media de 20 pulgones dependiendo del estado de desarrollo. Las larvas completan su desarrollo en unos 12 a 17 días a una temperatura de 18° C. A esa temperatura el estado pupal dura de 17 a 30 días. RABASSE (1985) apunta una duración de este estado de 7 a 14 días, realizándose enterrado en el suelo a unos 3 cm de profundidad.

A. aphidimyza es el depredador preferido en este momento para la utilización en invernaderos (RAMAKERS, 1989) por su poca especificidad en las presas y su capacidad de perpetuarse en los cultivos de ciclo largo. Como inconvenientes se apuntan que sólo mantienen el control de las poblaciones de áfidos mientras éstos existen, no previniendo nuevas infestaciones ya que sólo pueden vivir si existe la presa. Además necesitan condiciones de día largo para evitar la diapausa, y su producción en masa sólo puede realizarse sobre su presa natural.

Estos aspectos de producción en masa son estudiados con objeto de buscar presas más nutritivas (KOUSSELL, 1989) y técnicas de almacenamiento para su aplicación comercial (GILKESON, 1990).

Aphidius matricariae

Esta especie es el parasitoide de áfidos de mayor distribución en invernaderos en el mundo, y aunque tiene más de 40 especies hospedadoras es más efectivo contra *Myzus persicae* (RAMAKERS, 1989).

Son pequeños himenópteros endoparásitos de coloración negra, antenas largas y abdomen unido al tórax por el peciolo más o menos largo. Las hembras depositan los huevos en el interior del cuerpo de los pulgones donde se desarrolla una sola larva. El áfido parasitado va quedando inmovilizado con el desarrollo del parasitoide hasta quedar fijo al sustrato convertido en la típica "momia" de color dorado. El desarrollo larvario hasta la momificación dura unos 6 días a 20° C, llevando otros 6 días hasta la emergencia del parásito (RABASSE, 1985) para lo cual practica un orificio en la piel de la momia por el que sale.

Su desarrollo es de los más rápidos entre las especies parasitoides de áfidos, llevando unos 12 días a 21°C, algo más lento que la duración del ciclo de *Myzus*. Esto se compensa con una alta frecuencia de oviposición y fecundidad total, ya que una hembra puede producir más de 400 huevos, con una media de 300. Esto supone unas 150 hembras descendientes capaces de parasitar cada una de ellas docenas de áfidos por día.

Además de la propia acción parasitaria, *A. matricariae* produce un efecto de perturbación en las colonias

que causa cierta mortalidad debido al abandono de las plantas por los áfidos.

La eficacia del uso de parásitos se cuestiona cuando existen más de una especie de áfidos en el cultivo. Por otro lado, la utilización de parasitoides parece no mostrar un control total de sus hospedadores aunque puede contribuir notablemente a disminuir sus poblaciones, particularmente en programas con pocas aplicaciones de pesticidas. La protección que procura la momia del áfido parasitado sobre los parasitoides permite a éstos sobrevivir a los tratamientos con insecticidas no persistentes.

Verticillium lecanii

Es un patógeno facultativo de muchos artrópodos y algunos hongos. Aunque *V. lecanii* es en principio un agente patógeno de amplio espectro, afecta de forma diferente a las distintas especies, apareciendo un buen control y supresión persistente de *Myzus persicae*. Estas diferencias inter-específicas son debidas a la distinta ecología (hábitats preferenciales con sus microclimas) y movilidad de las especies (RAMAKERS, 1989).

Las conidias del hongo que alcanzan la cutícula de los áfidos penetran en el cuerpo del insecto por la emisión de un tubo germinativo hasta la total invasión del mismo. Después de la muerte del insecto, tras unas 5 a 8 horas, el micelio del hongo aflora a la superficie dando un aspecto blanco algodonoso. Una cantidad importante de esporas se produce en la superficie que pueden infectar a los individuos sanos que entran en contacto con ellas.

Un importante impedimento para la aplicación comercial, es la dependencia de factores ambientales, tales como temperatura y períodos considerables de humedad relativa alta que no se mantienen en los cultivos protegidos de nuestra zona.

FACTORES ABIÓTICOS Y BIÓTICOS

■ Factores Abióticos

Podemos mencionar 4 grandes grupos de factores que pueden afectar al desarrollo de las poblaciones de *Myzus persicae*.

Temperatura

Este factor influye en formas ápteras y aladas, aumentando la duración del desarrollo con la disminución de temperatura. En la Cuadro 2 se muestran los tiempos de desarrollo de formas ápteras a distintas temperaturas.

CUADRO 2. Duración en días del desarrollo desde ninfas neonatas a hembras ápteras adultas de *Myzus persicae* a distintas temperaturas.

El umbral teórico para el desarrollo se sitúa en 4-5°C, estimándose que son necesarios 146,6 °C.día para alcanzar el estado adulto (ROBERT, 1982b). La temperatura óptima para el desarrollo se estima en unos 26°C. Por otra parte *Myzus persicae* puede sobrevivir a temperaturas bajísimas, del orden de - 15°C (McLEOD, 1987), aunque temperaturas del orden de los 6°C producen una inmovilización del áfido (BERGER y ZEYEN, 1987). La temperatura superior limitante para esta plaga es de unos 30°C.

El efecto de la temperatura sobre la fecundidad se puede observar en los datos siguientes, en los que se expresa la fecundidad por hembra en número de descendientes a distintas temperaturas en hoja de tabaco: a 5°C, 29 ninfas, a 10°C, 35, a 15°C, 77, a 20°C, 70 y a 25°C, 20. Se observa el máximo de fecundidad a 15 y 20°C (ROBERT, 1982a). En hojas de espinaca el máximo de fecundidad está sobre los 24°C (WEED, 1927), esti-

TEMPERATURA (° C)	DÍAS	REFERENCIA
10	25	Robert, 1982b
20	9	
25	7	
23	5-8	Sylvester, 1954
24	5-8	Weed, 1927

(*) Temperaturas medias; H.R. 75 %

Cuadro 2.- Duración en días del desarrollo desde ninfas neonatas ápteras adultas de *Myzus persicae* a distintas temperaturas.

mándose una fecundidad de unos 80 descendientes a 23°C (SYLVESTER, 1954).

La longevidad de las hembras ápteras adultas a 23°C se estima en unos 24- 25 días, siendo el período reproductivo de unos 17 días.

Los valores antes referidos ofrecen una tasa de reproducción de 3,72 a 4,08 descendientes por hembra y día a esa temperatura (SYLVESTER, 1954).

Otro efecto de la temperatura se advierte en la necesidad para el vuelo de las formas aladas, precisando valores superiores a 15°C y menores de 30°C.

Precipitaciones

Afectan en lo referente a las formas aladas al aire libre, impidiendo los vuelos migratorios o diseminadores. En los cultivos protegidos, el aumento de la humedad favorece el desarrollo de hongos entomopatógenos.

Viento

No afecta de forma directa en los cultivos protegidos pero influye en los vuelos de formas aladas y en la posibilidad de migración e invasión de los cultivos. La velocidad de vuelo de los pulgones es de 1 m/s, por lo que los largos desplazamientos son ocasionados por las corrientes de aire. En cultivos protegidos este factor provoca una mayor probabilidad de aparición de las colonias de pulgones en las bandas orientadas a los vientos dominantes.

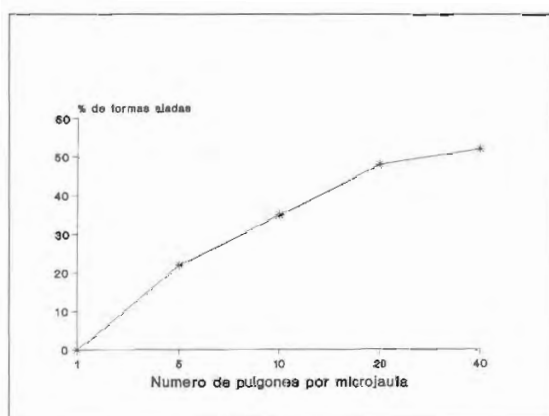


Figura 5 - Relación entre el número de formas aladas producidas y el número de pulgones por microjaufa para *Ropalosiphum padi*.

Iluminación, Insolación

Afecta también a la actividad de vuelo de formas aladas, siendo necesario alcanzar ciertos valores de intensidad lumínica, unos 10,8 lux (ROBERT, 1989). Por otra parte, el fotoperíodo influye en la especie con producción de formas reproductivas distintas (sexúparas, virginóparas, etc...) bajo distintas condiciones de luz-oscuridad (MITTLER y WILHOIT, 1990).

Factores Bióticos

Intraespecíficos

Efecto de grupo: Produce la formación de numerosos áfidos alados cuando existe un gran número de individuos ocupando un espacio restringido, manifestándose este efecto en la siguiente generación. La formación de alados puede ser debida en otros casos a factores nutricionales por agotamiento del substrato alimenticio. En la figura 5 se muestra la relación entre porcentaje de formas aladas producidas y número total de pulgones por unidad de cría.

Regulación del peso: comprendido como una disminución del peso de los individuos y aumento de la fecundidad cuando se encuentran en un estado de gran agregación. Este factor permite aumentar la población sin agotar el substrato demasiado rápidamente.

Planta hospedadora

Varios aspectos de la planta hospedadora influyen en la dinámica de población de áfidos, afectados a su vez indirectamente por factores de tipo abiótico que influyen en el desarrollo de la planta huésped.

Preferencia de colonización: capacidad o preferencia de la especie para colonizar ciertos cultivos o plantas silvestres en las que se pueden encontrar fuertes infestaciones. En los cultivos hortícolas protegidos, *Myzus persicae* tiene preferencia por los cultivos de solanáceas a pesar de ser una especie muy polífaga.

Antibiosis: ejercida a nivel de especie, variedad o incluso desarrollo vegetativo de la planta hospedante, y que se manifiesta sobre todo en la fecundidad y esperanza de vida. Este factor puede utilizarse en los programas de obtención de variedades resistentes a áfidos.

Aspectos nutricionales del vegetal: muy relacionado con los anteriores y que deriva en la preferencia por una distribución concreta dentro de la planta en función de la disponibilidad de nutrientes (ver distribución).

En este sentido, la tasa de crecimiento de población (r) de *M. persicae* se incrementa con un aumento de la aportación de Nitrógeno en el abonado (JANSSON y SMILOWITZ, 1986).

Densidad de plantas: se ha comprobado una mayor tasa de incremento de la población de *M. persicae* en jaulones con varias plantas de remolachas respecto a jaulones con una sola planta, atribuyéndose a una mayor posibilidad de elección del hábitat más favorable (TAMAKI et al., 1981).

Interespecíficos

Enemigos naturales: No es un factor importante en los cultivos protegidos debido a la escasez de los mismos. No obstante la dinámica de población de *M. persicae* está condicionada por los niveles de parasitismo, patógenos y depredadores que puedan existir, existiendo fluctuaciones estacionales. Este factor está asimismo influido por los factores abióticos que influyen en el fitoparásito y enemigos naturales. En este apartado podemos incluir también el factor regulador que ejercen los hiperparásitos sobre los parasitoides de áfidos, o la competencia entre parasitoides (HAGVAR, 1988) sin una incidencia importante en las condiciones de los cultivos bajo plástico por la escasez de los mismos.

EL PULGÓN DEL MELÓN O PULGÓN DEL ALGODONERO, *Aphis gossypii*

Esta especie se encuentra en constante discusión sobre su correcta taxonomía, siendo la tendencia actual denominarla *Aphis frangulae gossypii*, como sugieren algunos autores (AGUIRRE, 1992), si bien a

nivel agronómico la acepción más utilizada es solamente *Aphis gossypii* tal como nosotros seguiremos en este trabajo.

DESCRIPCIÓN

Formas ápteras: (Foto 3) Muy variables en color, con predominancia de los verdes oscuros, verde oliva a negruzco, hasta verde claro o amarillento. No presentan tubérculos antenales desarrollados. Sifones cilíndricos ligeramente ensanchados en la base, de color negro. Cauda cónica con un ligero estrangulamiento en su base, también de color negro, algo más clara que los sifones. Tamaño de las formas ápteras adultas de 1,2 a 2,1 mm de longitud.

Formas aladas: (Foto 4) Cabeza y tórax negros mate, abdomen de color verde variable en intensidad. Sifones y cauda de color negro. Cabeza sin tubérculos antenales desarrollados. Tamaño de las formas aladas de 1,2 a 1,8 mm de longitud.

Las formas aladas son de pequeña talla, algo más pequeñas que las de *Myzus persicae*.

HUÉSPEDES VEGETALES

Es una especie extremadamente polífaga, incluyendo entre las principales plantas hospedadoras, algodón, cucurbitáceas, cafeto, cocotero, berenjena, pimiento, patata y muchas plantas ornamentales. Es una de las plagas principales en cultivos de algodón y cucurbitáceas en los cuales desarrolla grandes poblaciones.

En nuestra zona se ha encontrado sobre los siguientes cultivos hortícolas: pimiento, tomate, berenjena, pepino, melón, calabacín y sandía.



Foto 3 - Formas ápteras de *Aphis gossypii*.



Foto 4 - Forma adulta alada de *Aphis gossypii*.

BIOLOGÍA

No es una especie emigrante, mostrando un comportamiento anholocíclico con abandono del hospedador primario. Puede vivir y reproducirse continuamente por partenogénesis en los hospedadores secundarios (plantas adventicias o cultivadas) favorecido por las condiciones de nuestra zona.

Aunque en Europa *A. gossypii* muestra un comportamiento anholocíclico, en América del Norte se ha demostrado una verdadera holociclia con hospedador primario en invierno. A esto hay que añadir la dificultad de su situación taxonómica en el área paleártica de distribución, muy relacionada con *Aphis frangulae*, que sí muestra holociclia con hospedador primario. Todo ello hace pensar que existen en el mundo varias líneas anholocíclicas, o clones de *A. gossypii* con asociaciones planta- hospedador particulares; sustentándose esto además por el hecho de que ciertos clones no llegan a colonizar ciertos cultivos a pesar de que han sido detectados sobre ellos, y por el hecho de que existen distintos niveles de resistencia a insecticidas de esta especie sobre distintos cultivos (BLACKMAN y EASTOP, 1984).

En su ciclo de vida, las formas aladas de *A. gossypii* que llegan a una planta hospedadora, se reproducen por partenogénesis dando lugar a hembras ápteras que se siguen reproduciendo en varios ciclos hasta que las condiciones desfavorables disparan mecanismos fisiológicos para la producción de formas aladas que dispersan la población a nuevas plantas hospedadoras. En la figura 6 se muestra un esquema del ciclo de vida de *A. gossypii* anholocíclico sobre plantas cultivadas.

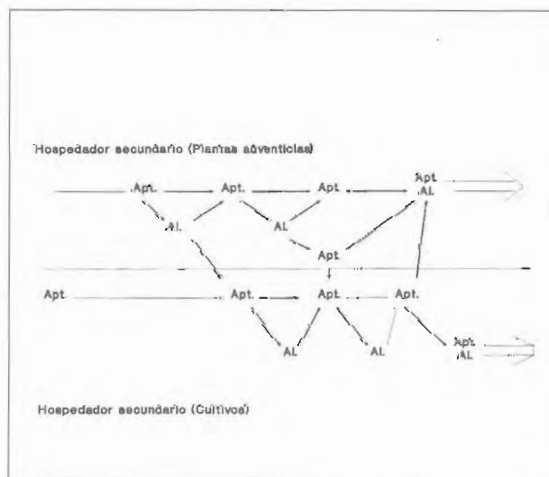


Figura 6 - Modelo de ciclo de *Aphis gossypii* derivado a anholocíclico sobre hospedador secundario.

ECOLOGÍA

■ Dispersión

Dispersión de formas ápteras: caminando por las hojas, o entre puentes de hojas en contacto, y por transporte pasivo por el hombre. Esta dispersión es más rápida en los cultivos rastreros, con gran solapamiento de hojas y plantas, que en los cultivos entutorados en los que las colonias suelen encontrarse más localizadas en focos.

Dispersión de formas aladas: mediante vuelos triviales o de dispersión entre plantas dentro de la parcela de cultivo. Estos vuelos pueden dispersar la plaga a zonas de malas hierbas colindantes o parcelas vecinas ayudadas por las corrientes de aire.

■ Hábitats preferenciales

Las formas ápteras de *A. gossypii* se observan con preferencia en el envés de las hojas, habiéndose observado a distintos niveles de la planta según su estado de desarrollo. Así, en cultivos de cucurbitáceas en invernadero, *A. gossypii* se ha encontrado principalmente en la zona terminal de crecimiento en melón rastrero, en hojas jóvenes y también en hojas de niveles medios en cultivos entutorados. Por el contrario, en cultivos de pimiento esta especie forma colonias abundantes en hojas viejas de los niveles inferiores, encontrándose incluso en flores.

En cuanto a la distribución horizontal de formas ápteras en las parcelas, no se ha demostrado un patrón definido, dependiendo de la distribución inicial de colonias por la infestación de las formas aladas, si bien, y debido a que *A. gossypii* posee un mayor sedentarismo que *M. persicae* (VEHRS et al., 1992), en focos más localizados. Siguiendo la típica forma y lugar de invasión en los cultivos protegidos, las primeras colonias suelen detectarse en lugares próximos a los márgenes del cultivo y bandas del invernadero por donde se introducen las formas aladas dispersantes colonizadoras.

■ Enemigos Naturales

Los enemigos naturales de *A. gossypii* coinciden en muchos casos con los de otros áfidos en general y de *M. persicae* en particular. Los depredadores generalistas citados para *M. persicae* ejercen asimismo su acción depredadora sobre *A. gossypii*, igual que ocurre con el patógeno *Verticillium lecanii*, el cual posee poca especificidad de huésped.

Sin embargo, en los parasitoides existen algunas diferencias en cuanto a las especies y preferencia de

hospedador entre los áfidos plaga citados. Si bien el género *Aphidius* es parasitoide de *Myzus* y *Aphis* existe una mayor eficacia y nivel de parasitismo natural de esta especie sobre *Myzus persicae*. Por el contrario, en nuestros cultivos encontramos el himenóptero parásito *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson), especie neártica introducida en Francia en 1973 que ha tenido dispersión por todo el mediterráneo (COSTA y STARY, 1988), constituyéndose en un parásito habitual de *Aphis gossypii*, además de otras especies de áfidos.

A pesar de la existencia de parasitoides más específicos, el control de *A. gossypii* con la especie *Aphidius matricariae* está siendo estudiado para conseguir de mayor especificidad del parasitoide, en busca de ecotipos o formas con mayor eficacia de parasitismo sobre *A. gossypii* para su producción en masa (MOERMAN, com. pers.).

Exceptuando esta consideración, los otros aspectos de enemigos naturales de *A. gossypii* pueden asimilarse con lo que ya hemos tratado en *M. persicae*.

FACTORES ABIÓTICOS Y BIÓTICOS

■ Factores Abióticos

Temperatura

Aumenta la duración del ciclo con la disminución de ésta. En la siguiente tabla se muestran los valores, para distintas temperaturas, de la duración del desarrollo desde el estado de ninfas hasta hembras adultas ápteras en hojas de pepino.

La longevidad de las hembras es de unos 16 días a 24°C y de 24 a 20°C, siendo el período reproductivo para estas temperaturas de 9 y 10,5 días respectivamente.

La fecundidad media por hembra también está influida por la temperatura. Así a 20°C, cada hembra alcanza una media de 36 descendientes y a 24°C de 36,3 oscilando entre un mínimo de 8 y un máximo de

80. Los valores de fecundidad ofrecen una media de 4,2 descendientes por hembra y día, oscilando entre los valores de 2,7 y 8 individuos por hembra y día.

En condiciones de laboratorio y sobre cultivo de pepino, *A. gossypii* puede completar en un año un total de 47 generaciones, comprobándose incrementos de 23 veces la población inicial en una semana.

Humedad- Precipitación

La humedad influye también en el desarrollo de *A. gossypii* limitándolo en sus valores más extremos si bien no tenemos datos de su influencia en la duración del ciclo a distintas temperaturas.

Como en el caso de *M. persicae*, el aumento de la humedad relativa favorece el desarrollo y dispersión de hongos entomopatógenos.

Iluminación, Fotoperíodo

Influyen en la duración del tiempo de desarrollo y reproducción, habiéndose observado variaciones entre 10 y 47 días a una temperatura de 24°C dependiendo del fotoperíodo e intensidad luminosa, con un descenso en la producción de ninfas por hembra con luminosidad baja y fotoperíodo corto (WYATT y BROWN, 1977).

Estos factores influyen también en la capacidad de vuelo de las formas aladas que requieren ciertas condiciones de iluminación e insolación. Por otra parte, distintas poblaciones de *A. gossypii* recogidas sobre diferentes plantas hospedadoras en fotoperíodos cortos, han demostrado variaciones interclonales en cuanto a la producción de formas sexuales en clones holocíclicos y anholocíclicos (TAKADA, 1988).

■ Factores Bióticos

Al igual que ocurre con *M. persicae*, son diversos los factores bióticos que influyen en la bioecología de *A. gossypii*, tales como los intraespecíficos, considerando

TEMPERATURA (° C)	DÍAS	REFERENCIA
20,6	7,6 ± 0,9	Attia y El Hamaky, 1987
22,5	7,8 ± 0,4	
24	6,1	Ferrándiz y Gutiérrez, 1986

Cuadro .-

en ellos el efecto de grupo y la regulación del peso como mecanismos para un mejor aprovechamiento del substrato alimenticio; factores de la planta hospedadora, en los que incluimos antibiosis y aspectos nutricionales del vegetal, o el factor de los enemigos naturales, que no constituye un gran peso en los condicionamientos de la dinámica de población de esta especie en cultivos en invernadero, excepto en casos puntuales en los que no se han realizado aplicaciones insecticidas o en el final del ciclo de cultivo en algunas parcelas y épocas del año.

Entre los interespecíficos, la competencia se ha mostrado, para *A. gossypii* en cultivo de crisantemos, como un factor que no determina una reducción en la tasa de incremento de población. En ensayos realizados con *A. gossypii* y *M. persicae* por separado y juntos, ambas especies mantuvieron al principio una tasa similar con valores de $r_m = 0,16 - 0,17$ en los dos casos. En los días siguientes, *A. gossypii* mantuvo esos valores manteniéndose en las hojas de los niveles bajos de la planta, mientras que *M. persicae* se localizó en niveles superiores. Estos resultados obtenidos por VEHRIS *et al.* (1992) denotan un mayor sedentarismo de *A. gossypii* respecto a *M. persicae*, que disminuyó su tasa de incremento por superpoblación en hojas de niveles altos con una mayor producción de formas aladas y migración.

En cuanto a los factores relacionados con las plantas hospedadoras, la preferencia de colonización, sobre ciertos cultivos o variedades, de *A. gossypii* se comprueba por la existencia de formas o individuos colonizantes y no colonizantes según las especies vegetales. Este comportamiento parece indicar la existencia en nuestra zona y cultivos de distintos clones de *A. gossypii* con capacidad de invadir y colonizar cultivos de cucurbitáceas pero no de solanáceas, mientras que otros clones sí pueden colonizar estos últimos.

SINTOMATOLOGÍA Y DAÑOS. PÉRDIDAS OCASIONADAS.

Clásicamente se consideran dos categorías de daños:

1.- Daños directos

Producidos por la alimentación de ninfas y adultos en los tejidos vegetales. Los áfidos clavan el estilete de su aparato bucal picador- chupador dentro de los tejidos a nivel de los vasos conductores de savia, y succionan el contenido de los mismos. Esta absorción de savia ocasiona un debilitamiento de la planta y un retraso en su crecimiento, lo que está en relación con la población de pulgones que soportó. Existe además en la alimentación una inyección de sustancias tóxicas en la saliva que

produce deformaciones de hojas, con enrollamientos, curvaturas, ondulaciones, etc.

Los síntomas que produce la alimentación de áfidos sobre las plantas hortícolas pueden observarse de distinta manera según cultivos: en cucurbitáceas se producen enrollamientos y deformaciones de las hojas hacia abajo sobre todo en las zonas de crecimiento, mientras que en cultivos como pimiento y tomate se observan curvaturas más ligeras de las hojas, generalmente con los bordes hacia arriba en las zonas de crecimiento.

Una gran absorción de savia puede producir ligeros síntomas de amarilleamiento en hojas y un menor desarrollo de las plantas.

2.- Daños indirectos

- PRODUCCION DE MELAZAS Y NEGRILLAS

Los áfidos absorben gran cantidad de savia elaborada debido a la pobreza de aminoácidos que contiene la misma. Como ésta es rica en sacarosa, la expulsión de la fracción no aprovechable por parte de los pulgones en forma de melaza (Foto 5) por el recto, favorece el crecimiento de hongos saprófitos del tipo de las fumaginas (negrillas).

El recubrimiento de las hojas por la melaza y negrillas dificulta los intercambios gaseosos y los procesos fotosintéticos de la planta, lo que se traduce en un retraso en el crecimiento (Foto 6). Por otro lado, el recubrimiento de los frutos por estas sustancias provoca un empeoramiento del aspecto y calidad y por tanto una depreciación del valor comercial de los mismos.

- TRANSMISION DE VIROSIS

Los pulgones son los responsables de más del 55% de las virosis transmitidas por artrópodos. Desde el punto de vista cuantitativo sobre las pérdidas económicas que ocasionan en cultivos hortícolas, esto tiene una importancia muy elevada, ya que transmiten grupos de virus (Potyvirus y Cucumovirus) que causan graves daños a estas plantas cultivadas (FERERES, 1991). Es por ello el daño más importante producido por los áfidos en los cultivos hortícolas.

Las dos especies consideradas, *M. persicae* y *A. gossypii*, además de otras especies detectadas sobre los mismos (*Aulacorthum solani*, *Macrosiphum euphorbiae* y *Aphis fabae* entre otros) son capaces de transmitir diferentes virosis de forma no persistente. Con esta forma de transmisión, el virus es adquirido por los áfidos al alimentarse de las plantas infectadas, al picar brevemente, siendo suficientes unos segundos para la adquisición, aunque la mayor eficacia de adquisición se obtiene entre 15 segundos y 1 minuto. Si este período aumenta por



Foto 5 -Restos de mudas y melaza en hojas de pimiento.



Foto 6 - Daños en cultivo de sandía.

encima de 1 minuto, la probabilidad de adquisición y por tanto de transmisión, disminuyen según LECLANT (1982).

El vector es infectivo y el virus puede ser transmitido inmediatamente después de la adquisición, sin necesidad de período de latencia, pero los áfidos son infectivos sólo un breve período de tiempo, unos cuantos minutos (BOS, 1983). Las formas inmaduras que adquieren el virus dejan de ser infectivas al realizar la muda, puesto que las partículas virales son transportadas en los estiletes bucales.

Un factor que influye decisivamente en la transmisión de virosis es el determinado por las condiciones ambientales. Variaciones en temperatura y humedad relativa varían la eficacia de transmisión del virus por los áfidos vectores. Así, FERERES *et al.* (1992) comprobaron que *Myzus persicae* puede transmitir el virus Z.Y.M.V. bajo un mayor rango de condiciones ambientales que *Aphis gossypii* (figura 7), indicando una mejor adaptación de la primera especie a las distintas condiciones ambientales de su más diversa área de distribución (BLACKMAN y EASTOP, 1984).

Como resumen de las características de las enfermedades producidas por virus que son transmitidas por áfidos podemos citar siguiendo a LECLANT (1982):

Las virosis transmitidas por áfidos en los cultivos hortícolas y que han sido detectadas en nuestra zona son:

P.V.Y. (Virus Y de la patata): Pimiento y tomate

C.M.V. (Virus del mosaico del pepino): Pimiento, tomate, pepino, melón, sandía, calabacín y judía.

W.M.V.- 2 (Virus del mosaico de la sandía 2): Sandía, melón, calabacín y pepino.

Z.Y.M.V. (Virus del mosaico amarillo de la calabaza): Melón, sandía, calabacín y pepino.

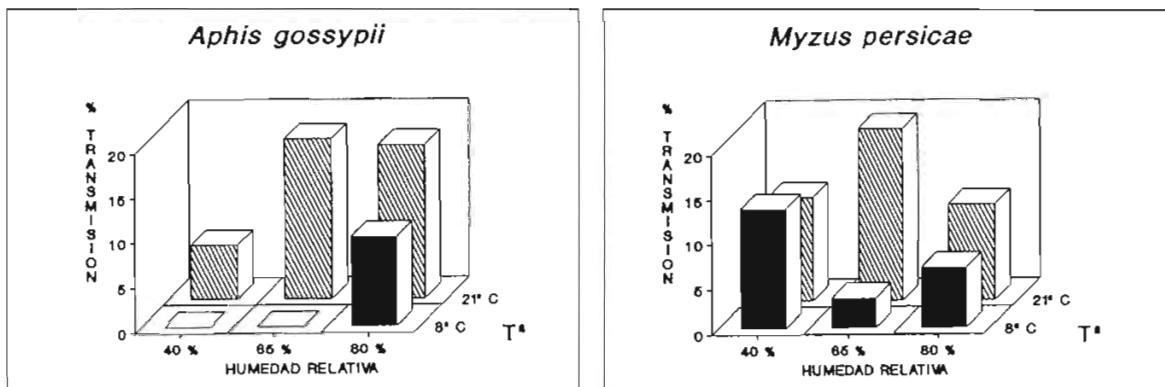


Figura 6 - Eficacia de transmisión de ZYMV a distintas temperaturas y humedades relativas por *Aphis gossypii* y *Myzus persicae* en calabaza

• Adquisición:	Breve, incluso picaduras de prueba.
• Latencia:	No, el pulgón es inmediatamente virulífero.
• Retención:	Breve, alguna horas como máximo.
• Conservación después de la muda:	No.
• Paso entre estadios:	No.
• Especificidad de transmisión:	Escasa.
• Multiplicación:	No.
• Otras denominaciones:	Virus de estiletes, Virus externos.

Cuadro .-

Aunque la sintomatología y daños causados por los distintos virus en los cultivos no es objeto de este trabajo, hay que destacar en este apartado que por el tipo de transmisión no persistente, como hemos visto por sus características, la potencialidad de transmisión incluso por especies no colonizantes de los cultivos en pruebas de alimentación o aterrizajes esporádicos, implica un gran peligro de difusión de las virosis desde cultivos infectados o plantas reservorio.

Las pérdidas ocasionadas por áfidos en cultivos hortícolas son producidas tanto por los daños directos como por los indirectos, variando en los diferentes cultivos y condiciones ambientales. Infiere en gran manera la susceptibilidad de los cultivos a ser infectados por virosis transmitidas por áfidos. Estos condicionantes hacen difícil correlacionar los daños producidos con la abundancia poblacional de áfidos puesto que existen además otros parámetros a tener en cuenta como son, la cosecha potencial, fenología en la que se produce la infestación, cultivos y variedades en relación a su resistencia a los ataques, etc... lo que hace difícil la realización de este tipo de estudios (TATCHELL, 1989).

Aunque no tenemos datos de pérdidas ocasionadas tanto por daños directos o indirectos en cultivos protegidos en nuestra zona, recopilaciones realizadas por WELLINGS et al. (1989) estiman pérdidas de cosecha en cultivos hortícolas debidos a áfidos del orden de 159, 231 y 257 millones de kilos por año, en Europa, ex-URSS y América (del Norte y Central) respectivamente.

MEDIDAS DE CONTROL Y UMBRALES DE INTERVENCIÓN

El control de áfidos en cultivos hortícolas puede plantearse desde distintos métodos y técnicas con carácter preventivo y curativo o erradicante. No obstante para estos insectos que tienen capacidad de transmi-

tir ciertas virosis en la mayoría de cultivos hortícolas, las poblaciones "tolerables" por los mismos son muy bajas, incluso nulas, dependiendo del cultivo y agresividad de los virus potenciales, lo que convierte las estrategias de control en una iniciativa complicada, no tanto por conseguir una población aceptable de áfidos sin que causen daños directos de importancia económica, sino por conseguir evitar la dispersión de las enfermedades producidas por virus.

Sin conocimientos concretos sobre los umbrales de daño y umbrales de intervención para estas especies plaga, en su condición de fitófagos y vectores, debemos asumir el intentar mantener exentos los cultivos sensibles a virosis transmitidas por áfidos de estos fitoparásitos. Siendo esta una tarea difícil, a continuación exponemos las que de momento entendemos que pueden ser las medidas a utilizar para el mejor control posible de áfidos en los cultivos hortícolas protegidos.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y TÉCNICAS CULTURALES

La utilización de ciertos métodos y técnicas en el cultivo pueden prevenir la infestación, o causar una reducción en la intensidad de ataque por pulgones.

- *Utilización de mallas antipulgones:* colocadas en las bandas del invernadero y aberturas de ventilación cenitales, las cuales impiden o disminuyen considerablemente la capacidad de invasión de formas aladas al interior de los invernaderos procedentes de vuelos migratorios o dispersantes.

Complementariamente a esta medida, se debe vigilar que no existan aberturas en la estructura ni roturas en los plásticos o mallas que permitan la entrada de los fitoparásitos.

- *Vigilancia y eliminación de malas hierbas*: dentro y fuera del invernadero, ya que éstas pueden actuar como focos de infestación de áfidos hacia los cultivos o como reservorios de virus transmitidos por los mismos.

MÉTODOS DE CONTROL QUÍMICO

Entre las numerosas materias activas con acción aficida que pueden encontrarse en el mercado de agroquímicos, hay ciertas características deseables para un buen aficida que siguiendo a SCHEPERS (1989) resumimos en las siguientes:

- *Selectividad*: Materias activas con acción específica para áfidos que respeten a los insectos polinizadores y fauna auxiliar.

- *Acción sistémica*: Como consecuencia de que los áfidos se alimentan succionando en el floema, la actividad sistémica de los insecticidas puede mantener un control a medio- largo plazo en el cultivo, con una disminución de los tratamientos necesarios. Esta propiedad del insecticida es de mucha utilidad cuando se pretende proteger a cultivos sensibles a las virosis transmitidas por pulgones.

- *Acción residual y persistencia*: Para evitar reinfestaciones en los cultivos consiguiendo en parte el efecto conseguido por los sistémicos. En este punto hay que llamar la atención sobre las precauciones a tener en cuenta para evitar los residuos de insecticidas en los productos que se comercializan.

- *Rápida acción*: Para evitar la transmisión de los virus no persistentes, los aficidas deben actuar rápidamente. Esto se consigue con productos que tengan actividad por contacto y alto grado de vaporización. En otros casos la acción repelente (p. ej. piretroides) evita que los pulgones inserten los estiletes en las hojas. Esta acción repelente de los piretroides es patente en el caso del bifentrín, que ensayado en laboratorio, causa irritación e hiperactividad, y por tanto dispersión en *A. gossypii* a dosis muy bajas (ADAMS y HALL, 1990).

- *Baja fitotoxicidad*: Característica que deben poseer todos los insecticidas, tanto aficidas como no aficidas.

De las características enumeradas, la acción sistémica y persistencia son las que comportan mayor riesgo en los cultivos hortícolas por la acumulación de residuos en los frutos consumibles por el hombre. En este sentido, su aplicación debe restringirse a la protección de los primeros estados fenológicos del cultivo, y en todo caso respetando los plazos de seguridad.

En aquellos cultivos en los que se precise una protección para pulgones en el sentido de evitar la transmisión de virus, las aplicaciones de aficidas sistémicos al suelo proporciona resultados muy aceptables siempre y cuando exista suficiente humedad en el suelo que posibilite la absorción por el sistema radicular. Este tipo de aplicación de aficidas sistémicos en el riego por goteo ha sido experimentado con buenos resultados. ROYER *et al.* (1989) consiguen unos porcentajes de control del 95% de *Myzus persicae* en pimiento utilizando oxamilo en el riego por goteo. Para *Aphis gossypii* en melón, los valores son más bajos, del orden del 70%. En ambos casos las aplicaciones se realizaron repetidamente, con un intervalo de, aproximadamente, unos 10 días.

Otras recomendaciones para mejorar el control químico con aficidas se enumeran a continuación:

- Las aplicaciones foliares deben alcanzar bien el envés de las hojas procurando realizar un gasto de producto adecuado. En cultivos con mucho desarrollo vegetativo y densidad, se recomienda la aplicación de las materias activas mediante espolvoreos o nebulización.

- En cultivos no sensibles a virosis transmitidas por pulgones, y al ser estos insectos que actúan por focos, pueden realizarse aplicaciones localizadas a los mismos cuando éstos estén bien delimitados.

- Algunos autores proponen la utilización de aceites minerales (GIL- ORTEGA y LUIS- ARTEAGA, 1982; MAK-KOUK y MENASSA, 1986; GIBSON *et al.*, 1988), o aceites minerales mezclados con piretroides (BELL, 1989) para el control de virosis transmitidos por pulgones, basándose en los ensayos que demuestran una inhibición de la transmisión del virus con el recubrimiento de la superficie de la planta con estas sustancias.

- Alternar el uso de materias activas, respetando las dosis recomendadas y evitar las mezclas de productos para dificultar la aparición de resistencias a aficidas y resistencias cruzadas.

Los fenómenos de resistencia a aficidas en las dos principales especies estudiadas en cultivos hortícolas, *A. gossypii* y *M. persicae*, han quedado bien demostrados para muchos de los insecticidas de uso común, pertenecientes a los grupos de piretroides, organofosforados, organoclorados y carbamatos, como puede apreciarse en los trabajos de BLACKMAN y EASTOP (1984), TAKADA y MURAKAMI (1988), LECLANT (1988), HARRINGTON *et al.* (1989) y O'BRIEN (1992) entre otros.

Trabajos más recientes han utilizado insecticidas clásicos junto a nuevas materias activas en ensayos con clones con distintos niveles de resistencia de *Myzus*

persicae obteniéndose resultados muy pobres para cipermetrin y cihalotrin tras la primera aplicación y aceptables con una aplicación, pero muy poca efectividad tras la segunda aplicación para deltametrin+heptenofos y etiofencarb. De los insecticidas clásicos el que proporcionó mejores resultados fue el pirimicarb y, entre los nuevos, el RH7988 ejerció un excelente control (DEWAR *et al.*, 1992).

Además de resistencias parciales a varios insecticidas, existe en los clones europeos y españoles una resistencia prácticamente total de *Myzus persicae* hacia el heptenofos y de *Aphis gossypii* hacia el pirimicarb, por lo que la correcta determinación de las especies es primordial a la hora de elegir el aficida a emplear.

De las materias activas autorizadas en los cultivos hortícolas protegidos, a continuación se enumeran aquellas de posible uso por su acción aficida contrastada, según las recomendaciones recogidas en el trabajo de la Sección de Protección de los Vegetales de Almería (ANÓNIMO, 1992):

acefato (no controla *Aphis fabae*)
alfacipermetrina
bifentrin
bioresmetrin
carbosulfan
cipermetrin
deltametrin
deltametrin + heptenofos
diazinon
endosulfan
esfenvalerato
etiofencarb
etofenprox
fenitrothion
fenpropatin
fenvalerato
flucitrinato (solo para *Myzus*)
fluvalinato (usar con precaución)
fosalon
heptenofos (no controla *Myzus*)
lambda- cihalotrin
lindano
malation
metil pirimifos
metomiño
naled
permetrin
pirimicarb (no controla *Aphis gossypii*)
propoxur

Existen además mezclas de algunas de estas y otras materias activas con acción aficida.

Algunos reguladores de crecimiento de insectos (RCI's) presentan interferencias en el desarrollo ninfal de áfidos, tal como le sucede a *Myzus persicae* en condiciones de invernaderos (BAUERNFEIND y CHAPMAN, 1984).

MÉTODOS DE CONTROL BIOLÓGICO

Aunque los cultivos en invernadero soportan una entomofauna relativamente pobre, los enemigos naturales de áfidos pueden jugar un papel importante en el control de las poblaciones de los fitófagos (Foto 7), sobre todo en cultivos de ciclo largo en los que se realice un manejo racional de las aplicaciones de insecticidas. A pesar de ello en la actualidad es poca la utilización de enemigos naturales, debido entre otras causas al relativamente fácil control químico que se puede realizar de algunas especies de pulgones, sobre todo con la utilización de aficidas específicos e inocuos para la fauna auxiliar tales como el pirimicarb, y por el extremo contrario, por la necesidad de mantener los niveles poblacionales de áfidos nulos o muy bajos en cultivos sensibles a virosis transmitidas por estos vectores, algo que es difícil de alcanzar con un control exclusivamente biológico.

El control de áfidos en invernaderos por métodos biológicos en la actualidad, contempla la utilización del depredador *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani), el himenóptero parasitoide *Aphidius matricariae* Haliday, y el hongo entomopatógeno *Verticillium lecanii* (Zimmermann). En todo caso, la utilización de estos enemigos naturales debe entenderse enmarcada dentro de un programa concreto de control, en el que son condicionantes fundamentales, el cultivo y las particularidades agroclimáticas de la zona de cultivo, por lo que las recomendaciones que se expresan a continuación son orientativas y de carácter general para cultivos hortícolas.

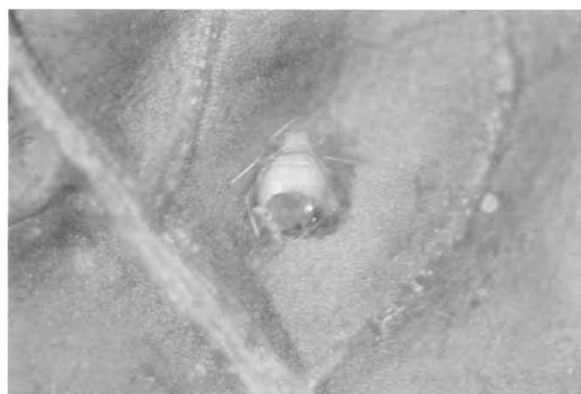


Foto 7 - "Momia" de pulgón tras la emergencia del parasitoide.

■ Utilización de *Aphidoletes aphidimyza*

Tiene la ventaja de controlar varias especies de áfidos simultáneamente, además de ser el único depredador que ha conseguido perpetuarse en condiciones de invernadero (RAMAKERS, 1989). Como desventajas para su utilización se destaca la necesidad de utilizar sus presas naturales para su producción en masa, y la necesidad de condiciones de día largo para evitar que entren en diapausa. Estos problemas han sido estudiados por diversos autores, buscando presas alternativas para la cría con mayor poder nutritivo que permitan aumentar el peso y la producción de descendencia de *A. aphidimyza* como son los áfidos de cereales (KUO- SELL, 1989), o técnicas de almacenamiento para el depredador criado en masa, en estado de diapausa, para la programación de las sueltas (GILKESON, 1990).

Experiencias realizadas en invernaderos de pimiento en Centro- Europa (KUO- SELL, 1989) y Estados Unidos (MEADOW *et al.*, 1985) en tomate, ofrecen muy buenos resultados, manteniendo las poblaciones de *Myzus persicae* a niveles bajos. En este último trabajo se obtienen controles efectivos con 2 sueltas de *A. aphidimyza* separadas 7 días a una dosis de 1 pupa por cada 3 áfidos, para niveles iniciales bajos del áfido. Sueltas con 14 días de intervalo en parcelas con alta infestación de áfidos a una dosis de 2- 3 *A. aphidimyza* por planta, redujeron significativamente la población de los mismos comparada con la de la parcela control.

Siguiendo las estrategias generales de utilización, con las experiencias recientes en el control de áfidos en los cultivos protegidos de nuestra zona, a continuación se muestran las recomendaciones que establecen algunas de las casas comerciales productoras de enemigos naturales:

- KOPPERT Biological Systems;

Aplicaciones preventivas a una dosis de 1 *A. aphidimyza*/m² semanalmente

Para *Myzus persicae* en Pepino: 1 *A. aphidimyza*/m² en focos semanalmente.

Para *Aphis gossypii* en Pepino: 2 *A. aphidimyza*/m² en todo el invernadero semanalmente.

En melón: Apenas se detecte la presencia de *A. gossypii* utilizar *A. aphidimyza* a una dosis de 2- 3 pupas/m² cada 1 ó 2 semanas.

- BIOBEST;

En parcelas que ya tengan infestación de pulgones, introducir 4000 *A. aphidimyza* por Ha. En casos de ata-

que de *A. gossypii* las sueltas serán de 10.000 *A. aphidimyza* por Ha y por semana.

■ Utilización de *Aphidius matricariae*

Aunque existen otras especies que se han ensayado sobre diversos cultivos y en invernaderos del Norte y Centro- Europa, el parasitoides que mejor se adapta a las condiciones de nuestros cultivos protegidos es *Aphidius matricariae*, llegando a encontrarse de forma natural en parcelas que no han sufrido una excesiva presión de fitosanitarios. *A. matricariae* (y otros parasitoides de áfidos) pueden contribuir considerablemente al control de los mismos (RAMAKERS, 1989) siempre y cuando se realice un manejo adecuado del control fitosanitario. En parcelas de cultivo en las que se lleven a cabo programas de control integrado hay que tener en cuenta la acción de estos parasitoides.

En los casos en los que se considere necesaria una aportación masiva de estos parasitoides, o en programas en los que se estimen oportunas las sueltas preventivas, existen comercializados por varias empresas adultos de *A. matricariae*. Las recomendaciones generales que más se adaptan a nuestras condiciones son:

- KOPPERT Biological Systems;

Sueltas de 0,1 *A. matricariae*/m² semanalmente.

Para cultivos de pepino: Sueltas de 0,5 *A. matricariae*/m² semanalmente en todo el invernadero.

- BIOBEST;

Desde la aparición de los primeros áfidos (*Myzus persicae*), o de forma preventiva, 2000 *A. matricariae* por Ha y semana.

Si la sueltas se realizan cuando ya hay colonias; 5000 *A. matricariae*/Ha y semana.

Cuando la especie detectada sea *Aphis gossypii* las dosis serán de 10000 *A. matricariae* por Ha y semana.

■ Utilización de *Verticillium lecanii*

La utilización de hongos entomopatógenos en el control de áfidos es algo más reciente, vislumbrándose en un principio una gran potencialidad para cultivos en invernaderos. Como estos hongos dependen en gran medida para su esporulación y capacidad infectiva de altos niveles de humedad relativa (MILNER y LUTTON, 1986) las posibilidades para su utilización se reducen

aún más en las condiciones de cultivos protegidos en el sureste de España. Por otra parte, las condiciones óptimas para el desarrollo se solapan en muchos casos con las de otros hongos fitopatógenos que pueden causar problemas en estos cultivos.

Los estudios más profundos realizados en estos entomopatógenos se han realizado en *Verticillium lecanii*, el cual posee un amplio espectro de acción para muchos artrópodos y con el que se ha conseguido un control persistente en cultivos de crisantemo en invernaderos (RAMAKERS, 1989). En el estudio y desarrollo de este hongo como método de control de áfidos, se ha comprobado una mayor eficacia de las cepas de *V. lecanii* que poseen esporas grandes para el control de los áfidos, en contra de aquellas que poseen esporas pequeñas, más eficaces para mosca blanca (HALL, 1984). En la actualidad existen comercializados preparados a base de *V. lecanii*, que en España se puede encontrar con el nombre de VERTALEC (Koppert Biological Systems) en una concentración del 20% w/w.

La utilización de *V. lecanii* requiere ciertos preparativos y condiciones como son:

- Mezclar el preparado con unas 6 a 8 partes de agua a una temperatura entre 15 y 20° C preservándolo del calor y luz directa durante 2- 4 horas antes de la aplicación para rehidratar las esporas.

- Pulverizar a última hora de la tarde a una dosis de 2 gr/l de agua.

- Requerimiento mínimo de H.R. del 80%.

La utilización de enemigos naturales requiere como hemos comprobado una mayor tecnificación y asesoramiento técnico. Los programas de control integrado que utilizan enemigos naturales, presentan un manejo y condicionantes especiales para el cultivo y programa que se determine, considerando en los casos necesarios la aplicación de una serie de medidas correctoras entre las que se incluyen la utilización de insecticidas más o menos inocuos para fauna auxiliar, o la utilización de otros productos biológicos con acción insecticida como son las sales potásicas de ácidos grasos.

OTROS MÉTODOS DE CONTROL

UTILIZACION DE VARIEDADES RESISTENTES: La utilización de variedades resistentes a artrópodos plaga está ocupando una de las líneas de investigación recientes para diversos cultivos. Aunque todavía no existen en el mercado variedades hortícolas con resistencia a áfidos que posean cualidades agronómicas aceptables, diversos estudios han encontrado resistencias parciales que se manifiestan



Foto 8 - Modelo sencillo de trampa de Moericke para captura de pulgones alados.

en un retraso del tiempo de desarrollo de los áfidos como resultado de antibiosis o "no preferencia" (YOSHIDA y KOHYAMA, 1986), o con la producción de sustancias repelentes (AVE *et al.*, 1987). En esta línea se enmarcan los trabajos de resistencias a *Aphis gossypii* en cultivo de melón (ROMANOW *et al.*, 1986; KISHABA *et al.*, 1992) en los que se han encontrado resistencias parciales a transmisión del Virus del mosaico de la sandía 2 (WMV- 2).

UTILIZACION DE TRAMPAS: No es propiamente un método de control directo, pero puede utilizarse como método de detección de vuelos migratorios o dispersantes de los áfidos, proporcionando datos de la potencial peligrosidad de los mismos para los cultivos. Aunque no existen trabajos realizados en cultivos protegidos en nuestra zona, el uso de trampas para estudios de dinámica de población de pulgones en vuelo ha sido recogido por SECO- FERNANDEZ y NIETO- NAFRIA (1991) con la utilización de trampas de tipo Moericke (Foto 8), trampas de succión tipo Rothamsted y trampas de hilos engomados.

La utilización de trampas de succión y los resultados obtenidos muestran su efectividad en la determinación de la dinámica estacional y la gran cantidad y variedad de especies capturadas, sobre todo cuando estas trampas están integradas dentro de una red de estaciones de captura de 12,20 metros como las que existen en Inglaterra (TAYLOR, 1974), Francia (MOUCHART, 1982) y España (SECO *et al.*, 1991) o en el oeste de Estados Unidos (PIKE *et al.*, 1989).

Otro tipo de trampas comúnmente utilizadas son las trampas de agua (Moericke) o las trampas pegajosas amarillas. La comparación de efectividad de las mismas bajo distintos modelos, variedad de especies capturadas así como los distintos parámetros como son altura, color, forma, etc., se estudian en los ya clásicos trabajos de HEATHCOTE (1957; 1958) y LANDIS (1972).

Para citar otras técnicas utilizadas en trapeo de áfidos alados en cultivos hortícolas, hay que señalar la utilización de trampas verdes tipo Irwin para el estudio de dinámica de población de vectores y transmisión de PVY en pimiento (PEREZ *et al.*, 1992), y la utilidad de las trampas de luz como indicadoras de las capturas de áfidos alados en comparación con trampas de tipo Moericke (ARCOS y CABELLO, 1988).

DISCUSIÓN Y COMENTARIOS FINALES

El control racional de áfidos en los cultivos hortícolas protegidos debe estar basado en un conocimiento exhaustivo de las especies plaga en todos los aspectos biológicos y ecológicos que pueden influir en las estrategias de control. En este sentido, y para las especies que hemos tratado en el tema, hace falta profundizar en muchos aspectos, y entre ellos, el estudio de distribuciones dentro de la planta y en las parcelas, biología de las especies en las plantas cultivadas y plantas adventicias que actúan como hospedadoras, y dinámica de población.

Otro aspecto importante, considerados los áfidos como vectores de enfermedades producidas por virus, son los estudios de transmisión de las virosis que sufren los cultivos protegidos en nuestra zona, con especial atención a la dinámica de vuelo estacional de los vectores y su relación con la incidencia de estas enfermedades.

Consideramos imprescindible el estudio de todas las posibilidades de control, tanto en medidas preventivas y técnicas culturales, como en métodos de control biológico con la necesidad de la prospección y estudio de los enemigos naturales autóctonos. En el aspecto de control químico, deben de evaluarse las distintas materias activas con acción aficida para los clones que atacan los cultivos de nuestra zona, con un mejor conocimiento de los niveles de resistencia a los mismos.

Por último, creemos que la forma de alcanzar un efectivo control de estas especies de áfidos debe conducirse por la integración de todos los métodos de control disponibles, que se han utilizado o propuesto en los distintos cultivos y zonas agroclimáticas, e intentar adaptarlos a nuestras particulares condiciones de los cultivos bajo plástico.

BIBLIOGRAFÍA

- ADAMS, A.J.; HALL, F.R., 1990. Initial behavioural responses of *Aphis gossypii* to defined deposit of bifenthrin on chrysanthemum. **Crop Protection** **9**: 39- 43.
- AGUIRRE, A., 1992. **Los Aphidoidea (Insecta: Homoptera) de Almería**. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. España. 426 pp.
- ANONIMO, 1992. Cultivos hortícolas. Control racional de plagas y enfermedades. Junta de Andalucía. Cons. Agr. Pesca. Sección de Protección de los Vegetales. Almería. **Bol. Fit. Avisos e Informaciones**. Junio. 139 pp.
- ARCOS, M.; CABELLO, T., 1988. Comparación de efectividad de trampas de agua y de luz en las capturas de áfidos (Hom.: Aphidoidea). **Bol. San. Veg. Plagas**, **14**: 415- 424.
- ATTIA, A.A.; EL- HAMAKY, M.A. 1987. The biology of the cotton aphid, *Aphis gossypii* (Glover), in Egypt (Homoptera: Aphididae). **Bulletin de la Société Entomologique d'Egypte**, **65**: 359- 371.
- AVÉ, D.A.; GREGORY, P.; TINGEY, W.M., 1987. Aphid repellent sesquiterpenes in glandular trichomes of *Solanum berthaultii* and *S. tuberosum*. **Ent. Exp. Appl.** **44**: 131- 138.
- BAUERNFEIND, R.J.; CHAPMAN, R.K., 1984. Effect of some insect growth regulators on green peach aphids (Homoptera: Aphididae) under greenhouse conditions. **J. Econ. Entomol.** **77**: 211- 215.
- BELDA SUAREZ, J.E., 1991. Afidos o Pulgones. EN: GARIJO ALBA, C. et al. (Eds.). **Plagas del tomate. Bases para el control Integrado**. Dir. Gral. de Sanidad de la Producción Agraria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 75- 88.
- BELL, A.C., 1989. Use of oil pyrethroid sprays to inhibit the spread of potato virus Y^{PI} in the field. **Crop Protection** **8**: 37- 39.
- BERGER, P.H.; ZEYEN, R.J., 1987. Effects of sustained immobilisation on aphids. **Ann. appl. Biol.** **111**: 247- 256.

- BLACKMAN, R.L.; EASTOP, V.F., 1984. **Aphids on the World's Crops. An Identification Guide.** Ed. J.Wiley & Sons. Chichester. 466 pp.
- BOS, L., 1983. **Introduction to plant virology.** Ed. Longman. London & New York.
- BUES, R.; TOUBON, J.F.; POITOUT, H.S., 1985. Elaboration d'une lutte raisonnée contre les pucerons (*Macrosiphum euphorbiae* Thomas et *Myzus persicae* Sulzer) en cultures de tomates de conserve dans le sud est de la France. **CEE/OILB Colloque Rennes.** Oct. 1985.
- COSTA, A.; STARY, P., 1988. *Lysiphlebus testaceipes*, an introduced aphid parasitoid in Portugal (Hym.: Aphididae). **Entomophaga 33:** 403- 412.
- DEDRYVER, C.A., 1982. Qu'est- ce qu'un puceron ? **EN: A.C.T.A. (Ed.), Les pucerons des cultures. Journées d'Etudes et d'informations, Paris, 2- 4 mars 1981.** A.C.T.A. Paris, 9- 20.
- DEWAR, A.M.; READ, L.A.; THORNHILL, W.A.; SMITH, S.D.J.; DEVONSHIRE, A.L., 1992. Effect of established and novel aphicides on resistant *Myzus persicae* (Sulz.) on sugar beet under field cages. **Crop Protection 11:** 21- 26.
- DIXON, A.F.G., 1989. The way of life of aphids: host specificity, speciation and distribution. **EN: MINKS & HARREWING (Eds.) World Crop Pest. Aphids: Their Biology, Natural Enemies and Control. Vol 2a.** Elsevier, Amsterdam. 197- 207.
- FERERES, A., 1991. Insectos vectores de virus en cultivos hortícolas. **Phytoma- España 30:** 82- 87.
- FERERES, A.; BLUA, M.J.; PERRING, T.M., 1992. Retention and transmission characteristics of Zucchini Yellow Mosaic Virus by *Aphis gossypii* and *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). **J. Econ. Entomol. 85:** 759- 765.
- FERRANDIZ- PUGA, R.; GUTIERREZ- PEREZ, F., 1986. Reproducción y desarrollo del áfido *Aphis gossypii* bajo condiciones controladas. **Ciencias de la Agricultura 27:** 51- 54.
- GIBSON, R.W.; PAYNE, R.W.; KATIS, N., 1988. The transmission of Potato Virus Y by aphids of different vectoring abilities. **Ann. appl. Biol. 113:** 35- 43.
- GILKESON, L.A., 1990. Cold storage of the predatory midge *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera: Cecidomyiidae). **J. Econ. Entomol. 83:** 965- 970.
- GIL- ORTEGA, R.; LUIS- ARTEAGA, M., 1982. Consideraciones sobre el uso de aceites minerales en el control de virusos en pimiento. **I.T.E.A. 46:** 11- 16.
- HÄGVAR, E.B., 1988. Multiparasitism of the green peach aphid, *Myzus persicae*: competition in the egg stage between *Aphidius matricariae* and *Ephedrus cerasicola*. **Entomologia Experimentalis et Applicata 47:** 275- 282.
- HALL, R.A., 1984. Epizootic potential for aphids of different isolates of the fungus, *Verticillium lecanii*. **Entomophaga 29:** 311- 321.
- HARRINGTON, R.; BARTLET, E.; RILEY, D.K.; FRENCH- CONSTANT, R.H.; CLARK, S.J., 1990. Resurgence of insecticide- resistant *Myzus persicae* on potatoes treated repeatedly with cypermethrin and mineral oil. **Crop Protection 8:** 340- 348.
- HEATHCOTE, G.D., 1957. The comparison of yellow cylindrical, flat and water traps, and Johnson suction traps, for sampling aphids. **Ann. appl. Biol. 45:** 133- 139
- HEATHCOTE, G.D., 1958. Effect of height on catches of aphids in water and sticky traps. **Plant Pathology 20:** 32- 36.
- JANSSON, R.K.; SMILOWITZ, Z., 1986. Influence of nitrogen on population parameters of potato insects: Abundance, population growth, and within- plant distribution of the green peach aphid, *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). **Environ. Entomol. 15:** 49- 55.
- KISHABA, A.N.; CASTLE, S.J.; COUDRIET, D.L.; MCCREIGHT, J.D.; BOHN, G.W., 1992. Virus transmission by *Aphis gossypii* Glover to aphid- resistant and susceptible muskmelons. **J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117:** 248- 254.
- KUO- SELL, H.- L., 1989. Cereal aphids as prey species for mass rearing of *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.)(Dipt., Cecidomyiidae) in the biological control of *Myzus persicae* (Sulz.) in greenhouses. **J. Appl. Ent. 107:** 58- 64.
- LANDIS, B.J., 1972. The alighting response of aphids to yellow- pan water traps at different elevations. **Environ. Entomol. 1:** 473- 476.
- LECLANT, F., 1982. Les effets nuisibles des pucerons sur les cultures. **EN: A.C.T.A. (Ed.), Les pucerons des cultures. Journées d'Etudes et d'informations, Paris, 2- 4 mars 1981.** A.C.T.A. Paris, 37- 55.
- LECLANT, F., 1988. Resistencia a los insecticidas y acaricidas. **I.T.E.A. 77:** 6- 29.

- MAKKOUK, K.M.; MENASSA, R.E., 1986. Inhibiting aphid- spread zucchini yellow mosaic virus with oil sprays. **Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz**, **93**: 104- 107.
- McLEOD, P., 1987. Effect of low temperature on *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) on overwintering spinach. **Environ. Entomol.** **16**: 796- 801.
- MEADOW, R.H.; KELLY, W.C.; SHELTON, A.M., 1985. Evaluation of *Aphidoletes aphidimyza* (Dip.: Cecidomyiidae) for control of *Myzus persicae* (Hom.: Aphididae) in greenhouses and fiels experiments in the United States. **Entomophaga** **30**: 385- 392.
- MILNER, R.J.; LUTTON, G.G., 1986. Dependence of *Verticillium lecanii* (Fungi: Hyphomycetes) on high humidities for infection and sporulation using *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) as host. **Environ. Entomol.** **15**: 380- 382.
- MITTLER, T.E.; WILHOIT, L., 1990. Sexual morph production by two regional biotypes of *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) in relation to photoperiod. **Environ. Entomol.** **19**: 32- 35.
- MIYAZAKI, M., 1989. Forms and morphs of aphids. **EN: MINKS & HARREWJN (Eds.) World Crop Pest. Aphids: Their Biology, Natural Enemies and Control. Vol 2a.** Elsevier, Amsterdam. 27- 50.
- MOUCHAR, A., 1982. La réseau experimental Actaphid. Les motifs de sa création et presentation. **EN: A.C.T.A. (Ed.) Les pucerons des cultures. Journées d'Etudes et d'informations, Paris, 2- 4 mars 1981.** A.C.T.A. Paris, 65- 67.
- NIETO, J.M.; DIAZ, T.E.; MIER, M.P., 1984. **Catálogo de los Pulgones (Homoptera: Aphidoidea) de España y sus Plantas Hospedadoras.** Ed. Servicio de Publicaciones Universidad de León. 174 pp.
- O'BRIEN, P.J.; ABDEL- AAL, Y.A.; OTTEA, J.A.; GRAVES, J.B., 1992. Relationship of insecticide resistance to carboxylesterases in *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) from midsouth cotton. **J. Econ. Entomol.** **85**: 651- 657.
- PEREZ, P.; GEMENO, C.; VERDUGO, M.; SOTO, M.J.; PONZ, F.; FERERES, A., 1992. Dinámica de poblaciones de vectores y transmisión del virus Y de la patata en cultivos de pimiento. **Bol. San. Veg. Plagas**, **18**: 225- 235.
- PIKE, K.S.; ALLISON, D.; BOYDSTON, L.; QUALSET, C.O.; VOGT, H.E.; SUMMERS, C.G., 1989. Suction traps reveals 60 wheat aphid species, including Russian wheat aphid. **California Agriculture** **43**: 22- 24.
- RABASSE, J.M., 1985. Pucerons en cultures protégées. **La Défense des Végétaux**. **234** Juilliet- Aout. 1- 17
- RABASSE, J.M.; LAFONT, J.P.; MOLINARI, J., 1985. Colonisation et développement des populations de pucerons sur tomate en serre dans le sud de la France. **Bull. OILB/SROP**. **8(1)**: 27- 42.
- RAMAKERS, P.H.J., 1989. Biological Control in Greenhouses. **EN: MINKS & HARREWJN (Eds.) World Crop Pest. Aphids: Their Biology, Natural Enemies and Control. Vol 2c.** Elsevier, Amsterdam. 199- 208.
- RICHARD, O.W.; DAVIES, R.G., 1984. **Tratado de Entomologia de Imms. Vol II: Clasificación y Biología.** Ed. Omega. Barcelona. 998 pp.
- ROBERT, Y., 1982a. Fluctuations et dynamique des populations des pucerons. **EN: A.C.T.A.(Ed.) Les pucerons des cultures. Journées d'Etudes et d'informations, Paris, 2- 4 mars 1981.** A.C.T.A. Paris, 21- 35.
- ROBERT, Y., 1982b. Les pucerons de la pomme de terre. **EN: A.C.T.A.(Ed.) Les pucerons des cultures. Journées d'Etudes et d'informations, Paris, 2- 4 mars 1981.** A.C.T.A. Paris, 192- 213.
- ROBERT, Y., 1989. Aphids and their environment. Dispersion and migration. **EN: MINKS & HARREWJN (Eds.) World Crop Pest. Aphids: Their Biology, Natural Enemies and Control. Vol 2a.** Elsevier, Amsterdam. 299- 313.
- RODRIGUEZ, M.D., 1988. Inventario de artrópodos recogidos e identificados en Almería. **Phytoma- España**. **4**: 40- 57.
- ROMANOW, L.R.; MOYER, J.W.; KENNEDY, G.G., 1986. Alteration of efficiencies of acquisition and inoculation of Watermelon Mosaic Virus 2 by plant resistance to the virus and to an aphid vector. **Phytopathology** **76**: 1276- 1281.
- ROYER, T.A.; EDELSON, J.V.; BOGLE, C.R.; McCRATE, S., 1989. Insecticide application and insect control using a drip irrigation delivery system. **Pestic. Sci.** **25**: 231- 240.
- SCHEPERS, A., 1989. Control of aphids. Chemical control. **EN: MINKS & HARREWJN (Eds.) World Crop Pest. Aphids: Their Biology, Natural Enemies and Control. Vol 2c.** Elsevier, Amsterdam. 89- 122.

- SECO FERNANDEZ, M.V.; NIETO NAFRIA, J.M., 1991. Metodología empleada en los estudios de la dinámica de población de pulgones en vuelo. **Phytoma-España. 28:** 36- 38.
- SECO, M.V.; DUEÑAS, M.E.; NUÑEZ, E.; MELIA, A.; NIETO, J.M., 1991. Afidos alados (*Hom. Aphidoidea*) capturados con trampas de succión en Castellón, León y Salamanca durante 1990. **Bol. San. Veg. Plagas, 17:** 519- 527.
- SYLVESTER, E.S., 1954. Insectary life history and apterous instar morphology of *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphidae). **Annls. Ent. Soc. Amer. 47:** 397- 406.
- TAKADA, H., 1988. Interclonal variation in the photoperiodic response for sexual morph production of Japanese *Aphis gossypii* Glover (Hom., Aphididae). **J. Appl. Ent. 106:** 188- 197.
- TAKADA, H.; MURAKAMI, Y., 1988. Esterase variation and insecticide resistance en Japanese *Aphis gossypii*. **Entomol. Exp. Appl. 48:** 37- 41.
- TAMAKI, G.; WEISS, M.A.; LONG, G.E., 1981. Evaluation of plant density and temperature in predator-prey interactions in field cages. **Environ. Entomol. 10:** 716- 720.
- TATCHELL, G.M., 1989. An estimate of the potential economic losses to some crops due to aphids in Britain. **Crop Protection 8:** 25- 29.
- TAYLOR, L.R., 1974. Monitoring change in the distribution and abundance of insects. **Rep. Rothamsted Exp. St.** for 1973, Part 2. 202- 239.
- TRUMBLE, J.T., 1982. Within- plant distribution and sampling of aphids (Homoptera: Aphididae) on broccoli in southern California. **J. Econ. Entomol. 75:** 587- 592.
- VEHR, S.L.C.; WALKER, G.P.; PARRELLA, M.P., 1992. Comparison of populations growth rate and within- plant distribution between *Aphis gossypii* and *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) reared on potted chrysanthemums. **J. Econ. Entomol. 85:** 799- 807.
- WEED, A., 1927. Metamorphosis and reproduction in apterous forms of *Myzus persicae* Sulzer as influenced by temperature and humidity. **J. Econ. Entomol. 20:** 150- 157.
- WELLINGS, P.W.; WARD, S.A.; DIXON, A.F.G.; RABINGE, R., 1989. Crop Loss Assessment. EN: MINKS & HARREWING (Eds.) **World Crop Pest. Aphids: Their Biology, Natural Enemies and Control. Vol 2c.** Elsevier, Amsterdam. 49- 64.
- WYATT, I.J.; BROWN, S.J., 1977. The influence of light intensity, daylength and temperature on increase rates of four glasshouse aphids. **J. Appl. Ecol. 14:** 391- 399.
- YOSHIDA, T.; KOHYAMA, T., 1986. Mechanisms, genetics and selection methods of aphid resistance in melons, *Cucumis melo*. **Bulletin of the Vegetable and Ornamental Crops Research Station, C (Kurume) 9:** 1- 12.

NOCTUIDOS PLAGA (LEPIDÓPTERA: NOCTUIDAE)

en cultivos hortícolas de invernaderos

¹**TOMÁS CABELLO GARCÍA**

²**JOSÉ BELDA SUÁREZ**

E. Politécnica Superior Univ. de Almería

² Delq. Agricultura (Almería)

NINTRODUCCIÓN Y ESPECIES DE IMPORTANCIA ECONÓMICA

Los Noctuidos constituyen una familia (*Noctuidae*) con un total de 20.000 especies, dentro del orden de los Lepidópteros (*Lepidoptera*), que en conjunto abarca unas 100.000 especies. Su importancia económica como plagas de los cultivos ha sido puesta de manifiesto en numerosos trabajos (CAYROL, 1972; CAYROL *et al.*, 1974; GÓMEZ- BUSTILLO *et al.*, 1979). Esta importancia estriba fundamentalmente en tres características de las especies de esta familia:

- 1) son muy polífagas
- 2) tienen tendencia al gregarismo
- 3) existen numerosas especies que tienen comportamiento migratorio

Este comportamiento está íntimamente relacionado con el migratorio y ambos bien fuertemente mediatizados por las condiciones climáticas y/o del cultivo.

Las especies de noctuidos que constituyen plagas en los cultivos hortícolas de invernaderos del SE. de España (CABELLO *et al.*, 1990; SECCIÓN DE PROTECCIÓN DE LOS VEGETALES DE ALMERIA, 1992) son, según la clasificación recogida por GÓMEZ BUSTILLO y ARROYO VARELA (1981), las siguientes :

ORDEN LEPIDOPTERA LINNAEUS, 1746
SUBORDEN DITRYZIA BORNER, 1925
SUPERFAMILIA NOCTUOIDEA LATREILLE, 1809
FAMILIA NOCTUIDAE LATREILLE, 1809

SUBFAMILIA NOCTUINAE

- *Agrotis segetum* (DENIS y SCHIFFERMÜLLER, 1775)
- *Agrotis ipsilon* (HUFNAGEL, 1766)

SUBFAMILIA HELIOTHINAE

- *Heliothis peltigera* (DENIS y SCHIFFERMÜLLER, 1775)
- *Heliothis armigera* (HÜBNER, [1808])

SUBFAMILIA AMPHIPYRINAE

- *Spodoptera exigua* (HÜBNER, [1808])
- *Spodoptera littoralis* (BOISDUVAL, 1833)

SUBFAMILIA PLUSIINAE

- *Autographa gamma* (LINNAEUS, 1758)
- *Chrysodeixis chalcites* (ESPER, 1789)

De dichas especies podemos considerar, por su importancia económica en los cultivos hortícolas de los invernaderos de nuestra área, la siguiente clasificación:

- 1) Especies plagas claves:
 - *Heliothis armigera* (Heliothis).
 - *Spodoptera exigua* (Rosquilla verde).
- 2) Especies plagas secundarias:
 - *Autographa gamma* (Plúsido o medidor).
 - *Chrysodeixis chalcites* (Plúsido o medidor).
 - *Heliothis peltigera* (Heliothis).
 - *Spodoptera littoralis* (Rosquilla negra).
- 3) Especies plagas esporádicas:
 - *Agrotis ipsilon* (Gusano gris).
 - *Agrotis segetum* (Gusano gris).
 - *Agrotis exclamationis* (Gusano gris).
 - *Trichoplusia ni* (Plúsido o medidor).

LA ROSQUILLA VERDE, SPODOPTERA EXIGUA, DEL PIMIENTO Y SANDÍA

Sinónimos:

Noctua exigua Hübner, 1808, fig. 362.
Laphygma exigua (Hübner) Hampson, 1909, 265.
Spodoptera exigua (Hübner) Zimmerman, 1958, 339.

Rosquilla verde o gardama son los nombres comunes de esta especie plaga, *Spodoptera exigua*, que en la actualidad está distribuida por Africa, el Sur de Europa, India y Sur de Asia, Japón, Australasia, Estados Unidos y Canadá (HILL, 1987). Para la identificación de esta especie plaga y su separación de otras próximas (p.ej., *S. cilium*) se dispone de las claves de BROWN y DEWHURST (1975) para adultos, larvas y pupas.

Esta especie ha ido incrementando sus daños en invernaderos, de nuestra zona, en los últimos años. Ello ha podido ser debido a la aparición de resistencias en las poblaciones de la plaga como consecuencia de la utilización de plaguicidas contra otras especies plagas en los cultivos. En este sentido, DITTRICH (1987) ha encontrado que, en algodón, *Spodoptera* ha pasado de ser una plaga secundaria a convertirse en principal en Egipto, a partir de 1961, debido al desarrollo de resistencias a los insecticidas utilizados contra otras plagas (metil- paration en este caso). Igualmente en California, los daños por esta especie plaga se han incrementado en cultivos de plantas hortícolas y ornamentales, indicándose la existencia de resistencias a metomilo y a otros insecticidas (MOAR y TRUMBLE, 1987b; YOSHIDA y PARRELLA, 1987).

DESCRIPCIÓN

Esta especie presenta cuatro estados de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto, que según CAYROL (1972), BROWN y DEWHURST (1975), SANNINO *et al.* (1987), DOMINGUEZ GARCIA- TEJERO (1989), y BELDA SUAREZ (1991) tienen las características morfológicas recogidas en los Cuadros 1.1, 1.2 y 1.3.

deada y distribuidas por toda la hoja. En ella, o bien, sólo existe la epidermis de la hoja seca (debido a la actividad alimenticia de las larvas pequeñas), o bien falta todo el tejido vegetal (debido a la alimentación de larvas más desarrolladas). En frutos, se pueden observar hendiduras superficiales o comeduras que los marcan, aunque se pueden presentar orificios más profundos, pero normalmente éstos son más secos que los causados por *Heliothis* y rara vez se ven contaminados con heces (BELDA, 1991).

SINTOMATOLOGÍA

Los síntomas característicos que origina esta especie plaga son hojas con zonas comidas en forma redon-

HUEVO

PRESENTACION:	En masa o plastones de 10 a 250 huevos (Foto 1).
ASPECTO DE LOS PLASTONES:	Plastones cubiertos por escamas de la hembra, dando al conjunto un aspecto blanquecino.
TAMAÑO DEL HUEVO:	0,35 a 0,37 mm.
ASPECTO DEL HUEVO:	De forma esférica con la base plana, presentando estrías longitudinales
COLOR DEL HUEVO:	Blanco a marrón- amarillento recién puesto y marrón oscuro antes de su eclosión.

Cuadro 1.1.- Características del estado de huevo de *Spodoptera exigua*.

LARVA

TAMAÑO:	• De 1 mm de longitud, en las larvas recién nacidas, a 20- 30 mm en las larvas totalmente desarrolladas.
ASPECTO GENERAL:	• Color de la larva variable según el estado de desarrollo y si se encuentran en fase solitaria o gregaria. En general, la fase solitaria presenta colores claros y la gregaria oscuros.
CABEZA:	• Con una anchura máxima de 2,0 mm. De color verdoso o gris pardo, con manchas negras.
CUERPO:	• La coloración general es amarilla, verde o marrón, presentando tonalidades pálidas, medias u oscuras. Las últimas tienden al color verde (Foto 2).
BANDA DORSO- LATERAL:	• Presentando coloraciones amarillo- verdosa, marrón- pálido- amarillenta o amarillo- naranja, con tonalidad más oscura, motas marrones, marrón pálido o marrón oscuro con motas más pálidas o amarillentas, o verde con motas ligeramente marrones.
BANDA LATERAL:	• Siempre más oscura que la dorso- lateral, presentando colores desde amarillo- oro a varias tonalidades de marrón, con ligeras motas amarillas a marrón oscuro o verde oscuro; margen inferior, a lo largo de los estigmas, más oscuro, marrón oscuro o a veces negro.
PATAS TORACICAS:	• Tres pares de patas.
PATAS ABDOMINALES:	• Cinco pares de falsas patas situadas en los segmentos 3,4,5,6 y 10.

Cuadro 1.2.- Características del estado de larva de *S. exigua*.

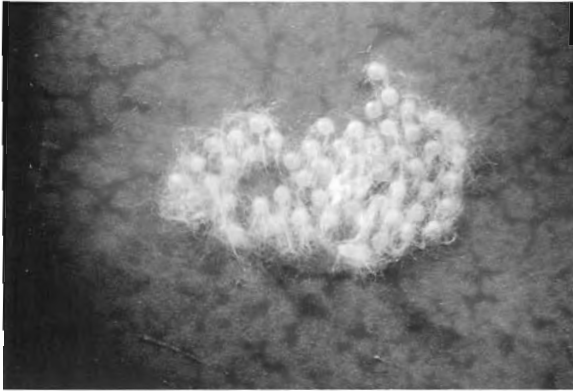


Foto 1 - Puesta de *Spodoptera exigua*.



Foto 2 - Larva de último estadio de *S. exigua*.

PUPA

TAMAÑO:	<ul style="list-style-type: none"> • De 1 mm de longitud, en las larvas recién nacidas, a 20- 30 mm en las larvas totalmente desarrolladas.
TAMAÑO:	<ul style="list-style-type: none"> • Longitud: 13 a 11 mm • Anchura: 3 a 3,5 mm • Peso: 0.09 gm
COLOR:	<ul style="list-style-type: none"> • Claro a ligeramente verdosa recién formada hasta marrón tabaco cuando está madura.
ASPECTO GENERAL:	<ul style="list-style-type: none"> • Fusiforme, obteta, presentando una esculturación puntiforme en los bordes basales de los segmentos 4,5,6 y 7. El cremaster está provisto de 4 espinas, dos de ellas más débiles y en posición ligeramente dorsal y anterior al par terminal.

ADULTO (Foto 3)

TAMAÑO:	<ul style="list-style-type: none"> • Envergadura alar: 25 a 30 mm • Longitud del cuerpo: 11 a 12 mm
COLOR Y ASPECTO GENERAL:	<ul style="list-style-type: none"> • Ojos negros, antenas filiformes, cabeza y tórax revestidos de escamas largas. Las alas posteriores son blancas, semitransparentes, con las venas oscuras, los bordes de las mismas son de color marrón negruzco. Las alas anteriores son marrón terroso, más o menos oscuras, pasando a veces por gris claro, estriadas de líneas transversales; presentan manchas reniformes y orbiculares bien patentes de color amarillo- ocre o anaranjado menos oscuro que el color de fondo.

Cuadro 1.3. - Características de los estados de pupa y adulto de *S. exigua*.



Foto 3 - Imago de *S. exigua*.



Foto 4 - Daños de *S. exigua* en pimiento.



Foto 5 - Daños de *S. exigua* en sandía.

PLANTAS HOSPEDANTES

Es una especie plaga polífaga, el número de especies vegetales cultivadas que pueden ser atacadas por esta especie plaga es bastante elevado, 60 especies pertenecientes a 23 familias distintas. Igualmente el número de especies de malas hierbas y plantas espontáneas sobre las que puede alimentarse es alto y corresponde a un total de 31 familias botánicas (BROWN y DEWHURST, 1975). En dicha relación podemos destacar las siguientes especies cultivadas y malas hierbas:

Amaranthaceae: *Amarantus* spp.

Caricaceae: *Carica papaya* (papaya).

Chenopodiaceae: *Atriplex* sp., *Beta vulgaris* (remolacha azucarera), *Chenopodium album* (cenizo), *Spinacia oleracea* (espinaca).

Compositae: *Aster* sp., *Calendula officinalis* (caléndula), *Carthamus tinctorius* (cártamo), *Helianthus annuus* (girasol), *Lactuca sativa* (lechuga), *Sonchus* sp.

Convolvulaceae: *Convolvulus arvensis* (correhüela), *Ipomoea batatas* (batata o boniato).

Cruciferae: *Brassica campestris* (naba), *B. oleracea* (col, coliflor, bróccoli), *Raphanus sativus* (rábano).

Euphorbiaceae: *Ricinus communis* (ricino).

Gramineae: *Avena sativa* (avena), *Hordeum vulgare* (cebada), *Oryza sativa* (arroz), *Sorghum vulgare* (sorgo), *Triticum aestivum* (trigo), *Zea mays* (maíz), otras especies de gramíneas como pastos, céspedes, malas hierbas, etc.

Labiatae: *Mentha spicata* (menta), *Salvia officinalis* (salvia).

Leguminosae: *Arachis hypogaea* (cacahuete), *Cicer arietinum* (garbanzo), *Glycine* sp. (soja), *Lens esculenta* (lenteja), *Medicago sativa* (alfalfa), *Phaseolus vulgaris* (judías), *Pisum sativum* (guisante), *Trifolium* sp. (trébol), *Vicia faba* (habas).

Liliaceae: *Allium cepa* (cebolla), *Asparagus* sp. (espárrago).

Malvaceae: *Gossypium* sp. (algodonero).

Myrtaceae: *Eucalyptus* sp. (eucalipto).

Pedaliaceae: *Sesamum indicum* (sésamo).

Plantaginaceae: *Plantago* sp.

Portulacaceae: *Portulaca oleracea* (verdolaga).

Rosaceae: *Pyrus communis* (peral), *Pyrus malus* (manzano).

Rutaceae: *Citrus* sp. (cítricos).

Solanaceae: *Capsicum annuum* (Foto 4), (pimiento), *Datura* sp., *Nicotiana glauca* (gandul), *N. tabacum* (tabaco), *Solanum lycopersicum* (tomate), *S. melongena* (berenjena), *S. tuberosum* (patata).

Umbelliferae: *Daucus carota* (zanahoria).

Vitaceae: *Vitis vinifera* (vid).

En cultivos en invernaderos de Almería se ha encontrado esta especie plaga en los siguientes: pimiento, sandía (Foto 5), tomate, judías, maíz dulce y gypsophila.

BIOLOGÍA

Según recoge CAYROL (1972), las mariposas adultas depositan los huevos sobre el envés de las hojas, en plastones de 10 a 250 huevos por plastón, colocados en una o varias capas, y recubiertos por escamas dejadas por la hembra. En cultivos en invernaderos (SMITS *et al.*, 1986) de crisantemo, tomate, gerbera y geranio, los plastones de huevos son depositados en el envés de las hojas más próximas al suelo (hojas situadas entre 0 y 10 cm. del suelo), no encontrándose diferencias entre cultivos, edad de la planta o disposición dentro del cultivo. Solamente en crisantemos se observa una preferencia a depositar más huevos sobre hojas más jóvenes. En cultivo de pimiento en invernadero, en nuestras condiciones, parece que *S. exigua* presenta esta tendencia a depositar los huevos en las hojas del tallo principal y ramas laterales más próximas al suelo (67,8 %) (CABELLO *et al.*, 1992).

Por otra parte, ZALOM *et al.* (1983), estudiando la oviposición en tomate, encontraron que las hembras de esta especie tienen tendencia a dejar los huevos en el envés de la hoja, cerca de una inflorescencia, pero siempre en la mitad superior de las ramas. Estos datos se contradicen con los antes reseñados; además según ALI *et al.* (1989), en la especie próxima *S. frugiperda*, en algodónero, no se encontró ninguna relación entre el estado fenológico del cultivo y la oviposición de las hembras. Los plastones de huevos eran depositados en el envés de las hojas (del tallo principal, más que de tallos secundarios) en posición media a baja de la planta.

Las larvas recién eclosionadas se suelen agrupar sobre tallos y hojas de los botones terminales o axilares, formando con las sedas segregadas por las mismas

pequeños bolsones (CAYROL, 1972). En cultivos de pimiento en invernadero, de nuestra área, las larvas se localizaron (más del 53 % de las mismas) preferentemente en la parte alta de la planta. Los estadios I a III se encontraron alimentándose sobre hojas, flores y frutos, pero con el aumento de la edad de las larvas, éstas solo se localizaron en hojas y frutos (CABELLO *et al.*, 1992).

Las larvas más desarrolladas, a partir del tercer estadio, tienen tendencia a vivir aisladamente causando mayores daños, y pueden permanecer en reposo durante el mediodía, o presentar una mayor actividad durante la noche que durante el día (CAYROL, 1972). En este sentido, estudios realizados en apio han mostrado que la mayoría de las larvas del último estadio (L- 5) se encontraban en el suelo, o escondidas en zonas abrigadas de la planta (GRISWOLD y TRUMBLE, 1985). Este comportamiento tiene importancia en el diagnóstico del agente causal, así como en las técnicas de muestreo de esta especie plaga.

Por último, la pupa o crisálida tiene lugar normalmente en el suelo en un capullo terroso, de donde emergerá posteriormente el adulto o mariposa. Sin embargo, en cultivos de pimiento en invernaderos de nuestra zona se han llegado a encontrar pupas de *S. exigua* dentro de los frutos de pimiento (DATOS NO PUBL.).

ECOLOGÍA

Esta especie plaga presenta de dos a seis generaciones al año, variable según la zona o área geográfica. Para España y Portugal se estiman que son tres las generaciones por año, frente a las 7 u 8 en el sur de Marruecos. Sin embargo, otros autores consideran que el número exacto de generaciones por año no puede ser fijado de forma precisa (CAYROL, 1972).

En determinadas zonas geográficas, de clima cálido, esta especie puede estar presente todo el año, como sucede en el norte de África. En dicha zona se produce un reagrupamiento de las poblaciones en la primavera o principios del verano, fenómeno que también parece ser cierto en el Norte de África, Próximo Oriente e Irán (CAYROL, 1971). Sin embargo, en Egipto las capturas de adultos en trampas de luz no se producen en Enero (ETMAN *et al.*, 1989).

En Granada, las capturas de adultos se presentan con un máximo en Junio- Julio- Agosto, no produciéndose capturas desde Noviembre a Marzo, ambos inclusive (CABELLO, 1988c). También con este mismo tipo de trampas, y por datos preliminares obtenidos en Almería, existe una ausencia de adultos durante los meses finales del invierno, no reiniciándose las capturas hasta la primavera (DATOS NO PUBL.).

Por otra parte, en California los máximos de vuelos se producen en dos momentos del año: un primer pico en Abril- Junio y el segundo en Agosto- Diciembre (TRUMBLE y BAKER, 1984).

En zonas o áreas más frías como Europa, Estados Unidos o Rusia, la población desaparece en otoño y reaparece en la primavera del año siguiente; de lo cual se puede deducir que las poblaciones invernan en estado de pupa preferentemente, aunque no se pueda descartar la existencia de huevos o adultos invernales (CAYROL, 1972). En contradicción con ello se ha podido comprobar que, en Arizona, *S. exigua* no presentó una verdadera diapausa invernal, siendo capaz de sobrevivir, con una tasa reducida de desarrollo, en todos sus estadios (FYE, 1979).

Lo anterior viene ligado a que *S. exigua* es considerada una especie migratoria en la que sus adultos pueden recorrer largas distancias (FRENCH, 1969; CAYROL, 1972), de hasta 3.500 Km en 9- 11 días (MIKKOLA, 1970).

En función de los datos anteriores, CAYROL (1972) considera que el ciclo anual de la especie puede ser para Europa y Asia Central el siguiente:

1) En invierno: La especie está diseminada por el Maghreb, Egipto y Próximo Oriente, así como en las zonas meridionales europeas (ello es lo que puede suceder en nuestra área).

2) En primavera o principio del verano: los adultos pertenecientes a varias generaciones emigran en dirección norte, al Atlántico, y a las cadenas montañosas de Asia Central, e invaden la mayor parte de las regiones situadas al sur del paralelo 55.

3) Durante el verano: las poblaciones jamás son tan densas hacia el paralelo 45, como para perjudicar las cosechas en la mitad occidental. En el Este, por el contrario, la proliferación de larvas son de temer hasta el paralelo 50.

En dicha época, la intensidad de los movimientos migratorios disminuye. Los adultos comienzan a ser erráticos. En los países que constituyen el área de invierno, una proporción notable de la población se reagrupa sobre las plantas cultivadas. En las áreas de verano, en la mayoría de los casos no es posible. En zonas estepáricas o subdesérticas (p.ej., Turkmenistan) los insectos se reagrupan igualmente sobre los cultivos (la mayoría regadíos) y son muy perjudiciales, por tanto. En Europa occidental, por el contrario, se diseminan sobre un gran número de plantas. En ciertos casos sin embargo, y en particular si la población de *S. exigua*, puede llegar a que los insectos sean relativamente densos en

ciertas regiones resultado del agrupamiento - fortuito o buscado- de un cierto número de hembras emigrantes.

Sin embargo, KURDOV (1986, 1987) encontró que en la antigua Unión Soviética (Turkmenistan) las temperaturas bajas durante Enero y Febrero (de 1 °C, o menor) y el aumento de las precipitaciones normales (1,5 a 2,0 veces más) durante el invierno y primavera son buenos indicadores de una mayor incidencia de las poblaciones en cultivos de ese año.

En la actualidad, nada nos permite suponer que exista en otoño migraciones de retorno (norte- sur) importantes. Sin embargo, es posible que un cierto número de adultos nacidos en las partes meridionales de las áreas de verano alcance los territorios desérticos en sus descendientes. Los inmigrantes y autóctonos se dispersan entonces en las áreas de invierno (CAYROL, 1972).

☐ Factores Abióticos

En relación con esta especie plaga, se han llevado a cabo estudios de la influencia de dos tipos de factores abióticos: los climáticos y los agronómicos.

Entre los factores relativos al clima, el Cuadro 1.4 recoge la duración de los distintos estados de *S. exigua* a distintas temperaturas y según los distintos autores.

HOGG y GUTIERREZ (1980) han establecido las siguientes regresiones lineales para la duración del desarrollo de esta especie plaga, en función de la temperatura:

$$\begin{aligned} * \text{ HUEVO} & \quad Y = - 0,3303 + 0,0268 T \\ * \text{ LARVA- PUPA} & \quad Y = - 0,0426 + 0,0035 T \end{aligned}$$

siendo :

Y = el inverso del tiempo en días, y
T = temperatura en grados- centígrados.

Estos autores establecen como umbral mínimo de desarrollo, estimado de dichas relaciones, 12.3 °C para los huevos y 12.2°C para la larva- pupa; tomando como valor común, para el desarrollo de la especie, el de 12.2 °C. Dichos valores no están muy alejados de los recogidos por CAYROL (1972), que da 12 °C como umbral mínimo de desarrollo para el huevo y 11 °C para el de la larva; igualmente establece, como umbral máximo para el desarrollo de huevos, el de 38,7 °C. Sin embargo, EL- REFAI y DEGHEELE (1988) han encontrado como temperaturas umbrales: 14 °C para los huevos y larvas, y 13,5 °C. para la pupa.

A la temperatura umbral de 12,2 °C el tiempo de desarrollo total (huevo+larva+pupa), medido en grados- días sobre dicho umbral, es de 543,3 Grados- día para los machos, y de 490,0 Grados- día para las hembras

ESTADO	TEMPERATURA (°C)	DURACIÓN (en días)	REFERENCIA
HUEVO	15,6	9,1	HOGG Y GUTIERREZ (1980)
	16,7	7,8	
	21,1	5,0	
	26,7	2,9	CAYROL (1972)
	32,2	1,8	
	19,8	6,0	
	23,2	3,0	
28,1	1,6	SANINO <i>et al.</i> (1986)	
LARVA	16,3- 18,8	24,7	CAYROL (1972)
	20,0- 22,5	16,4	SANINO <i>et al.</i> (1986)
	25	12,5	
	28,1	28,1	
PUPA	15,4	18	CAYROL (1972)
	25,0	10	SANINO <i>et al.</i> (1986)
	30,0	6,0	
	28,1	6,0	
LARVA + PUPA	16,7	55,0	HOGG Y GUTIERREZ (1980)
	21,1	34,1	SANINO <i>et al.</i> (1986)
	26,7	18,8	
ADULTO	28,1	10,2	SANINO <i>et al.</i> (1986)

Cuadro 1.4.- Duración de los distintos estados de *Spodoptera exigua* según la temperatura.

(HOGG y GUTIERREZ, 1980). Este valor para el desarrollo fue estimado en 358,06 Grados- día (sobre los umbrales antes reseñados), con 39,16, 227,12 y 95,76 Grados- día para huevo, larva y pupa, respectivamente, por EL- REFAI y DEGHEELE (1988).

Por otra parte, de los factores agronómicos o de cultivo, se ha encontrado que existe una influencia en la biología de esta especie plaga por parte de la especie vegetal y el nivel de abonado nitrogenado. La duración del desarrollo de la larva y la mortalidad se ve reducida, mientras que la fecundidad de las hembras adultas aumentada, con los aumentos de los abonados nitrogenados. Ello es debido a que las hojas se hacen más digestibles para la plaga con el aumento del nivel de nitrógeno en hojas (AL- ZUBAIDI y CAPINERA, 1984).

Igualmente GRIWOLD y TRUMBLE (1985) han encontrado que el desarrollo y las tasas reproductivas son mayores para esta especie plaga, cuando las larvas se alimentan sobre hojas de apio, que cuando lo hacen sobre los peciolo. Ello es debido al doble de contenido de las primeras en nitrógeno orgánico, que los segundos.

A pesar de los datos anteriores, para el caso de *S. frugiperda* en maíz, no se encontró un aumento del nivel de infestación del cultivo con el aumento del abonado nitrogenado (CLAVIJO, 1984).

■ Hábitats preferenciales

Esta especie puede estar presente todo el año en determinadas áreas geográficas, como el norte de

Africa, aunque las larvas no se encuentren en los cultivos entre los meses de Diciembre a Abril, considerándose que deben habitar en terrenos no cultivados (CAYROL, 1972).

En la época que esta especie plaga se encuentra atacando los cultivos agrícolas, aunque es una especie plaga polífaga, presenta una preferencia por determinadas especies cultivadas y malas hierbas, como se ha recogido en un apartado anterior. En este sentido se ha encontrado que inclusive algunas especies vegetales, existentes en zonas no agrícolas, pueden ser un factor importante en los ataques de primavera a los cultivos por esta especie plaga (y otras especies de Noctuidos: *H. virescens*, *H. zea* y *Trichoplusia ni*) (PEARSON *et al.*, 1988).

Una vez establecida dentro del cultivo, y según los datos de biología antes mencionados, se observa que las hembras adultas tienen preferencia por depositar los huevos en el envés de las hojas situadas más bajas en el cultivo. Posteriormente las larvas tienen preferencia por las partes terminales de la planta, con la excepción de las larvas más desarrolladas (L- 5) que se encuentran escondidas o enterradas en el suelo. Finalmente la pupa tiene lugar casi siempre en el suelo.

■ Enemigos Naturales

En nuestro país, solamente se han realizado estudios de enemigos naturales (parasitoides, depredadores y patógenos) en cultivos herbáceos al aire libre. En éstos se han encontrado un total de 10 especies de parasitoides (Cuadros 1.5 y 1.6) . En dichos cultivos y condicio-

ESPECIES DE PARÁSITOIDES	REFERENCIA
<i>Hym. Braconidae</i> <i>Apanteles plutella</i> <i>Chelonus inanitus</i> <i>Meteorus pulchricornis</i>	CABELLO (1989)
<i>Hym. Ichneumonidae</i> <i>Hyposoter didymator</i> <i>Netelia rufescens</i> <i>Sinophorus xanthostomus</i> <i>Temelucha sp.</i>	
<i>Hym. Eulophidae</i> <i>Euplectrus bicolor</i>	
<i>Dipt. Tachinidae</i> <i>Exorista larvarum</i>	
<i>Dipt. Tachinidae</i> <i>Gonia bimaculata</i>	CABALLERO <i>et al.</i> (1990)

Cuadro 1.5.- Especies de parasitoides de *S. exigua* en cultivos del Sur de España.

ESPECIES DE PARÁSITO	CULTIVO	ESTADO DE LA PLAGA EN EL MUESTREO	PORCENTAJE DE PARASITISMO EN CAMPO	
			MEDIO	MÁXIMO
<i>Sinophorus xanthostomus</i>	alfalfa	L- 2 a L- 5	6,5	50,0
<i>Chelonus inanitus</i>	alfalfa	L- 2 a L- 5(*)	10,9	100,0
<i>Euplectrus bicolor</i>	alfalfa	L- 3 a L- 4	1,3	33,3
	soja	- - -	50,0	100,0
<i>Exorista larvarum</i>	alfalfa	L- 4	0,1	3,7
<i>Hyposoter didymator</i>	alfalfa	L- 4	0,1	3,9
	algodonero	L- 4	3,9	3,9
<i>Netelia rufescens</i>	algodonero	- - -	7,4	7,4
<i>Meteorus pulchricornis</i>	alfalfa	L- 3 a L- 5	1,7	26,9
<i>Temelucha</i> sp.	alfalfa	- - -	- - -	1,9

(*) Especie parásita de huevo- larva

Cuadro 1.6.- Porcentaje de parasitismo de *S. exigua* según cultivo y estado de la plaga en cultivos del Sur de España (CABELLO, 1989).

nes, parece ser que las especies *Chelonus inanitus*, *Meteorus pulchricornis* e *Hyposoter dytimator* son las que presentan un mejor porcentaje de parasitación (CABELLO, 1989; CABALLERO *et al.*, 1990). En cultivos de pimiento bajo plástico en Almería se han encontrado, a falta de confirmación, esta última especie de parasitoide (DATOS NO PUBL.).

En relación a las especies de depredadores encontrados en cultivos al aire libre de Andalucía, y que pueden ser depredadores de larvas de noctuidos, tenemos: 3 especies de Neurópteros (*Chrysoperla carnea*, *Chrysopa formosa* y *Ch. septempunctata*), 6 especies de Hemípteros (*Orius albidipennis*, *O. laevigatus*, *O. niger*, *Nabis pseudoperus*, *N. laviventris* y *N. provençalis*), 2 especies de Coleópteros (*Adalia bipunctata* y *Coccinella septempunctata*), y varias especies no identificadas de arañas (CABELLO, 1989).

Por último, en relación a los patógenos, en los cultivos extensivos antes mencionados, se han encontrado valores de mortalidad de larvas del 38.3 %, debido a un Virus de la Poliedrosis Nuclear Múltiple (CABALLERO *et al.*, 1990). También se han detectado altas tasas de mortalidad, probablemente debidas a este virus, en larvas recolectadas en cultivos de pimiento bajo plástico de Almería (DATOS NO PUBL.).

En otras zonas geográficas *S. exigua* presenta los siguientes enemigos naturales: *Euplectrus bicolor* que es un ectoparásito importante de *S. exigua* como agente de control natural (YANG, 1986). Entre los patógenos destaca el hongo entomopatógeno *Nosema* sp. (ALFAZAIRY, 1986) y sobre todo el Virus de la Poliedrosis Nuclear (BATTU, 1986; SMITS y VLAK, 1988b).

■ Planta Hospedante

Esta especie plaga presenta en cultivos en invernaderos y al aire libre de nuestro país una preferencia por algunas especies de malas hierbas, especialmente por la correpiñuela (*Convolvulus arvensis*). Ello puede ser debido a que este tipo de mala hierba rastrera presenta un microhabitat entre ella y el suelo que puede ser favorable, o preferido, por las larvas de últimos estadios de la plaga, más que por efecto alimenticio de la planta hospedante. En este sentido AL- ZUBAIDI y CAPINERA (1986) criaron larvas de *S. exigua* en hojas de remolacha y hojas de dos malas hierbas asociadas a este cultivo: *Chenopodium album* y *Amaranthus retroflexus*, encontrando que el cultivo era el mejor alimento al presentar las larvas una duración del período de larva y pupa más corto, menor porcentaje de mortalidad y una menor ganancia de peso, que las otras dos especies de malas hierbas.

DAÑOS Y PÉRDIDAS OCASIONADAS

Los daños, según BELDA (1991) son producidos por la alimentación de larvas en hojas, desde el momento de su eclosión, y en frutos. En este último caso, los mismos consisten en agujeros superficiales o comeduras que los marcan, pudiendo llegar a pudrirse. En tomate para industria, estos daños superficiales producen pérdidas de menor importancia económica.

Las pérdidas ocasionadas por esta plaga se incrementan con el número de larvas dentro del cultivo. Así en cultivos de tomate los daños causados están correlacionados con el nivel de infestación de las larvas de tercera edad (ZALOM *et al.*, 1986). Por último hay que

mencionar que debido a su gregarismo, las larvas de los primeros estadios de desarrollo viven agrupadas y localizadas en zonas muy concretas del cultivo (debido a la oviposición de plastones). Estas fases iniciales pasan inadvertidas para el agricultor, de forma que cuando las larvas se desarrollan y dispersan, los daños se extienden y hacen visibles, momento en que es más difícil el control de la plaga.

MEDIDAS DE CONTROL Y UMBRALES DE INTERVENCIÓN

■ Umbrales de intervención

No existen establecidos, en la bibliografía revisada, umbrales económicos, o de intervención, de esta especie plaga para los cultivos de interés en nuestra zona. Solamente se han tratado de establecer modelos de predicción de esta especie plaga en Estados Unidos (HOGG y GUTIERRES, 1980).

■ Métodos de lucha química

En invernaderos de nuestra zona, los productos químicos más eficaces son cipermetrina, triclorfon, alfa-cipermetrina y metomilo (SERVICIO DE PROTECCION DE LOS VEGETALES DE ALMERIA, Com. pers.). En ensayos de lucha química en cebolla, se ha encontrado que el bifentrin ejerció el mejor control de las larvas de la plaga, mejor que permetrin, fenvalerato y el regulador de crecimiento: clorfluazuron (CHENG *et al.*, 1988).

En ensayos de laboratorio de control químico con fenvalerato, clorpirifos y carbaril, el orden de efectividad fue el antes expresado (BAKİ y AL- JUBURY, 1988). Igualmente en laboratorio, se ha observado un buen efecto sinérgico del fenvalerato con butóxido de piperonilo (JOYCE *et al.*, 1988).

Otros productos plaguicidas recomendados en la zona son: ciflutrin, deltametrina, endosulfan, etofenprox, fenpropatrin, flucitrinato, fluvalinato, *lambda*- cihalotrin, naled, permetrina, tetraclorvinfos y triclorfon.

■ Métodos de lucha biológica

En relación a la utilización de *Bacillus thuringiensis*, por ensayos realizados en laboratorio, se ha encontrado que el más efectivo fue el correspondiente a la subespecie *thuringiensis*, seguida por la *aizawai* y la *kurstaki*. Cuando se realizaba mezcla de *B. thuringiensis* e insecticida, la asociación con fenvalerato era la más tóxica (BAKİ y AL-

JUBURY, 1988). En cultivos de sandía en invernaderos de nuestra zona se ha encontrado una muy buena efectividad de *B. thuringiensis* (BELDA y GUERRERO, 1992).

Esta especie plaga es muy sensible a enfermedades causadas por Virus de la Poliedrosis Nuclear (CHAUFAUX y FERRON, 1986; ALVARADO- RODRIGUEZ, 1987; SMITS y VLAK, 1988). En ensayos realizados en cultivo en invernadero de crisantemo, gerbera, kalanchoe y tomate, se han obtenido valores del 95- 100 % de mortalidad de larvas, que fue el doble mayor al obtenido con aplicaciones de metomilo y diflubenzuron (SMITS *et al.*, 1987). Estas virosis parecen ser un buen método de control de esta especie plaga (SMITS y VLAK, 1988c). Resultados que corroboran los de GELERNTER *et al.* (1986), que ensayaron un Virus de la Poliedrosis Nuclear, hayado en California, que a dosis de $1,1 \times 10^{12}$ poliedros/Ha., se consiguió un control de las larvas de *S. exigua* similar a la aplicación de metomilo (1kg./Ha.) ó 110 g./Ha de permetrin.

Por otra parte, se han ensayado diferentes técnicas de aplicación de los Virus de la Poliedrosis Nuclear en cultivos en invernadero contra esta especie plaga, encontrándose que aplicaciones de ultrabajo volumen incrementan ligeramente su efectividad (SMITS *et al.*, 1988).

■ Métodos hormonales y feromonales

En cultivos protegidos de sandía de nuestra zona se ha encontrado una muy buena mortalidad de larvas y reducción de daños con dos productos inhibidores de la síntesis de quitina: hexaflumuron y teflubenzuron (BELDA y GUERRERO, 1992).

En relación a los métodos feromonales, se han realizado ensayos en invernaderos de cultivo de cebolla, encontrándose que la utilización del trapeo masivo (con feromona sexual) redujo la densidad de larvas de *S. exigua* nueve veces en relación al testigo; también la utilización de trampas de feromonas sexuales (Fotos 6 y 7) y de luz ejercieron un control efectivo de esta especie plaga en invernaderos de poca superficie (TAKAI y WAKAMURA, 1990). La utilización del trapeo masivo, en cultivos al aire libre, con una densidad de cápsulas de feromonas sexuales de 600 a 1.500 por Ha, redujo la densidad de huevos de esta especie plaga, y posterior densidad de larvas, en los cultivos (WAKAMURA *et al.*, 1989, 1990).

■ Otros métodos de lucha

Entre otros métodos de lucha contra esta especie plaga se deben incluir los métodos físicos y agronómicos como son (BELDA, 1991):



Foto 6 - Trampa de feromonas tipo polillero.

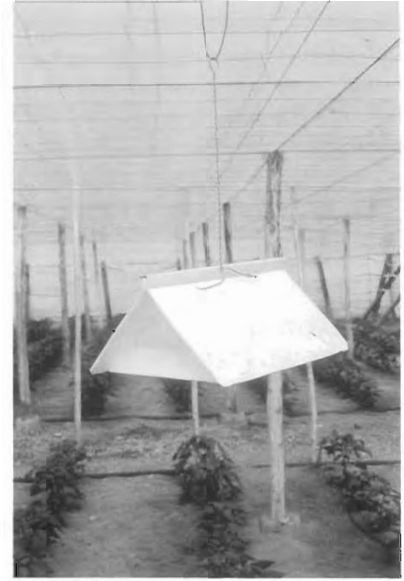


Foto 7 - Trampa de feromonas tipo delta.

- Colocación de mallas en las bandas de los invernaderos, lo que reduce la entrada de adultos.

- Eliminación de malas hierbas dentro y en las proximidades del invernadero.

Igualmente se han realizado estudios experimentales con antialimentarios, con buenos resultados como es el caso de un análogo de la avermectina (TRUMBLE *et al.*, 1987).

LA HELIOTHIS, HELIOTHIS SPP., DEL TOMATE

Helicoverpa armigera (Hübner, 1808)

Sinónimos:

Noctua barbara Fabricius, 1794, 111.

Noctua armigera Hübner [1803- 1808]

Heliothis pulverosa Walker, 1857, 688.

Heliothis univormis Wallengren, 1860, 171.1

Heliothis armigera

Leucania obsoleta

Heliothis peltigera (Denis & Schiffermüller, 1775).

Sinónimos:

Chloridea peltigera Schiff.

Con el nombre de *Heliothis* del tomate u orugas del fruto, del tomate, se denominan a dos especies de Noctuidos: *Heliothis armigera* y *H. peltigera*.

DESCRIPCIÓN

Estas dos especies, *Helicoverpa armigera* y *H. peltigera*, presentan cuatro estados de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto. Las características de dichas especies, según HARDWICK (1965), CAYROL (1972) y GOMEZ de AIZPURUA (1985), se encuentran recogidas en los Cuadros 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 y 2.5.

PLANTAS HOSPEDANTES

Ambas especies son polífagas, habiendo sido citadas sobre numerosas plantas herbáceas, tanto cultivadas, como malas hierbas y plantas espontáneas. De las plantas hospedantes de *H. armigera* y *H. peltigera*, según GREATHEAD y GIRLING (1989), MANJUNATH *et al.* (1989), MEIERROSE *et al.* (1989) y NAPOMPETH (1989), que pueden llegar a 181 especies de 45 familias botánicas como en el caso de la India, citaremos aquéllas que están presentes en nuestro país:

* Plantas hospedantes de *H. armigera*:



Foto 8 - Huevos de *Heliothis* sp.



Foto 9 - Imago de *Heliothis* sp.

HUEVO (Foto 8)

PRESENTACION:	La hembra deposita los huevos de forma aislada.
TAMAÑO DEL HUEVO:	0,477 mm de longitud y 0,528 mm de diámetro
ASPECTO DEL HUEVO:	Subesférico, más corto que ancho
COLOR DEL HUEVO:	Blanco recién puesto, posteriormente amarillento, y finalmente vira a oscuro.

Cuadro 2.1.- Características del estado de huevo de *Heliothis armigera*.

LARVA

TAMAÑO:	• De 30 a 35 mm de longitud en las larvas totalmente desarrolladas.
ASPECTO GENERAL:	• De coloración general amarillenta a verdosa
CABEZA:	• Verde o pardo claro.
CUERPO:	• Cuerpo cilíndrico.
BANDA DORSO- LATERAL:	• Con puntos negros y rojos o naranjas sobre fondo negro. Más gruesos en los segmentos abdominales 1, 2, y 3. Dos puntos dorsales negros por segmento donde nacen setas fuertes.
BANDA LATERAL:	• Blanca por debajo de los estigmas.
PATAS TORACICAS:	• Tres pares de patas.
PATAS ABDOMINALES:	• Cinco pares.

Cuadro 2.2.- Características del estado de larva de *H. armigera*.

PUPA

TAMAÑO:	• Longitud: 22 mm.
COLOR:	• El abdomen y dorso del tórax generalmente caoba- marrón oscuro, menos frecuentemente con tonos marrón pálido; parte dorsal de tórax con un tinte verdoso. Cabeza y apéndices torácicos normalmente más pálidos que el resto, naranja a naranja- marrón, variablemente enfumado con verde- manzana o verde- olivo.
ASPECTO GENERAL:	• Fusiforme, obteta, muy esclerotizada. Presentando una banda de pequeños orificios en la cutícula anterior a los estigmas de los segmentos abdominales 5 a 7. El cremaster está provisto de dos espinas situadas en la parte terminal.

ADULTO (Foto 9)

TAMAÑO:	• Envergadura alar: 35 a 40 mm
COLOR Y ASPECTO GENERAL:	• El macho es de color gris- verdoso, la hembra pardo- anaranjado. Las dos alas anteriores están orladas en su margen posterior, de una línea de 7 a 8 puntos negros y, en su tercio terminal, tienen una banda parda transversal marcada con puntos claros y centro negro. Una zona oscurecida se encuentra sobre el emplazamiento de la mancha orbicular. Las alas posteriores son claras, con el margen amarillento y atravesadas de una amplia zona más oscura. Su base está marcada con una pequeña coma oscura. Las antenas tienen setas finas, no pectinadas en los machos.

Cuadro 2.3.- Características de los estados de pupa y adulto de *H. armigera*.

LARVA

ASPECTO GENERAL:	• Se pueden distinguir tres tipos, por el color: negra, rojiza abigarrada y verde, de 35 mm de longitud.
CUERPO:	• Las larvas tipo verde presentan todo el cuerpo de dicho color, con las estípulas blancuecinas y los estigmas gris- rojizo, o las estípulas negras y estigmas casi negros.
BANDA LATERAL:	• Línea subestigmal blanca, reducida a una fina línea en las larvas de color rojizo.

Cuadro 2.4.- Características de los estados de pupa y adulto de *H. peltigera*.

Aliaceae: *Allium* sp. (cebolla).
Amaranthaceae: *Amarantus* sp.
Caryophyllaceae: *Dianthus caryophyllus* (clavel).
Compositae: *Helianthus annuus* (girasol).
Cruciferae: *Raphanis sativus* (rábano).
Cucurbitaceae: *Cucumis sativus* (pepino), *Cucurbita pepo* (calabaza), *Cucurbita pepo italica* (calabacín).
Geraniaceae: *Pelargonium* sp. (geranio).
Gramineae: *Avena sativa* (avena), *Sorghum vulgare* (sorgo), *Triticum* spp. (trigo), *Zea mays* (maíz), otras especies de gramíneas.
Leguminosae: *Phaseolus vulgaris* (judías), *Cicer arietinum* (garbanzo), *Arachis hypogea* (cacahuete), *Medicago sativae* (alfalfa), *Pisum sativum* (guisante).
Malvaceae: *Gossypium herbaceum* (algodonero).
Rutaceae: *Citrus* spp. (cítricos).

Solanaceae: *Solanum melongena* (berenjena), *Capsicum annuum* (pimiento), *Nicotina tabacum* (tabaco), *Lycopersicon esculentum* (tomate).
Umbelliferae: *Daucus carota* (zanahoria).

* Plantas hospedantes de *H. peltigera*.

Compositae: *Calendula officinalis*, *Carthamus tinctorius* (cártamo), *Chrysanthemum coronarium*, *Inula viscosa*, *Matricaria chamomilla* (manzanilla), *Senecio* sp.
Escrofulariaceae: *Linaria* sp.
Gramineae: *Zea mays* (maíz).
Labiadas: *Lavandula* sp., *Mentha* sp., *Salvia pratensis*.
Leguminosae: *Medicago sativae* (alfalfa), *Ononis* sp.
Solanaceae: *Atropa bella-donna*, *Hyoscyamus niger*, *Lycopersicon esculentum* (tomate).

ADULTO

TAMAÑO:	• Envergadura alar: 35 mm
COLOR Y ASPECTO GENERAL:	• Alas anteriores de color amarillento, teñidas de verde a rojo. Mancha reniforme muy marcada, negra; mancha orbicular como un pequeño punto negro, claviforme y poco distinguible. Presencia de un punto negro muy neto en el ángulo dorsal, detrás de los flecos. Alas posteriores blanco- amarillentas, nervios gris- negro, con presencia de un lunar negruzco, sombra marginal negra.

Cuadro 2.5.- Características de los estados de pupa y adulto de *H. peltigera*.

En invernaderos de Almería, los cultivos atacados por las dos especies son tomate, pimiento y rosal, principalmente.

SINTOMATOLOGÍA

Los síntomas se pueden observar preferentemente sobre las estructuras fructíferas y son consecuencia de la actividad de alimentación de las larvas. Las larvas de primer estadio se alimentan sobre las hojas produciendo ligeros daños sobre las mismas, pero al ser una especie que tiene tendencia a vivir aislada, estos daños pasan desapercibidos y no tienen importancia económica. En los frutos, sobre todo en los de tomate (Foto 10) y menos en los de pimiento, los síntomas son más visibles. En ellos realizan orificios profundos dejando deyecciones y mudas, y pueden llegar a pudrirse por acción de hongos y levaduras.

En algunas ocasiones, si no existen frutos en el cultivo, las larvas de mayor edad se alimentan sobre los tallos o sobre las hojas. En este último caso pueden dar lugar a síntomas parecidos a los de *Spodoptera exigua*, o a los de los Plúsidios.

BIOLOGÍA

Los adultos de *H. armigera* son de hábitos nocturnos, aunque también se les pueden ver de día alimentándose del néctar floral. El acoplamiento y puesta de las hembras se realiza a los 2 a 5 días después de la emergencia de adultos. Los huevos son depositados aisladamente sobre las hojas. Las larvas comienzan alimentándose de las hojas y posteriormente pasan a hacerlo sobre los frutos. Una vez alcanzado su máximo desarrollo, las larvas abandonan los frutos, bajan al suelo, donde construyen un capullo terroso en el que tiene lugar la pupa (BELDA, 1991). En el caso de *H. peltigera*, su biología general es similar a la anteriormente descrita.

En tabaco en India, R_0 (la tasa reproductiva neta) es de 320,60, y r_m (tasa de incremento natural) es de 0,1416 hembras/hembra y día (KOSHIYA y PATEL, 1987). En cultivo de tomate la fecundidad de las hembras es de 497 a 769 huevos (FARID, 1987); muy similar al encontrado en ambiente controlado, donde la fecundidad media de las hembras de esta especie es de 771.2 (CABELLO et al., 1984a), aunque se han citado casos de hembras con una puesta de 4.394 huevos (CAYROL, 1972).

Para la otra especie, *H. peltigera*, los adultos parecen que tienen tendencia a agruparse por lo menos en ciertas épocas del año, presentando una longevidad de 15 a 21 días y una fecundidad de hasta 2000 huevos.

Las duraciones, en condiciones de campo, de sus estados de desarrollo se encuentran recogidas en los Cuadros 2.6 y 2.7.



Foto 10 - Larva y daños de *Heliothis* sp. en tomate.

NOCTUIDOS PLAGA (LEPIDÓPTERA: NOCTUIDAE)
en cultivos hortícolas de invernadero

ESTADO	TEMPERATURA (°C)	DURACIÓN (en días)	REFERENCIA
HUEVO	21- 27	2- 3	REED (1965)
	En campo (tomate)	3- 6	FARID (1987)
LARVA	15	47,3	CAYROL (1972)
	20	20,2	
	25	13,5	
	30	9,5	
	35	9,6	
	21- 27	21,1	REED (1965)
	21	18,6[CABELLO et al.(1984a)
En campo (tomate)		16- 22	FARID (1987)
PUPA	15	190	CAYROL (1972)
		(99% mortal.)	
	20	33	
	25	20	
	30	12	
	35	10	
	21	15,8	CABELLO et al. (1984a)
En campo (tomate)		17- 19	FARID (1987)
ADULTO	21	15,2- 16,0	CABELLO et al. (1984a)
	En campo (tomate)	13- 16	FARID (1987)
	21- 27	10,6- 11,0	REED (1965)

Cuadro 2.6.- Duración de los distintos estados de *H. armigera* según la temperatura.

ESTADADO	TEMPERATURA (°C)	DURACIÓN (en días)	REFERENCIA
HUEVO	En campo (verano)	2,5	CAYROL (1972)
LARVA		24	
PUPA		10	
H+L+P	25	33	

Cuadro 2.7.- Duración de los distintos estados de *H. peltigera* según la temperatura.

ECOLOGÍA

H. armigera es una especie migratoria facultativa (HACKETT y GATEHOUSE, 1982; WARDHAUGH et al., 1980). Por el contrario *H. peltigera* no parece presentar diápausa en ninguno de sus estados y es considerada como una especie migratoria (CAYROL, 1972).

En relación al ciclo evolutivo de *H. armigera*, el desarrollo es ininterrumpido en zonas tropicales; en el Mediterráneo la especie parece presentar de 2 a 4 generaciones anuales; pudiendo tener en este caso diápausa invernal en estado de pupa (CAYROL, 1972).

En el sur de España normalmente se presentan 4 a 5 generaciones, la primera corresponde a los adultos inmigrantes, la segunda es mezcla de los descendientes de los anteriores y los adultos de la población autóctona, que han invernado en la zona, y la tercera proveniente de la generación anterior. Los máximos de vuelos de adultos, según estudios realizados mediante trampas de luz y de feromonas, se producen, el primero en Enero- Febrero, el segundo en Abril- Mayo, el tercero en Junio- Julio, el cuarto en Agosto, y el quinto en Septiembre- Octubre (CABELLO y SALMERON, 1989; CABELLO y VARGAS, 1990).

Este tipo de comportamiento de emigración sur-norte durante la primavera, mezcla de poblaciones durante el verano (autóctonas y emigrantes), y finalmente la emigración norte-sur en otoño, ha sido observada, para esta especie, en distintas áreas (CAYROL, 1972).

H. peltigera, por el contrario, es una especie migratoria. Durante el invierno los insectos están diseminados por el norte de África y Oriente Medio; en la primavera, la población tiende a reagruparse sobre las plantas hospedantes disponibles. En Mayo, una fracción de la población emigra en dirección norte, invadiendo países europeos, mediterráneos, y de las riberas del mar Negro y Caspio. Un segundo movimiento migratorio se muestra en otoño, de forma que las poblaciones tienden a sus bases de partida (CAYROL, 1972).

■ Factores Abióticos

En el Cuadro 2.6 se da la duración de los distintos estados de *H. armigera*. En relación con esta especie se han establecido las siguientes temperaturas umbrales mínimas:

Huevo: 9,4 °C
Larva: 12,3 °C
Pupa: 14,2 °C

requiriéndose, como integral térmica para cada uno de dichos estados, 31,5, 200,8 y 127,6 Grados-día (LI *et al.*, 1987). No obstante otros autores (BUES *et al.*, 1989) han establecido que 10 °C es la temperatura umbral para el desarrollo de la especie.

En Australia se ha detectado la existencia de dos tipos de diapausa en esta especie (WILSON *et al.*, 1979). Igualmente en Europa y zonas Mediterráneas, la temperatura conjuntamente con el fotoperíodo, actuando sobre las larvas de último estadio, prepupas o pupas jóvenes, condicionan la aparición de diapausa en pupas, detectándose también dos tipos de diapausa de pupas, aquellas que necesitan como umbral para la emergencia 15 °C, y otras que requieren de 18 a 21 °C; ello puede explicar las estrategias migratorias-sedentarias de esta especie (BUES *et al.*, 1989).

En relación a los factores agronómicos, se ha encontrado en algodón que el incremento del abonado nitrogenado y el retraso de la fecha de siembra incrementa los daños debidos a *H. armigera* (TANEJA y DHINDWALL, 1982).

Para *H. peltigera* la duración del desarrollo se recoge en el Cuadro 2.7.

■ Hábitats preferenciales

Las hembras de *H. armigera* presentan un máximo de oviposición en cultivos en floración; la presencia de flores en el cultivo, o el riego, hacen muy atractivo al cultivo para la oviposición de la hembra (WARDHAUGH *et al.*, 1980).

En cultivo de tomate en invernadero se ha encontrado que los huevos y larvas de primeros estadios tienen una preferencia por los nudos terminales de la planta, no encontrándose diferencias entre hojas y flores (HOCHBERG, 1987). En este mismo sentido, y por estudios realizados en tomate en invernadero, en otra especie próxima, *H. zea*, se ha encontrado que las larvas de primer estadio colocadas en flores y hojas terminales, permanecían en ellos durante una semana, presentándose una mayor supervivencia en las que se localizaron en las flores (BURKETT *et al.*, 1983). Por el contrario BUES *et al.*, (1988) han encontrado, también en cultivos de tomate en invernadero, que el 80-90 % de los huevos estaban localizados en la planta entre el primer o segundo ramillete parcialmente en flor, y el segundo o tercer ramillete con frutos parcialmente cuajados. Igualmente para *H. zea* en tomate, la oviposición se efectúa sobre los folíolos de las hojas de la zona media de la planta, con preferencia a peciolo o tallos; el mayor porcentaje de larvas se presenta en frutos seguido por hojas (SNODDERLY y LAMBDIN, 1982).

La población larvaria de mayor edad tiende a estar situada en posiciones más bajas de la planta, como se ha demostrado en el caso del algodón (WILSON y WAITES, 1982).

Las larvas *H. peltigera* viven sobre todo en la parte alta de la planta, atacando los botones y órganos fructíferos, con un comportamiento similar a *H. armigera* (CAYROL, 1972).

■ Enemigos Naturales

Los Cuadros 2.8 y 2.9 recogen las especies de parasitoides y niveles de parasitismo de *H. armigera* en cultivos en Andalucía.

En los datos antes reflejados se ve un efecto claro del cultivo sobre el nivel de parasitismo de los mismos enemigos naturales. Este efecto también puede estar asociado con la existencia de diferentes cultivos en una misma área, o la existencia de malas hierbas (ABATE, 1991).

En Portugal, en cultivo de tomate al aire libre, se han encontrado dos parasitoides de huevos: *Trichogramma rhenana* y *Telenomus* spp. y dos parasitoides de larvas: *Hyposoter didymator* y *Apanteles kasak* (MEIERROSE *et al.*, 1985).

NOCTUIDOS PLAGA (LEPIDÓPTERA: NOCTUIDAE)
en cultivos hortícolas de invernadero

ESPECIES DE PARÁSITOIDES	REFERENCIA
<i>Hym. Braconidae</i> <i>Apanteles kazak</i> <i>Apanteles plutella</i> <i>Chelonus inanitus</i> <i>Meteorus pulchricornis</i>	CABELLO (1989)
<i>Hym. Trichogrammatidae</i> <i>Trichogramma cordubensis</i> <i>Trichogramma evanescens</i> <i>Trichogramma pintoi</i> <i>Trichogramma urquijoi</i>	
<i>Hym. Scelionidae</i> <i>Telenomus</i> sp. p. <i>ullyetti</i>	
<i>Hym. Ichneumonidae</i> <i>Hyposoter didymator</i> <i>Sinophorus xanthostomus</i>	

Cuadro 2.8.- Especies de parasitoides de *H. armigera* en cultivos del Sur de España.

ESPECIES DE PARÁSITO	CULTIVO	ESTADO DE LA PLAGA EN EL MUESTREO	PORCENTAJE DE PARÁSITISMO EN CAMPO	
			MEDIO	MÁXIMO
<i>Apanteles kazak</i>	alfalfa	L- 2 a L- 4	1,1	25,0
	algodonero	L- 2 a L- 4	21,8	100,0
<i>Apanteles plutella</i>	alfalfa	L- 2 a L- 4	3,3	50,0
	soja	L- 2 a L- 4	16,7	50,0
<i>Chelonus inanitus</i>	alfalfa	L- 2 (*)	- - -	3,5
<i>Hyposoter didymator</i>	alfalfa	L- 3 a L- 4	3,5	100,0
<i>Meteorus pulchricornis</i>	alfalfa	L- 2 a L- 5	0,7	20,0
<i>Sinophorus xanthosmus</i>	alfalfa	L- 4	0,2	8,3

(*) Especie parásita de huevo- larva.

Cuadro 2.9.- Porcentaje de parasitismo de *H. armigera* según cultivo y estado de la plaga en cultivos del Sur de España (CABELLO, 1989).

■ Planta Hospedante

Las larvas de *H. armigera* cuando son criadas sobre *Capsicum annuum* presentan una mayor mortalidad, mayor tiempo de duración del desarrollo y menor peso de pupa (LI, 1986). Igualmente las larvas son incapaces de sobrevivir alimentándose únicamente sobre hojas de tomate (HMIMINA, 1988). Igualmente este autor pone de manifiesto la importancia de las distintas plantas hospedantes en el Sur de Marruecos en la biología, de forma que la mayor tasa neta de reproducción (R_0) de la especie ocurre en botones florales de algodonero, seguido de frutos de tomate, mazorcas de maíz, hojas de algodonero,

alfalfa y hojas de patata; indicando que la sucesión de cultivos puede ser muy importante para el mantenimiento de varias generaciones de la plaga durante el año.

Este hecho también ha sido puesto de manifiesto para esta especie plaga en Australia, donde la sucesión de cultivos sirve de soporte a las sucesivas generaciones de *H. armigera* (WARDHAUGH *et al.*, 1980).

También la existencia de diferentes cultivos en un mismo área puede dar lugar a que la incidencia de esta plaga se vea incrementada (HALIWAL y SIDHU, 1988).

DAÑOS Y PÉRDIDAS OCASIONALES

En esta especie plaga, su incidencia y los daños producidos están influidos por el momento de siembra del cultivo (PRASAD *et al.*, 1986).

Las larvas de tercer estado o de más edad son las que causan unos mayores niveles de daños en cultivo de tomate, en el caso de *H. zea* (ZALOM *et al.*, 1986).

MEDIDAS DE CONTROL Y UMBRALES DE INTERVENCIÓN

■ Umbrales de intervención

En la India y para cultivos de tomate al aire libre, se ha fijado como umbral económico de daños el 3,48 % de infestación (TEWARI y RAO, 1987). En Rusia para cultivo de algodón, utilizando trampas de feromonas sexuales, se ha establecido como valor de intervención: 30- 40 adultos capturados/trampa en 3 días (GRICHANOV, 1986).

En cultivos de tomate en Francia se ha encontrado una buena correlación entre las capturas de machos en trampas de feromonas con el período de oviposición de la plaga en el cultivo (BUES *et al.*, 1988).

En cultivo de tomate en invernadero, se recomienda que el tratamiento químico se realice contra huevos y larvas jóvenes de *H. armigera*, al ser más efectivo el control de la plaga (HOCHBERG, 1987).

Para *H. zea* y *H. virescens* en tomate en California se han puesto a punto métodos de muestreo secuenciales. Los umbrales de intervención son: 4 ó más huevos (no eclosionados) encontrados en hojas de una muestra de 30 hojas. En frutos, de una muestra de 100, se tratará cuando el número de los dañados es de 6 (FLINT, 1985). En otras zonas de EE.UU., se ha establecido como umbral de intervención 2 huevos/100 hojas muestreadas en el tercio superior de la planta (NILAKHE *et al.*, 1982).

Para cultivo de tomate en invernaderos de Francia, se establece, como método de muestreo de huevos, la observación de 40 unidades de muestreo por Ha (unidad: 2- 3 hojas situadas entre la yema terminal y el primer ramo floral con frutos cuajados X 4 plantas contiguas), siendo el momento de intervención cuando se detecten huevos de *H. armigera* (BUES *et al.*, 1988).

■ Métodos de lucha química

Entre los productos insecticidas que presentan una mayor efectividad contra *H. armigera*, destacan los pire-

troides: deltametrina, cipermetrina, permetrina y fenvalerato, conjuntamente con endosulfan (SHARMA *et al.*, 1986; FARID, 1987; GUNASEKARAN y BALASUBRAMANIAN, 1987). Sin embargo, se han detectado resistencias a estos piretroides en numerosos países, así como a otros insecticidas como carbaril, diazianon y monocrotofos (GUNNING y EASTON, 1987; AHMAD y McCAFFERY, 1988; DALY, 1988; DHINGRA *et al.*, 1988; McCAFFERY *et al.*, 1989).

Para las especies próximas, *Heliothis virescens* y *H. zea*, los insecticidas tiodicarb y metomilo tienen una buena efectividad como ovicidas (BRADLEY y AGNELLO, 1988). E igualmente, mezclas de amitraz con metomilo, fenvalerato y metil- paratión, presentan un buen efecto sinérgico como ovicidas de la primera especie (HOROWITZ *et al.*, 1987).

Otro efecto perjudicial de los insecticidas, diferente a las resistencias antes referidas, es que algunos de ellos pueden dar lugar a una estimulación de la oviposición de las hembras de *Heliothis*, como ocurre con el aldicarb y monocrotofos (KINZER *et al.*, 1977).

■ Métodos de lucha biológica (Fotos 11, 12 y 13)

En la lucha biológica contra esta especie plaga, se han empleado de forma extensiva y a nivel comercial, especies de parasitoides de huevos, pertenecientes al género *Trichogramma*, así como patógenos, *Bacillus* y *Baculovirus*.

Se ha realizado lucha biológica con diferentes especies de *Trichogramma* contra *Heliothis* en varios cultivos, como método de control de *H. zea* en tomate y maíz dulce en EE.UU. (MARTIN *et al.*, 1976; OATMAN *et al.*, 1983; DRIESCHE *et al.*, 1987). Sueltas de *Trichogramma chilonis* contra *Heliothis assulta* en *Capsicum frutescens* en China fue efectivo en controlar la plaga y los costes de tratamiento se redujeron en un 75% (WIE, 1987). También se han realizado sueltas de dicha especie de parasitoide, a 120.000 a 180.000/Ha, contra *H. armigera* en pimiento en China (HOU *et al.*, 1988).

Sueltas de *Trichogramma evanescens* contra *H. armigera* dieron lugar a porcentajes de parasitación del 47- 58 % en tomate (ADASHKEVICH y RASHIDOV, 1986; KOVALENKOV y MESHCHERYAKOVA, 1986). Igualmente, la suelta de *T. chilonis*, *T. pretiosum* y *T. brasiliensis* contra *H. armigera*, a razón de 250.000 parasitoides/Ha y semana, ejerció un buen control en tomate (YADAV *et al.*, 1985; KRISHNAMOORTHY y MANI, 1990).

En nuestro país se ha utilizado, a nivel experimental, la lucha biológica contra *H. armigera* con la especie *T. cordubensis* obteniéndose un buen control de la plaga (CABELLO *et al.*, 1985).



Foto 11 - Parasitoide de huevos de *Heliothis* sp.



Foto 12 - Parasitoide de larvas de noctuidos.



Foto 13 - Parasitoide de huevos de *Heliothis* sp.

En la utilización de la lucha microbiológica en tomate, en Indonesia, la mezcla de *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* con acefato, fué el tratamiento más efectivo (DIBYANTORO y SISWOJO, 1988). Igualmente en tomate se consiguieron buenos efectos con esta subespecie de *B. thuringiensis*, así como con el virus *Baculovirus heliothis* (LUTWAMA y MATANMI, 1988).

■ Métodos hormonales y feromonales

De los insecticidas biorracionales y biológicos ensayados, se ha encontrado que el difluobenzuron presentó una buena efectividad contra *H. armigera*, mejor que los tratamientos con insecticidas convencionales (SINHA y NEHROTRA, 1988). No obstante, en otros casos la efectividad ha sido peor que éstos (GUNASEKARAN y BALASUBRAMANIAN, 1987).

La utilización de trampas de feromonas sexuales en relación a las especies de *Heliothis* como plagas de los cultivos ha sido muy extensa en varias partes de mundo. Se han aplicado fundamentalmente para detección de la presencia de la plaga, estimación de poblaciones y predicción de plagas (LOPEZ *et al.*, 1990; IZQUIERDO *et al.*, 1991).

■ Otros métodos de lucha

Dentro de otros métodos debemos citar los físicos que son los indicados para el caso de *S. exigua*.

Por otra parte los métodos agronómicos pueden ser efectivos al reducir los ataques de la plaga, así en policultivos de tomate y habas, la incidencia de *Heliothis* spp. en Nicaragua se vió reducida (ROSSET *et al.*, 1987); igualmente la asociación de parcelas de maíz y tomate redujo la incidencia de *H. zea* en este último cultivo (ROLTSCH y MAYSE, 1984); por otra parte, la utilización de plantas trampa, rodeando a la parcela de cultivo, reduce la incidencia de la plaga (ABATE, 1988).

En los métodos genéticos, se han encontrado resistencias en tomate de las variedades Parker, Bonus y VFN- 8 (niveles de infestación del 1- 2,5%), mientras que Super Marmand, Bonset híbrido F₁ y No. 502 VFN híbrido F₁ fueron altamente susceptibles (LAL, 1985). Igualmente la variedad 76W PI134417 fue resistente, la resistencia es debida a la existencia de tricomas glandulares en las hojas (A.V.R.D.C., 1987). En Irán, las variedades de tomate: Red Claude y Urbana fueron menos atacadas por esta especie plaga (FARID, 1987).

PLÚSIDOS

Dentro de los plúsidos, las especies que más frecuentemente causan daños en cultivos protegidos de nuestra área son:

- *Autographa gamma* (Linnaeus, 1758) , y
- *Chrysodeixis chalcites* (Esper, 1789)

Aunque se han detectado en la zona *Trichoplusia ni* Hübner, [1803] y *T. daubei* (Boisduval, 1840), sin que se conozca actualmente su importancia económica.

DESCRIPCIÓN

En los cuadros 3.1, 3.2, 3.4 y 3.5 se recogen las características morfológicas generales de *A. gamma* y *Ch. chalcites* según CAYROL (1972); NAZMI *et al.* (1981) y GÓMEZ de AIZPIRUA (1985).

PLANTAS HOSPEDANTES

Ambas especies de plúsidos son polípagas y según (GÓMEZ de AIZPIRUA, 1985; CABELLO, 1986, 1988; HILL, 1987) las plantas hospedantes son:

- Para *A. gamma*: alfalfa, cebolla, chrysantemos, coles, habas, judías, lechuga, lino, patata, remolacha, tabaco.

- Para *Ch. chalcites*: algodónero, alfalfa, coles, girasol, geranios, maíz, nabos, patata, plátanos, soja, tabaco y tomate.

En cultivos hortícolas de Almería estas dos especies plagas han sido encontradas en: col china, judía, pepino, pimiento y tomate.

LARVA (Foto 14)

TAMANO:	• De 35 a 40 mm de longitud en las larvas totalmente desarrolladas.
ASPECTO GENERAL:	• De coloración general verde.
CABEZA:	• Verde a veces con un trazo negro. Pequeña afilada
CUERPO:	• Cuerpo afilado, engrosado hacia el final y acabado bruscamente.
BANDA DORSO- LATERAL:	• Blancas.
BANDA LATERAL:	• Blanca.
PATAS TORACICAS:	• Tres pares de patas.
PATAS ABDOMINALES:	• Tres pares.

Cuadro 3.1.- Características del estado de larva de *A. gamma*.

NOCTUIDOS PLAGA (LEPIDÓPTERA: NOCTUIDAE)
en cultivos hortícolas de invernadero

ADULTO

TAMAÑO:	• Envergadura alar: 40 a 45 mm
COLOR Y ASPECTO GENERAL:	<ul style="list-style-type: none"> • Aspecto general: dorsalmente gris púrpura, ventralmente más pálido. • Cabeza: marrón grisácea; antena filiforme y marrón. • Tórax: dorsalmente cubierto de escamas marrón grisáceo, más claro ventralmente; alas gnades, dorsalmente con un zona media gris púrpura y marcadas con dos manchas en forma de gamma. • Abdomen: marrón grisáceo, ventralmente más pálido.

Cuadro 3.2.- Características del adulto de *A. gamma*.

LARVA

TAMAÑO:	• De 35 a 40 mm de longitud en las larvas totalmente desarrolladas.
ASPECTO GENERAL:	• De coloración general verde.
CABEZA:	• Pequeña y afilada, de color verde con un trazo negro.
CUERPO:	• Cuerpo afilado, engrosado hacia el final.
BANDA DORSO- LATERAL:	• Finas y blancas.
BANDA LATERAL:	• Blanca.
PATAS TORACICAS:	• Tres pares de patas.
PATAS ABDOMINALES:	• Tres pares.

Cuadro 3.3.- Características del estado de larva de *Ch. chalcites*.

ADULTO

TAMAÑO:	• Envergadura alar: 40 a 45 mm (Foto 15).
COLOR Y ASPECTO GENERAL:	<ul style="list-style-type: none"> • Aspecto general: coloración general marrón con manchas púrpura. • Cabeza: ocre ; antena filiforme y marrón. • Tórax: dorsalmente cubierto de escamas de color ocre; alas anteriores de color marrón terroso con dos manchas oblicuas de color plata. • Abdomen: dorsalmente de color marrón pálido, más claro ventralmente.

Cuadro 3.4.- Características del adulto de *Ch. chalcites*.



Foto 14 - Larva de plúcido.



Foto 15 - Imago de *Chrysodeixis chalcites*.

ESTADO	TEMPERATURA (°C)	DURACIÓN (en días)	REFERENCIA
HUEVO	12	18	CAYROL (1972)
	14	11	
	19	5	
	26,5	3	
LARVA	10	110	
	14	45	
	19	20	
	24	12	
	30	10	
PUPA	8	100	
	10	54	
	14	26	
	20	11	
	24	7	
	30	5	
ADULTO	variable	10- 30	

Cuadro 3.5.- Duración de los distintos estados de *A. gamma* según la temperatura.



Foto 16 - Pupa de plúcido en hoja de tomate.

SINTOMATOLOGÍA

Según BELDA (1991) los síntomas que producen ambas especies de plúcidos, en cultivos en invernaderos de nuestra zona son similares. En los primeros estadios de larvas los daños son inapreciables, manifestándose como pequeños agujeros sobre las hojas. Con el desarrollo de las larvas se incrementa su actividad alimenticia, defoliando la planta a gran velocidad, devorando las hojas enteras, nervios y, a veces, tallos. En tomate se pueden apreciar comeduras en frutos.

BIOLOGÍA

Las hembras adultas de ambas especies presentan unas biología similares. En el caso de *A. gamma*, los adultos alcanzan su madurez sexual a los 4- 8 días después de la emergencia. Las hembras ovipositan sobre el vegetal, normalmente en las hojas. Las larvas durante sus primeros estadios presentan un comportamiento nocturno. Cuando alcanzan su máximo desarrollo las larvas tejen un capullo sedoso sobre el vegetal, donde tiene lugar la pupación (BELDA, 1991) (Foto 16).

ECOLOGÍA

A. gamma es una especie migratoria, para *Ch. chalcites* no está estudiada si es migratoria o sedentaria.

Para la primera especie, y debido a sus largas migraciones y movimientos de población, es difícil establecer su ciclo evolutivo. Las poblaciones están presentes en el Norte de África y Egipto en Febrero, a partir de Mayo a mitad de Agosto los adultos emigran hacia el Norte. Posteriormente, al final del verano y otoño, los descendientes de las poblaciones europeas emigran de retorno hacia el Sur (CAYROL, 1972).

En Andalucía, las capturas de adultos de *A. gamma* en trampa de luz se presentan durante los meses de Febrero a Agosto, con máximos en Marzo, Abril, Mayo y Julio (CABELLO, 1988). En Egipto, el máximo de capturas de *A. gamma* se produce durante el mes de Abril (ETMAN, 1989).

En el Norte de África, los estados de la otra especie, *Ch. chalcites*, pueden ser observados durante todo el año. En cambio en Francia el número de generaciones es de tres al año, entre los meses de Mayo- Junio a Octubre (CAYROL, 1972). En Andalucía las capturas de adultos, en trampa de luz, se presentan en los meses Marzo y Octubre (CABELLO, 1988).

■ Factores Abióticos

En el Cuadro 3.5 se dan los valores de los distintos estados de desarrollo de *A. gamma* según la temperatura. Para *Ch. chalcites*, la duración del desarrollo embrionario es de 5 a 25 días (20 °C), el de larva es de 44 a 54 días (20 °C) y el de pupa es de 15 a 25 días, a la misma temperatura. La fecundidad de hembras es de aproximadamente 500 huevos (CAYROL, 1972).

■ Hábitats preferenciales

Las hembras de *A. gamma* en invernaderos tienen una tendencia a ovipositar sólo sobre el haz o el envés de las hojas, localizándolos de forma aislada al azar dentro de las mismas, pero siempre a más de 5 cms. del suelo (BURGESS y JARRETT, 1976). Sin embargo, con la otra especie de plúcido, *T. ni*, en tomate, se ha encontrado que las hembras tienen una preferencia por ovipositar en el envés de hojas situadas en la mitad terminal de las ramas de la planta, ZALOM *et al.* (1983).

■ Enemigos naturales

No se conocen los enemigos naturales de *A. gamma* y *Ch. chalcites* en cultivos en invernaderos de nuestra zona. Los únicos estudios disponibles, en nuestro país, son los de

CABELLO (1989) en cultivos al aire libre de Andalucía. En ellos las especies de parasitoides encontradas han sido:

- Para *A. gamma*:

- * Hym.: Encyrtidae
 - *Litomastix truncatellum*

- * Hym.: Braconidae
 - *Apanteles plutella*

- Para *Ch. chalcites*:

- * Hym.: Braconidae
 - *A. plutella*
 - *Meteorus pulchricornis*

Los niveles de parasitación en dichos cultivos fue del 11 al 17 % para la primera especie, y del 20 al 25 % para la segunda (CABELLO, 1989).

DAÑOS Y PÉRDIDAS OCASIONADAS

Los daños son originados por las larvas más desarrolladas que devoran las hojas, lo cual puede ser particularmente grave en plantas en sus primeros estados de desarrollo. Igualmente pueden atacar, como en tomate, los frutos (BELDA, 1991).

MEDIDAS DE CONTROL Y UMBRALES DE INTERVENCIÓN

■ Umbrales de intervención

No se han establecido umbrales de intervención o niveles de daños, para estas especies plagas, en los cultivos normalmente sembrados en invernaderos de la zona.

■ Métodos de lucha química

Los plaguicidas químicos presentan una buena acción sobre estas dos especies plagas. Las materias activas son las anteriormente indicadas para *S. exigua*.

■ Métodos de lucha biológica

Para *A. gamma* en cultivos en invernaderos del Reino Unido, la aplicación de *Bacillus thuringiensis* al comienzo de la infestación puede controlar la plaga y evitar una posterior segunda generación (BURGES y JARRET, 1976). Esto en los cultivos protegidos de nues-

tra zona no sería tan efectivo debido a la continua entrada de los adultos de la plaga.

En la otra especie plaga, *Ch. chalcites*, la utilización de *B. thringiensis* está también recomendada (HUSSEY y SCOPES, 1985).

■ Métodos hormonales y feromonales

Para ambas especies están recomendados, por su buena efectividad, los inhibidores de la formación de la quitina (HUSSEY y SCOPES, 1985), como se mencionaron anteriormente para *S. exigua*.

En relación a las feromonas sexuales, su utilización en trampas colocadas dentro del invernadero es un buena manera de detectar las primeras infestaciones de estas dos especies plagas y en función de ello disponer los tratamientos.

▮ Otros métodos de lucha

Se recomiendan los ya anteriormente mencionados para el caso de *S. exigua*.

COMENTARIO FINAL

En cultivos hortícolas de nuestra área, la incidencia de plagas de noctuidos es cada día más importante y grave. Aunque sus daños, por ahora, en la

mayoría de los casos, no pueden compararse a otras especies plaga. La incidencia es, sin embargo, cada vez más grave en especies como *S. exigua* en cultivos protegidos y *H. armigera* en cultivos al aire libre. La importancia de otras especies de noctuidos plaga es menor o puede ser controlada de forma química fácilmente.

En dichas especies plaga su importancia económica viene fuertemente marcada por sus comportamientos migratorios, que hacen coincidir sus fenologías con las de los cultivos de nuestra zona. El estudio de este aspecto es fundamental, relativamente poco costoso de realizar y aún no ha sido llevado a cabo. Además dichos estudios pueden permitir el establecimiento de posibles técnicas de predicción de estas especies plagas en nuestra área.

Otro factor que últimamente ha agravado el problema de noctuidos plagas en nuestros cultivos, sobre todo en el caso de *S. exigua*, es la aparición de resistencias a plaguicidas. Por ello, y ante la presencia en el mercado de reguladores de crecimiento y entomopatógenos, bastante efectivos en otras condiciones de cultivo, se debe iniciar su estudio en nuestras condiciones para su posible uso como método alternativo dentro de la lucha integrada en cultivos protegidos.

Para finalizar este apartado, y en relación con la Lucha Integrada, es una necesidad, también importante, el establecimiento de umbrales de intervención contra noctuidos plagas en cultivos protegidos.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

En este apartado se incluye, además de la bibliografía anteriormente citada, una selección de trabajos de interés sobre las especies plagas tratadas.

- ABATE, T., 1991. Intercropping and weeding: effects on some natural enemies of African bollworm, *Heliothis armigera* (Hbn.)(Lep., Noctuidae), in bean fields. **J. Appl. Ent.** **112**: 38- 42.
- ADASHKEVICH, B.P.; RASHIDOV, M.I., 1986. [Biological control of the cotton bollworm on vegetable crops]. **Zashchita Rastenii** **6**: 51- 52.
- AHMAD, M.; McCAFFERY, A.R., 1988. Resistance to insecticides in a Thailand strain of *Heliothis armigera* (Hübner) (Lepidoptera:Noctuidae). **J. Econ. Entomol.** **81**: 45- 48.
- AL- FARZIRY, A.A., 1986. Natural microsporidian infection in laboratory colonies of *Spodoptera* spp. **Insect Science and this Application** **7**: 701- 705.
- ALI, A.; LUTTRELL, R.G.; PITRE, H.N.; DAVIS, F.M., 1989. Distribution of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) egg masses on cotton. **Environ. Entomol.** **18**: 881- 885.
- ALTIERI, M.A.; ANNAMALAI, S.; KATIYAR, K.P.; FLATH, R.A., 1982.Effects of plants extracts on the rates of parasitization of *Anagasta kuehniella* (Lepid.: Pyralidae) eggs by *Trichogramma pretiosum* (Hym.: Trichogrammatidae) under greenhouse conditions. **Entomophaga** **27**: 431- 438.
- ALVARADO- RODRIGUEZ, B., 1987. Parasites and diseases associated with larvae of beet armyworm *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae), infesting processing tomatoes in Sinaloa, México. **Florida Entomologist** **70**: 444- 449.
- AL- ZUBAIDI, F.A.; CAPINERA, J.L., 1984. Utilization of food and nitrogen by the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner)(Lepidoptera: Noctuidae), in relation to food type and dietary nitrogen levels. **Environ. Entomol.** **13**:1604- 1608.
- AL- ZUBAIDI, F.; CAPINERA, J., 1986. The effects of different types of food on the biology of beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hubn.) (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Biological Sciences Research** **17**: 153- 160.
- A.V.R.D.C. (1987). Screening hairy tomatoes for resistance to tomato fruitworm. **EN: Progress report, 1985**. Asian Vegetable Research and Development Center. Shanhua, Taiwan: 109- 110.
- BAKI, A.; ALI, M.H.; AL- GEBURY, A.R., 1987. [Biological and ecological studies of beet armyworm *Spodoptera exigua* (Hub.) (Lepidoptera: Noctuidae)]. **Mesopotamia Journal of Agriculture** **19**: 101- 110.(en árabe con resumen en inglés)
- BAR, D.; GERLING, D.; ROSSLER, Y., 1979. Bionomics of the principal natural enemies attacking *Heliothis armigera* in cotton fields in Israel. **Environ. Entomol.** **8**: 468- 474.
- BATTU, G.S., 1986. Nuclear polyhdrosis virus infection of lucerne caterpillar, *Laphygma exigua* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Research, Punjab Agricultural University** **23**: 455- 457.
- BELDA, J., 1991. Lepidópteros. **EN: GARIJO ALBA, C. et al.(Eds.). Plagas del tomate. Bases para el control integrado**. Dir. Gral. de Sanidad de la Producción Agraria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid: 194 pp.
- BELDA, J.E.; GUERRERO, L., 1992. Evaluation of some insecticides against beet armyworm (*Spodoptera exigua*). **Tests of Agrochemicals and cultivars (Supl. of Ann. Appl. Biol.)**.(En prensa).
- BERG, H. van den; WAAGE, J.K.; COCK, M.J.W., 1988. **Natural enemies of *Helicoverpa armigerain* Africa- A review**. C.A.B. International Institute of Biological Control. London: 81 pp.
- BILAPATE, G.G.; RAODEO, A.K.; PAWAR, V.M., 1979. Population dynamics of *Heliothis armigera* Hubner on sorghum, pigeonpea and chickpea in Marathwada. **Indian J. Agric. Sci.** **49**: 560- 566.
- BOS, J. van den, 1983. Experiences with pheromonal trapping of lepidoptera in greenhouses. **Bull. SROP** **6(3)**: 196- 202.
- BRADLEY, J.R.; AGNELLO, A.M., 1988. Comparative persistence to the ovicidal activiyt of thiodicarb, chlordimeform and methomyl against *Heliothis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae). **J. Econ. Entomol.** **81**: 705- 708.
- BROWN, E.S.; DEWHURST, C.F., 1975. The genus *Spodoptera* (Lepidoptera, Noctuidae) in Africa and the Near East. **Bull. ent. Res.** **65**: 221- 262.

- BUES, R.; HMIMINA, M.; POITOUT, S.; GABARRA, R., 1989. Différents états de diapause nymphale et stratégie d'hivernation de *Heliothis armigera* Hübn. (Lep., Noctuidae). **J. Appl. Ent.** **107**: 376- 386.
- BUES, R.; POITOUT, H.S.; TOUBON, J.F. Utilisation dans le cadre d'une lutte raisonnée des phéromones sexuelles de quatre espèces de Lépidoptères Noctuidae (*Mamestra brassicae* L., *Scotia segetum* Schiff., *Scotia ipsilon* Hfn., *Heliothis armigera* Hbn.). **Colloques de l'INRA** **46**: 139- 156.
- BUES, R.; TOUBON, J.F.; POITOUT, H.S.; BOUJH-NON, L., 1988. Dynamique des populations et lutte microbiologique contre la noctuelle de la tomate (*H. armigera*) sous serres dans le sud de la France. **P.H.M. Revue Horticole** **285**: 43- 48.
- BURGESS, H.D.; JARRETT, P., 1976. Adult behaviour and oviposition of five noctuid and tortricid moth pests and their control in glasshouses. **Bull. ent. Res.**, **66**: 501- 510.
- BURKETT, G.R.; SCHNEIDER, J.C.; DAVIS, F.M., 1983. Behavior of the tomato fruitworm, *Heliothis zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae), on tomato. **Environ. Entomol.** **12**: 905- 910.
- CABALLERO, P.; VARGAS- OSUNA E.; ALDEBIS, H.K.; SANTIAGO- ALVAREZ, C., 1990. Parásitos asociados a poblaciones naturales de *Spodoptera littoralis* Boisduval y *S. exigua* Hb. (Lepidoptera: Noctuidae). **Bol. San. Veg. Plagas** **16**:91- 96.
- CABELLO, T., 1986a. Especies de *Trichogramma* (Hym.: Trichogrammatidae) parásitas de *Heliothis armigera* Hübn. (Lep.: Noctuidae) en Andalucía. **Bol. San. Veg. Plagas** **12**: 323- 333.
- CABELLO, T., 1986b. Plagas de Lepidópteros en cultivos del Valle del Guadalquivir. **Actas de las VIII Jornadas Asoc. Esp. Entomol.**: 839- 848.
- CABELLO, T., 1988a. Influencia de la temperatura y del fotoperiodo en la biología de *Trichoplusia orichalcea* F. (Lep.: Noctuidae). **Bol. San. Veg. Plagas** **14**: 241- 247.
- CABELLO, T., 1988b. Estudio sobre la biología de *Trichoplusia orichalcea* F. (Lep.: Noctuidae) en condiciones controladas. **Actas III Congreso Ibérico de Entomología**: 473- 478.
- CABELLO, T., 1988c. Especies de Noctuidos (Lep.: Noctuidae) de interés agrícola en la Vega de Granada y su fenología. **Proc. III Congr. Ibérico de Entomología**: 925- 936.
- CABELLO, T., 1989. Natural enemies of noctuid pests (Lep., Noctuidae) on alfalfa, corn, cotton and soybean crops in southern Spain. **J. Appl. Ent.** **108**: 80- 88.
- CABELLO, T., 1990. Damage levels by cutworms (*Agrotis ipsilon*) on corn and tobacco in southern Spain. **Bulletin OILB/SROP** **13**: 88- 92.
- CABELLO, T., 1990. Insectos plaga (Dípteros, Homópteros y Lepidópteros) en cultivos en invernaderos. **Documento de Trabajo del I Curso Internacional sobre cultivos protegidos en zonas de clima árido y subárido**. Dir.Gral. de Investigación y Extensión Agraria. Junta de Andalucía. Almería: 7 pp.
- CABELLO, T.; HERNANDEZ, M.D., 1988. Actividad de alimentación de las larvas de *Agrotis segetum* (Dennis y Schiffermüller) y *A. ipsilon* (Hufnagel) (Lep.: Noctuidae) y niveles de daños en maíz. **Bol. San. Veg. Plagas** **14**: 295- 305.
- CABELLO, T.; SALMERON, T., 1989. Estudios mediante trampas de feromonas sexuales y de luz de las fenologías de tres especies de noctuidos plagas (Lep.: Noctuidae) en el Sureste de España. **Bol. San. Veg. Plagas**, **15**: 225- 232.
- CABELLO, T.; VARGAS, P., 1990. Phenology of *Agrotis segetum*, *A. ipsilon* and *Heliothis armigera* (Lep.: Noctuidae) in southern Spain. **Bulletin OILB/SROP**, **13**: 6- 13.
- CABELLO, T.; BELDA, J.; JUSTICIA, L.; PASCUAL, F., 1992. Distribución dentro de la planta de *Spodoptera exigua* (Lep., Noctuidae) en cultivo de pimiento. **Bol. Soc. Port. Entomol.** (En prensa).
- CABELLO, T.; RODRIGUEZ, H.; VARGAS, P., 1984a. Utilización de una dieta artificial simple en la cría de *Heliothis armigera* Hübn., *Spodoptera littoralis* (Boisd.) y *Trigonophora meticulosa* Hübn. (Lep.: Noctuidae). **Anales INIA, Sr. Agr.** **27**: 101- 107.
- CABELLO, T.; RODRIGUEZ, H.; VARGAS, P., 1984b. Development, longevity and fecundity of *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lep., Noctuidae) reared on eight artificial diets. **Z. ang. Ent.** **97**: 494- 499.
- CABELLO, T.; RODRIGUEZ, H.; VARGAS, P.; 1985. Control de *Heliothis armigera* en algodón con sueltas de dos especies autóctonas de *Trichogramma* (Hym.: Trichogrammatidae). **Bolm. Soc. port. Ent., supl. 1 (1)**: 129- 138.

- CABELLO, T.; SAEZ, E.; GOMEZ, V.; ABAD, M.M.; BELDA, J.E., 1990. Problemática fitosanitaria en cultivos hortícolas intensivos de Almería. **Agrícola Vergel** **104**: 640- 647.
- CAYROL, R.A., 1972. Famille des Noctuidae. EN: BALACHOWSKY, A.S.(Ed.) **Entomologie appliquée a l'agriculture. Lépidoptères**. Tome II. Volume 2. Masson et Cie. Paris: 1255- 1520.
- CAYROL, R.A., POITOUT, S.; ANGLADE, P., 1974. Etude comparée des caractères biologiques respectifs de quelques espèces de Noctuidae plurivoltines migrantes et sédentaires. **Ann.Zool. - Ecol. anim.** **6**: 1- 10.
- CHAUFaux, J.; FERRON, P., 1986. Sensibilité différente de deux populations de *Spodoptera exigua* Hüb. (Lépid., Noctuidae) aux baculovirus et aux pyréthrinoïdes de syntèse. **Agronomie** **6**: 99- 104.
- CHENG, E.Y.; LU, W.T.; LIN, W.G.; LIN, D.F.; TSAI, T.C., 1988. Effective control of beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner), on green onion by the ovicidal action of bifenthrin. **Journal of Agricultural Research of China** **37**: 320- 327.
- CLAVIJO, S., 1984. Efectos de la fertilización con nitrógeno y de diferentes niveles de infestación por *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) sobre los rendimientos del maíz. **Revista de la Facultad de Agronomía (Maracay)** **13**: 73- 78.
- DALY, J.C., 1988. Insecticides resistance in *Heliothis armigera* in Australia. **Pesticide Science** **23**: 165- 176.
- DHALIWAL, J.S.; SIDHU, D.S., 1988. Effect of adjoining host crops, date of last cut and natural enemies on *Heliothis armigera* infesting seed crops of Egyptian clover (*Trifolium alexandrinum*). **Indian Journal of Agricultural Science** **58**: 832- 836.
- DHINGRA, S.; PHOKELA, A.; MEHROTRA, K.N., 1988. Cypermethrin resistance in the populations of *Heliothis armigera* Hübner. **National Academy of Sciences, India, Science Letters** **11**: 123- 125.
- DIBYANTORO, A.L.H.; SISWOJO, S., 1988. Approach to integrated control of some vegetable insect pests by using microbial insecticides *Bacillus thuringiensis* Berl. **Buletin Penelitian Hortikultura** **16**: 67- 72.
- DITTRICH, V., 1987. Resistance and hormoligosis as driving forces behind pest outbreaks. EN: **Rational pesticide use. Proc. 9th Long Ashton Symp.** Cambridge University Press: 168- 181.
- DOMINGUEZ GARCIA- TEJERO, F., 1989. **Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas**. 8º Edición. Ediciones Mundi- Prensa. Madrid: 821 pp.
- DRIESCHE, R.G. van; FERRO, D.N.; HOLLINGSWORTH, C., 1987. Potential for increased use of biological control agents against vegetables pests. **Research Bulletin, Massachusetts Agricultural Experiment Station** **718**: 45- 74.
- EICHLIN, T.D., 1975. Guide to the adult and larval Plusiinae of California (Lepidoptera: Noctuidae). **Occasional Papers in Entomology** **21**:1- 73.
- EL- REFAI, S.A.; DEGHEELE, D., 1988. Development time of the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) and the tobacco budworm, *Heliothis virescens* (F.) (Lepidoptera, Noctuidae) in function of temperature. **Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent** **53**: 302- 210.
- ETMAN, A.A.M., 1989. On some factors influencing the population dynamics of *Spodoptera littoralis* (Boisd.), *Sp. exigua* (Hbn.), *Syngrapha circumflexa* (L.), *Autographa gamma* L., and *Heliothis armigera* (Hbn.) (Lep., Noctuidae) in Egypt. **J. Appl. Ent.** **108**: 182- 190.
- FARID, A., 1987. [Some bio- ecological features for *Heliothis armigera* Hb. on tomatoes in Djiroff]. **Entomologie et Phytopathologie Appliquées** **54**: 5- 6. (en iraquí con resumen en inglés)
- FLINT, M.L.(Dir.), 1985. **Integrated pest management for tomatoes**. Division of Agriculture and Natural Resources. University of California. Publ. no. 3274. Oakland: 105 pp.
- FRENCH, R.A., 1969. Migration of *Laphygma exigua* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) to the British isles in relation to large- scale weather systems. **J. Anim. Ecol.** **38**: 199- 210.
- FYE, R.E., 1979. **Insect diapause: field and insectary studies of six lepidopterous species**. U.S. Department of Agriculture. Agricultural Research Results. ARR- W- 7. Oakland: 51 pp.
- GELERENTER, W.E.; TOSCANO, N.C.; KIDO, K.; FEDERICI, B.A., 1986. Comparison of a nuclear polyhedrosis virus and chemical insecticides for control of the beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) on head lettuce. **Journal of Economic Entomology** **79**: 714- 717.

- GERLING, D.; ROTARY, N., 1973. Hypersensitivity, resulting from host- unsuitability, as exemplified by two parasite species attacking *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). **Entomophaga** **18**: 391- 396.
- GOMEZ BUSTILLO, M.R.; ARROYO VARELA, M., 1981. **Catálogo sistemático de los Lepidópteros Ibéricos**. Ministerio de Agricultura y Pesca. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Madrid: 499 pp.
- GOMEZ BUSTILLO, M.R.; ARROYO VARELA, M.; YELA GARCIA, J.L., 1979. **Mariposas de la Península Ibérica. Heteroceros III**. M.A.P.A.- I.C.O.N.A. Madrid: 263 pp.
- GOMEZ de AIZPURUA, C., 1985. Biología y morfología de las orugas. Lepidoptera. Tomo I. Noctuidae-Dilobidae. **Bol. San. Veg., fuera de serie** **5**: 227 pp.
- GREATHEAD, D.J.; GIRLING, D.J., 1989. Distribution and economic importance of *Heliothis* and of their natural enemies and host planta in southern and eastern Africa. **EN**:
- KING, E.G.; JACKSON, R. (Eds.). Proceeding of the Workshop on Biological Control of *Heliothis*: Increasing the Effectiveness of Natural Enemies. 11- 15 Nov. 1985, New Delhi, India. Far Eastern Regional Research Office, U.S. Department of Agriculture, New Delhi, India: 329- 345.
- GRISWOLD, M.J.; TRUMBLE, J.T., 1985a. Responses of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae to light. **Environ. Entomol.** **14**: 650- 653.
- GRICHANOV, I. YA., 1986. [Evaluation of numbers of the cotton bollworm usign pheromones]. **Zashchita Rastenii** **12**: 42- 43. (en ruso)
- GRISWOLD, M.J.; TRUMBLE, J.T., 1985b. Consumption and utilization of celery, *Apium graveolens*, by the beet armyworm *Spodoptera exigua*. **Entomol. exp. appl.** **38**: 73- 79.
- GUNASEKARAN, K.; BALASUBRAMANIAN, D.M., 1987. Field efficacy of diflubenzuron against *Heliothis armigera* Hb. in chickpea. **Madras Agricultural Journal** **74**: 52- 53.
- GUNNING, R.V.; EASTON, C.S., 1987. Inheritance of resistance to fenvalerate in *Heliothis armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of the Australian Entomological Society** **26**: 249- 250.
- HACKETT, D.S.; GATEHOUSE, A.G., 1982. Studies on the biology of *Heliothis* spp. in Sudan. **Proc. International Workshop on Heliothis management**. Patancheru: 29- 38.
- HARDWICK, D.F., 1965. The corn earworm complex. **Memoirs of the Entomological Society of Canada** **40**: 1- 247.
- HENDRICKS, D.E., 1989. Development of an electronic system for detecting *Heliothis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) and transferring incident information from the field to a computer. **J. Econ. Entomol.** **82**: 675- 684.
- HILL, D.S., 1987. **Agricultural insect pests of temperate regions and their control**. Cambridge University Press. Cambridge.: 659 pp.
- HILL, M.G.; CAMERON, P.J.; DUGDALE, J.S.; ALLAN, D.J.; WALKER, G.P., 1987. Biology of *Thysanoplusia orichalcea* (Lepidoptera: Noctuidae) in New Zealand. **New Sealand Entomologist** **10**: 44- 50.
- HMIMINA, M., 1988. Potentiel biotique de *Helithis armigera* Hb. (Lep., Noctuidae): Influence du substrat alimentaire et incidence sur l'occupation des cultures. **J. Appl. Ent.** **106**: 241- 251.
- HOCHBERG, M.E., 1987. The within- plant distribution and feeding behaviour of *Heliothis armigera* Hübner (Lep., Noctuidae) on greenhouse tomatoes. **J. Appl. Entomol.** **104**: 256- 261.
- HOGG, D.B.; GUTIERREZ, A.P., 1980. A model of the flight phenology of the beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in Central California. **Hilgardia** **48**: 1- 36.
- HONOWITZ, A.R.; TOSCANO, N.C.; YOUNGMAN, R.R.; MILLER, T.A., 1987. Synergistic activity of binary mixtures of mixtures of insecticides on tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) eggs. **J. Econ. Entomol.** **80**: 333- 337.
- HUO, S.T.; WEI, Z.G.; JI, W.; ZHANG, Y., 1988. Studies on the strains of *Trichogramma chilonis* Ishii in the middle arêa of Shaanxi Province. **Colloques de l'INRA** **43**: 45- 55.
- HUSSEY, N.W.; SCOPES, N. (Eds.), 1985. **Biological pest control: The glasshouse experience**. Cornell Univ. Press. Ithaca: 240 pp.
- IGNOFFO, C.M., 1981. The fungus *Nomuraea rileyi* as a microbial insecticide. **EN**: BURGESS, H.D. (Ed.). **Microbial control of pests and plant diseases**. Cademic Press. New York: 1970- 1980.
- IZQUIERDO, J.I.; BELLAVISTA, J.; SORRIBAS, X., 1991. Nivel de especificidad de *Heliothis* (= *Helicoverpa*) *armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) en el litoral barcelonés. **Bol. San. Veg., Plagas** **17**: 555- 561.

- JOYCE, J.A.; OTTENS, R.J.; HERZOG, G.A.; BASS, M.H., 1988. Synergism of pyrethroids by piperomyl butoxide and MGK- 265 against *Heliothis virescens*, *Spodoptera exigua*, and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Entomological Science** 23: 229- 233.
- KING, E.G.; JACKSON, R. (Eds.), 1989. **Proceeding of the Workshop on Biological Control of *Heliothis*: Increasing the Effectiveness of Natural Enemies**. 11- 15 Nov. 1985, New Delhi, India. Far Eastern Regional Research Office, U.S. Department of Agriculture, New Delhi, India: 550 pp.
- KINZER, R.E. et al., 1977. Populations of arthropod predators and *Heliothis* spp. after applications of aldicarb and monocrotophos to cotton. **Environ. Entomol.** 6: 13- 16.
- KOSHIYA, D.J.; PATEL, H.K., 1987. Life- table and innate capacity of increase of *Heliothis armigera*Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) on tobacco. **Gujarat Agricultural University Research Journal** 13: 61- 63.
- KRISHNAMOORTHY, A.; MANI, M., 1990. Biological control of *Helioverpa armigera* on tomato in India. **Trichogramma News** 5: 28.
- KURDOV, M., 1986. [Prognosis of massive multiplication of the samll ground moth *Spodoptera exigua* Hbn. (*Laphygma exigua* Hbn.) in Turkmenia]. **Izvestiya Adademii Nauk Turkmenskoi SSR, Biologicheskikh Nuak** 1: 25- 28.
- KURDOV, M., 1987. [Forecasting of mass reproduction of the lesser cotton worm *Spodoptera exigua* Hbn. (*Laphygma exigua* Hbn.) in Turkmenistan]. **Izvestiya Akademii Nauk Turkmenskoi SSR, Biologicheskikh Nauk** 2: 70- 73.
- LAECKE, K. van; DEGHEELE, D., 1991. Detoxification of diflubenzuron and teflubenzuron in the larvae of the beet armyworm (*Spodoptera exigua*) (Lepidoptera: Noctuidae). **Pesticide Biochemistry and Physiology** 40: 181- 190.
- LAL, O.P., 1985. Field resistance of some tomato cultivars against the fruit- worm, *Heliothis armigera* (Hb.) in Tripoli. **Bull. Entomol.** 26: 96- 97.
- LI, C.; LI, S.Q.; GUO, B.F., 1987. [Studies on the temperature threshold of cotton bollworm development in varying temperature environments]. **Acta Entomologica Sinica** 30: 253- 258.(en chino con resumen en inglés)
- LI, J. H., 1986. [Characteristics of host plants of cotton bollworm and tobacco budworm and observations on the insects reared under laboratory conditions]. **Insect Knowledge** 23: 12- 14. (en chino)
- LOPEZ, J.D.; SHAVER, T.N.; DICKERSON, W.A., 1990. Population monitoring *Heliothis* spp. using pheromones. **EN:RIDGWAY, R.L.; SILVERSTEIN, R.M.; INSCOE, M.N. (Eds.). Behavior- modifying chemicals for insect management: Applications of pheromones and other attractants**. Marcel Dekker, Inc. Nueva York: 473- 496.
- LUTWAMA, J.J.; MATANMI, B.A., 1988. Efficacy of *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* and *Baculovirus heliothis* foliar applications for suppression of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Noctuidae) and other lepidopterous larvae on tomato in southwestern Nigeria. **Bulletin of Entomological Research** 78: 173- 179.
- MANJUNATH, T.M.; BHATNAGAR, V.S.; PAWAR, C.S.; SITHANANTHAM, S., 1989. Economic importance of *Heliothis* spp. in India and an assessment of their natural enemies and host plants. **EN: KING, E.G.; JACKSON, R. (Eds.). Proceeding of the Workshop on Biological Control of *Heliothis*: Increasing the Effectiveness of Natural Enemies**. 11- 15 Nov. 1985, New Delhi, India. Far Eastern Regional Research Office, U.S. Department of Agriculture, New Delhi, India: 197- 228.
- MARTIN, P.B.; LINGREN, P.D.; GREENE, G.L.; RIDGWAY, R.L., 1976. Parasitization of two species of Plusiinae and *Heliothis* spp. after releases of *Trichogramma pretiosum* in seven crops. **Environ. Entomol.** 5:991- 995.
- McCAFFERY, A.R.; KING, A.B.S.; WALKER, A.J.; EL-NAYIR, H., 1989. Resistance to synthetic pyrethroids in the bollworm, *Heliothis armigera* from Andhra Pradesh, India. **Pesticide Science** 27: 65- 76.
- MEIERROSE, C.; ARAUJO, J.; FIGUEIREDO, D., 1985 A. Inimigos naturais de *Heliothis armigera* (HBN.) (Lep.: Noctuidea) em campos de tomate, no Alentejo (Sul de Portugal). **Bolm. Soc. Port. Ent. supl. 1(4)**: 323- 331.
- MEIERROSE, C.; ARAUJO, J.; PERKINS, D.; MERCADIER, G.; POITOUT, S.; BUES, R.; VARGAS, P.; CABELLO, T., 1985b. Distribution and economic importance of *Heliothis* spp. in Western Europe including a listing and assessment of the importance of their natural enemies and host. **EN: KING, E.G.; JACKSON, R. (Eds.). Proceeding of the Workshop on Biological Control of *Heliothis*: Increasing the Effectiveness of Natural Enemies**. 11- 15 Nov. 1985, New Delhi, India. Far Eastern Regional Research Office, U.S. Department of Agriculture, New Delhi, India: 311- 327.

- MIKKOLA, K., 1970. The interpretation of long-range migrations of *Spodoptera exigua* Hb. (Lepidoptera: Noctuidae). **J. Anim. Ecol.** **39**: 593- 598.
- MOAR, W.J.; TRUMBLE, J.T., 1987a. Toxicity, joint action, and mean time of mortality of dipel 2X, avermectin B₁, neem, and thuringiensis against beet armyworms (Lepidoptera: Noctuidae). **J. Econ. Entomol.** **80**:588- 592.
- MOAR, W.J.; TRUMBLE, J.T., 1987b. Biologically derived insecticides for use against beet armyworm. **California Agriculture** **41**: 13- 15.
- MUELLER, T.F., 1983. The effect of plants on the host relations of a specialist parasitoid of *Heliothis* larvae. **Ent. exp. appl.** **34** : 78- 84.
- NAPOMPETH, B., 1989. Distribution and economic of *Heliothis* spp. and their natural enemies and host plants in southeast Asia. **EN**: KING, E.G.; JACKSON, R. (Eds.). Proceeding of the Workshop on Biological Control of *Heliothis*: Increasing the Effectiveness of Natural Enemies. 11- 15 Nov. 1985, New Delhi, India. Far Eastern Regional Research Office, U.S. Department of Agriculture, New Delhi, India: 299- 309.
- NAWROT, J.; KOUL, O.; ISMAN, M.B.; HARMATHA, J., 1991. Naturally occurring antifeedants: Effects on two polyphagous lepidopterans. **J. Appl. Ent.** **112**: 194- 201.
- NAZMI, N.H., EL- KADY, E.A.; AMIN, A.H.; AHMED, A.A., 1981. Redescription and classification of subfamily Plusiinae in Egypt. **Bull. Soc. ent. Egypte** **63**: 141- 162.
- NILAKHE, S.S.; CHALFANT, R.B.; PHATAK, S.C.; MULLINIX, B., 1982. Tomato fruitworm: Development of sequential sampling and comparison with conventional sampling in tomatoes. **J. Econ. Entomol.** **75**: 416- 421.
- NYE, I.W.B., 1982. The nomenclature of *Heliothis* and associated taxa (Lepidoptera: Noctuidae): Past and present. **Proc. International Workshop on Heliothis management**. Patancheru: 3- 8.
- OATMAN, E.R.; PLATNER, G.R.; WYMAN, J.A.; VAN STEENWYK, R.A.; JOHNSON, M.W.; BROWNING, H.W., 1983a. Parasitization of lepidopterous pests on fresh market tomatoes in Southern California. **J. Econ. Entomol.** **76**: 452- 455.
- OATMAN, E.R.; WYMAN, J.A.; VAN STEENWYK, R.A.; JOHNSON, M.W., 1983b. Integrated control of the tomato fruitworm (Lepidoptera: Noctuidae) and other lepidopterous pests on fresh- market tomatoes in southern California. **J. Econ. Entomol.** **76**: 1363- 1369.
- PEARSON, A.C.; SEVACHERIAN, V.; BALLMER, G.R.; VAIL, P.V.; HENNEBERRY, T.J., 1988. Spring annual hosts of five noctuid pests in the Imperial valley of California (Lepidoptera: Noctuidae). **J. Kansas Entomol. Soc.** **61**: 464- 470.
- PERSSON, B., 1976. Influence of weather and nocturnal illumination on the activity and abundance of populations of Noctuids (Lepidoptera) in south coastal Wueensland. **Bull. ent. Res.** **66**: 33- 63.
- POITOUT, S.; BUES, R., 1982. Les principales noctuelles nuisibles. **Phytoma - Défense des cultures, avril**: 39- 43.
- POITOUT, S.; BUES, R., 1979. La noctuelle de la tomate (*Heliothis* ou *Helicoverpa armigera* Hbn.). Son cycle évolutif dans le sud de la France. **La Défense des Végétaux** **195**: 12- 27.
- PRASAD, D.; CHAND, P.; SRIVASTAVA, G.P., 1986. Effect of sowing dates on the infestation of insect pests and grain yield of pigeon pea. **Indian J. Entomol** **48**: 230- 231.
- REED, W., 1965. *Heliothis armigera* (Hb.) (Noctuidae) in western Tanganyika. I.- Biology, with special reference to the pupal stage. **Bull. ent. Res.** **56**: 117- 125.
- RIDGWAY, R.L.; SILVERSTEIN, R.M.; INSCOE, M.N. (Eds.), 1990. **Behavior- modifying chemicals for insect management: Applications of pheromones and other attractants**. Marcel Dekker, Inc. Nueva York.: 761 pp.
- ROLTSCH, W.J.; MAYSE, M.A., 1984. Population studies of *Heliothis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) on tomato and corn in southeast Arkansas. **Environ. Entomol.** **13**: 292- 299.
- ROSSET, P.; DIAZ, I.; AMBROSE, R.; CANO, P.; VARELA, G.; SNOOK, A., 1987. Evaluación y validación del sistema del policultivo de tomate y frijol como parte de un programa de manejo integrado de tomate, en Nicaragua. **Turrialba** **37**: 85- 92.
- SANNINO, L.; BALBIANI, A.; AVIGLIANO, M., 1986. *Spodoptera littoralis* (Boisduval) and *Spodoptera exigua* (Hub.) (Lepidoptera: Noctuidae) on tobacco in Italy. **Annali** **12**: 65- 68.
- SANNINO, L.; BALBIANI, A.; ESPINOSA, B., 1987. Osservazioni morfo- biologiche su alcune specie del genera *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae) e rapporti di parassitismo con la coltura del tabacco in Italia. **Informatore fitopatologico** **11/87**: 29- 40.

- SECCION DE PROTECCION DE LOS VEGETALES DE ALMERIA, 1992. Catálogo de especies. (Com. pers.).
- SHARMAN, S.P.; SAINI, M.L.; GOEL, S.C., 1986. Persistent toxicity of synthetic pyrethroids to neonate larvae of gram pod borer, *Heliothis armigera* Hübner (Lep.: Noctuidae). **Proc. Nat. Symp. on pesticide residues and environmental pollution, Muzaffarnagar, India (1985):**64- 71.
- SIMMONDS, M.S.J.; BLANEY, W.M.; LEY, S.V.; ANDERSON, J.C.; TOOGOOD, P.L., 1990. Azadirachtin: structural requirements for reducing growth and increasing mortality in lepidopterous larvae. **Entomol. exp. appl. 55:** 169- 181.
- SIHNA, S.N.; MEHROTRA, K.N., 1988. Diflubenzuron and neem (*Azadirachta indica*) oil in control of *Heliothis armigera* infesting chickpea (*Cicer arietinum*). **Indian Journal of Agricultural Sciences 58:** 238- 239.
- SMITS, P.H.; VLAK, J.M., 1988a. Biological activity of *Spodoptera exigua* nuclear polyhedrosis virus against *S. exigua* larvae. **Journal of Invertebrate Pathology 51:** 107- 114.
- SMITS, P.H.; VLAK, J.M., 1988b. Quantitative and qualitative aspects in the production of a nuclear polyhedrosis virus in *Spodoptera exigua* larvae. **Annals of Applied Biology 112:** 249- 257.
- SMITS, P.H.; VLAK, J.M., 1988c. Selection of nuclear polyhedrosis viruses as biological control agents of *Spodoptera exigua* (Lep.: Noctuidae). **Entomophaga 33:** 299- 308.
- SMITS, P.H.; RIETSTRA, I.P.; VLAK, J.M., 1988. Influence of application techniques on the control of beet armyworm larvae (Lepidoptera: Noctuidae) with nuclear polyhedrosis virus. **J. Econ. Entomol. 81:** 470- 475.
- SMITS, P.H.; van de VRIE, M.; VLAK, J.M., 1986. Oviposition of beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) on greenhouse crops. **Environ. Entomol. 15:** 1189- 1191.
- SMITS, P.H.; van de VRIE, M.; VLAK, J.M., 1987. Nuclear polyhedrosis virus for control of *Spodoptera exigua* larvae on glasshouse. **Entomol. exp. appl. 43:** 73- 80.
- SNODDERLY, L.J.; LAMBDIN, P.L., 1982. Oviposition and feeding sites of *Heliothis zea* on tomato. **Environ. Entomol. 11:** 513- 515.
- SPARKS, A.N.; RAULSTON, J.R.; CARPENTER, J.E.; LINGREN, P.D., 1982. The present status and potential for novel uses of pheromone to control *Heliothis*. **Proc. International Workshop on Heliothis management. Patancheru:** 1- 33.
- TAKAI, M.; WAKAMURA, S., 1990. Control of the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), using synthetic sex pheromone. II.Effect of communication disruption in the greenhouse and combination effect with light-trap. **Jpn. J. Appl. Ent. Zool. 34:** 115- 120. (en japonés con resumen en inglés).
- TANEJA, S.L.; DHINDWAL, A.S., 1982. Bollworm incidence as affected by sowing date, nitrogen application and plant population in upland cotton. **Indian J. Plant Prot. 10:** 1- 6.
- TEWARI, G.C.; RAO, G.S., 1987. Economic injury level and sequential sampling plan for *Heliothis armigera* (Hübner) infesting tomato. **Giornale Italiano di Entomologia 3:** 429- 443.
- TRUMBLE, J.T.; BAKER, T.C., 1984. Flight phenology and pheromone trapping of *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in southern coastal California. **Environ. Entomol. 13:** 1278- 1282.
- TRUMBLE, J.T.; MOAR, W.J.; BABU, J.R.; DYBAS, R., 1987. Laboratory bioassays of the acute and antifeedant effects of avermectin B₁ and a related analogue on *Spodoptera exigua* (Hübner). **J. Agric. Entomol. 4:** 21- 28.
- VARGAS, P.; CABELLO, T., 1985. A new species of *Trichogramma* (*T. cordubensis* n.sp.) (Hym.: Trichogrammatidae) that parasitizes *Heliothis* eggs on cotton crops in the SW. of Spain. **Entomophaga 30:** 225- 230.
- WAKAMURA, S., 1990. Reproduction of the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), and influence of delayed mating. **Jpn. J. Appl. Ent. Zool. 34:** 43- 48.
- WAKAMURA, S.; TAKAI, M.; KOZAI, S.; INOUE, H.; YAMASHITA, I.; KAWAHARA, S.; KAWAMURA, M., 1989. Control of the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), using synthetic sex pheromone. I.Effect of communication disruption in Welsh onion fields. **Appl. Ent. Zool. 24:** 387- 397. (en japonés con resumen en inglés).

- WAKAMURA, S.; TAKAI, M.; KOZAI, S.; INOUE, H.; YAMASHITA, I.; KAWAHARA, S.; KAWAMURA, M., 1990. Control of the beet armyworm, *Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), using synthetic sex pheromone. IV. Effect of communication disruption in Welsh onion fields. **Appl. Ent. Zool.** **25**: 320- 323.
- WARDHAUGH, K.G.; ROOM, P.M.; GREENUP, L.R., 1980. The incidence of *Heliothis armigera* (Hübner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) on cotton and other host- plants in the Namoi Valley of New South Wales. **Bull. ent. Res.** **70**: 113- 131.
- WEI, Z.G., 1987. [A three- year experiment on releasing *Trichogramma confusum* against the tobacco budworm, *Heliothis assulta*, on hot pepper]. **Chinese Journal of Biological Control** **3**: 78- 80. (en chino con resumen en inglés)
- WILSON, A.G.L.; LEWIS, T.; CUNNINGHAM, R.B., 1979. Overwintering and spring emergence of *Heliothis armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in the Namoi Valley, New South Wales. **Bull. ent. Res.** **69**: 97- 109.
- WILSON, L.T.; WAITE, G.K., 1982. Feeding pattern of Australian *Heliothis* on cotton. **Environ. Entomol.** **11**: 297- 300.
- YADAV, D.N.; PATEL, R.C.; PATEL, D.S., 1985. Impact of inundative releases of *Trichogramma chilonis* Ishii against *Heliothis armigera* (Hbn.) in Gujarat (India). **J. Entomol. Res.** **9**: 153- 159.
- YANG, G.A., 1986. [A preliminary study on *Euplectus bicolor*]. **Natural Enemies of Insects** **8**: 101- 103.
- YOSHIDA, H.A.; PARRELLA, M.P., 1987. The beet armyworm in floricultural crops. **California Agriculture** **41**: 13- 15.
- ZALOM, F.G.; WILSON, L.T.; HOFFMANN, M.P., 1986. Impact of feeding by tomato fruitworm, *Heliothis zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae), and beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), on processing tomato fruit quality. **J. Econ. Entomol.** **79**: 822- 826.
- ZALOM, F.G.; WILSON, L.T.; SMITH, R., 1983. Oviposition patterns by several lepidopterous pests on processing tomatoes in California. **Environ. Entomol.** **12**: 1133- 1137.
- ZALUCKI, M.P. (Ed.), 1990. *Heliothis*: Research methods and prospects. Spinger- Verlag. Nueva York.: 234 pp.

PLAGAS DE ÁCAROS

FERNANDO GARCÍA MARI

*E.T.S.I.A.
Univ. Politécnica-Valencia*

ARAÑA ROJA (*Tetranychus urticae*)

DESCRIPCIÓN

La hembra adulta presenta una coloración que varía según el clima, la planta sobre la que se alimenta y la edad. Normalmente es de color rojo mate (Foto 1), aunque también puede ser amarillenta, verdosa e incluso marrón oscuro. Su tamaño es de medio milímetro, aproximadamente, y su aspecto globoso (Foto 2). Los machos son más pequeños, con forma aplanada y patas relativamente más largas. Su color es siempre más claro, generalmente amarillento. También los inmaduros son de color amarillento (Foto 3). En los inmaduros, y también en los adultos cuando son de un tono claro, se observan dos manchas más oscuras laterales en el interior del cuerpo.

El huevo es esférico y de coloración blanquecina. La larva recién nacida posee, como en la mayoría de ácaros, sólo tres pares de patas, mientras que el resto de las fases tienen cuatro. Sufre tres mudas antes de llegar al estado adulto y, durante el proceso de muda, el insecto suele permanecer inmóvil sobre el sustrato vegetal con las patas recogidas.

HUÉSPEDES VEGETALES

Esta especie es enormemente polífaga y ataca gran cantidad de plantas (Fotos 4 y 5), tanto cultivadas como espontáneas. Puede multiplicarse y causar daños prácticamente en todas las especies hortícolas que se cultivan bajo plástico. Destacan por su sensibilidad las judías y las cucurbitáceas, aunque también puede causar daños en tomate, pimiento,



Foto 1 - Las hembras adultas de araña roja aparecen como puntos rojos sobre las hojas.

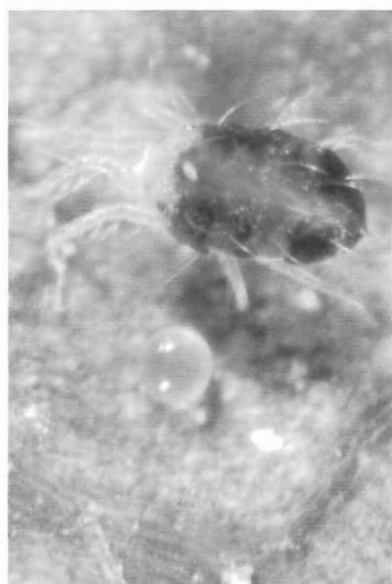


Foto 2 - Hembra adulta y huevo de araña roja *Tetranychus urticae*.



Foto 3 - El macho y la ninfa de araña roja suelen ser de color amarillento con manchas oscuras laterales.

SINTOMATOLOGÍA

Estos ácaros suelen vivir agrupados en colonias y producen gran cantidad de hilos de seda entre los cuales viven. Dichas estructuras sedosas crean un microclima favorable para su desarrollo y les protegen de algunos depredadores. Generalmente inician su desarrollo en el envés de las hojas, aunque en el caso de poblaciones elevadas ocupan toda la hoja y la cubren con hilos de seda que pueden llegar a matar al vegetal.

Al alimentarse de las células epidérmicas de los tejidos vegetales con su estilete produce en las hojas una decoloración más o menos intensa. Además, la saliva que inyectan determina el amarilleamiento y deforma-

ción de los tejidos. Pueden aparecer también necrosis que dan un aspecto herrumbroso a las partes del vegetal dañadas. El cultivo toma un aspecto amarillento o decolorado y puede sufrir intensas defoliaciones.

HÁBITATS PREFERENCIALES

Todos los estados de desarrollo suelen vivir juntos en colonias protegidas por hilos de seda. La dispersión la suele realizar la hembra adulta, descolgándose con hilos de seda y dejándose llevar por el viento. Normalmente viven sobre las hojas y desarrollan sus mayores poblaciones en las hojas más tiernas que estén totalmente desarrolladas. Dada su tendencia a vivir en colonias, su agregación sobre las hojas suele ser muy



Foto 4 - Daños por araña roja en cucurbitácea.



Foto 5 - Daños por araña roja en judía.



Foto 6 - Poblaciones elevadas de araña roja, dan lugar a formación de masas de seda en las partes altas de las plantas atacadas.

elevada por lo que son especialmente adecuados para su muestreo los procedimientos basados en la proporción de hojas ocupadas. En estos muestreos puede observarse la presencia sólo de las hembras como estado representativo de la población total, ya que normalmente la proporción de éstas, aunque baja, suele ser bastante constante.

En invernadero los ataques suelen manifestarse por focos, por lo que es conveniente realizar un muestreo del mayor número posible de plantas tomando pocas hojas en cada una.

ENEMIGOS NATURALES

Existen diversas especies de insectos y ácaros que son depredadores de la araña roja. Entre los insectos se pueden citar los Antocóridos como *Orius*, los Neurópteros como Crisopidos y Coniopterigidos, y también el coccinélido *Stethorus punctillum*.

Sin embargo, el grupo más eficaz de depredadores, especialmente en cultivos bajo plástico, lo constituyen los ácaros Fitoseidos. Desde principios de los años 60 se conoce la eficacia depredadora de *Phytoseiulus persimilis* (Fotos 7 y 8), especie que se comercializa tras su multiplicación masiva para el control de araña roja en invernaderos de varios países europeos y es junto con el parásito de la mosca blanca *Encarsia formosa*, la base de los programas de control biológico que se llevan a cabo en tomate y pimiento fundamentalmente.

Aunque *P.persimilis* se encuentra de forma espontánea en nuestros cultivos, las experiencias realizadas en nuestro país sobre la eficacia de esta especie en el control de la araña roja han dado resultados variables y generalmente poco satisfactorios. Parece que estos problemas están relacionados con la escasa tolerancia del depredador a las extremas condiciones de temperatura y sequedad de nuestros invernaderos.

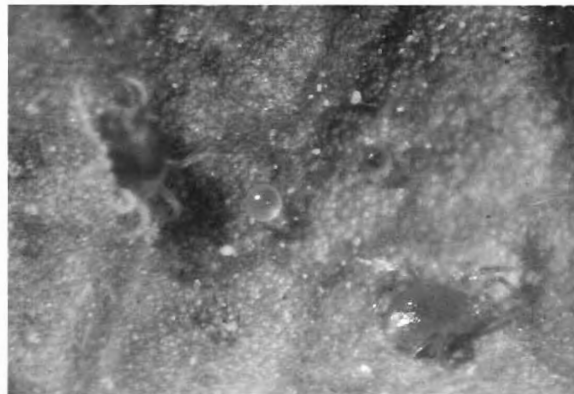
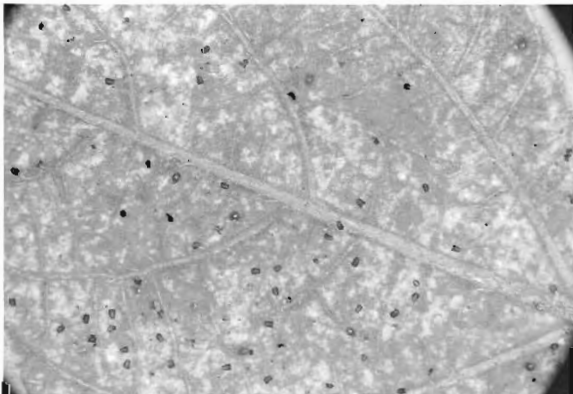


Foto 7 - *Phytoseiulus persimilis* se encuentra a menudo en las colonias de araña roja, distinguiéndose por su color algo más vivo y brillante.

Foto 8 - Hembra adulta de *Phytoseiulus persimilis*, de color más claro y anaranjado, junto a varios huevos y una hembra adulta de *Tetranychus urticae*.

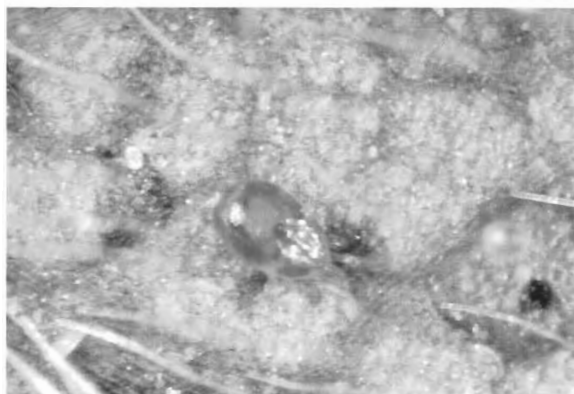


Foto 9 - El Fitoseido *Amblyseius californicus* es el depredador de araña más común en nuestros cultivos.

El ácaro Fitoseido más abundante en todo tipo de plantas espontáneas y cultivadas en nuestro país es *Amblyseius californicus* (Foto 9), que parece tolerar mejor la temperatura elevada y la sequedad. Esta especie aparece con frecuencia de forma espontánea controlando las poblaciones de araña roja. Un aspecto fundamental para el aprovechamiento de estos ácaros auxiliares en condiciones comerciales es el de conocer su sensibilidad a los plaguicidas que se emplean habitualmente en el cultivo.

FACTORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS

La araña roja se ve favorecida en su multiplicación por condiciones ambientales de temperatura elevada y sequedad. Asimismo el buen estado nutricional de las plantas, con elevados aportes nitrogenados, aumenta el crecimiento de sus poblaciones. La temperatura óptima para esta especie se cifra normalmente por encima de 30°C y puede desarrollarse hasta temperaturas entre 35 y 40°C. A dichas temperaturas puede completar una generación en menos de 10 días, alcanzando una fecundidad superior a 50 huevos por hembra.

Los ácaros fitoseidos tienen una mayor velocidad de desarrollo pero una fecundidad menor que sus presas. Su potencial de multiplicación global puede ser también muy elevado, aunque parecen ser menos tolerantes, especialmente en su fase de huevo, a las temperaturas muy altas y a la humedad relativa baja.

PÉRDIDAS OCASIONADAS

El debilitamiento de la planta y el aumento de la transpiración, que produce síntomas similares a la sequía, pueden dar lugar a importantes pérdidas en el rendimiento de los cultivos. La rapidez de sus infestaciones y su extraordinaria capacidad de multiplicación hacen de la araña roja una de las plagas más temidas en los cultivos bajo plástico, ya que puede acabar con la cosecha en pocos días.

CONTROL QUÍMICO Y UMBRALES

Debe procederse al tratamiento en cuanto se observe una proporción de hojas, ocupadas por hembras, apreciable. Esta proporción es difícil de fijar pues depende del cultivo y de las condiciones climáticas. Normalmente debe tratarse al inicio del desarrollo de las poblaciones, si no se encuentran presentes enemigos naturales. Existen numerosos acaricidas adecuados para el control de esta especie. Normalmente suele mezclarse un producto de acción ovicida con otro adulticida, aunque esto no es necesario si el adulticida es persistente.

Se observan a menudo proliferaciones espectaculares de las poblaciones de ácaros tras el empleo de algunos insecticidas aplicados para combatir otras plagas. Estas proliferaciones inducidas se deben tanto a la eliminación de enemigos naturales como al estímulo directo que producen en los ácaros. Una forma de prevenir daños por ácaros es evitar algunos fosforados o piretroides, que se sabe pueden manifestar esta acción proliferante.

La araña roja es uno de los artrópodos que puede desarrollar poblaciones resistentes a acaricidas con mayor rapidez. Para evitarlo se recomienda alternar los productos que se emplean en su control, aún antes de que se hayan manifestado problemas de resistencia, y, sobre todo, reducir la presión de selección disminuyendo al mínimo imprescindible las aplicaciones de acaricidas y evitando los tratamientos preventivos.

ÁCARO DEL BRONCEADO DEL TOMATE (*A. lycopersici*)

DESCRIPCIÓN

Su tamaño es muy pequeño como todos los eriófidos, no llega a 0.2 mm, alargado y de color amarillento. Debido a ello son invisibles a simple vista y aún con lupa de pocos aumentos. Se reproduce por huevos y tiene sólo dos pares de patas situadas en la parte anterior del cuerpo, que le permiten desplazarse lentamente por las hojas.

HUÉSPEDES VEGETALES

Es una plaga fundamentalmente del tomate (Foto 10), aunque también puede atacar a otras solanáceas, tanto cultivadas como espontáneas. Más raramente puede causar daños también en pepino.

SINTOMATOLOGÍA

Los ácaros se alimentan de tallos y hojas (Fotos 11 y 12), iniciando los daños, de forma muy característica, en la parte inferior de la planta, en la zona cercana al suelo, de forma que las hojas se secan progresivamente de abajo hacia arriba. Los síntomas iniciales en hojas y tallos consisten en un aspecto bronceado o marrón de hojas y tallos (Foto 13). Además, en los tallos puede producir hendiduras longitudinales, mientras que las hojas amarillean por el haz y toman un aspecto acartado. Las hojas acaban secándose y pueden caer pero no se pliegan como ocurre en algunas enfermedades del tomate con síntomas parecidos.

HÁBITATS PREFERENCIALES

Inicialmente ocupa los tallos, en la zona alrededor de la inserción de las hojas en la parte baja de la planta, y después vive sobre tallos y hojas, subiendo hacia arriba a medida que las hojas se van secando. El muestreo y observación de la presencia de ácaros debe realizarse en las hojas que empiezan a mostrar síntomas, o en las que están justo por encima de ellas.

ENEMIGOS NATURALES

Los ácaros fitoseidos son depredadores de estos eriófidos, aunque se desconoce su capacidad de mantener a las poblaciones bajo control. Las proliferaciones de *A. lycopersici* que se observan, en algunos casos, tras la aplicación de insecticidas, parece que se deben en parte a la eliminación de estos depredadores.

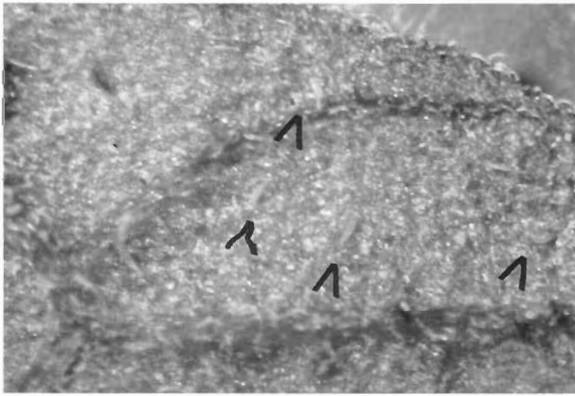


Foto 10 - Los Eriófidos son ácaros amarillentos, alargados y bastante más pequeños que un ácaro normal, de forma que es difícil verlos, aún con ayuda de una lupa. En la fotografía se observan varios individuos sobre una hoja de tomate.

Foto 11 - Los síntomas iniciales producidos por *Aculops lycopersici* en hojas son el amarilleamiento y abombamiento de éstas, que acaban desecándose.



Foto 12 - Las plantas de tomate atacadas por el Eriófido *Aculops lycopersici* se secan de abajo hacia arriba.



Foto 13 - Los tallos de las plantas de tomate atacadas por *Aculops lycopersici* toman un color marrón.

FACTORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS

Es una especie muy adaptada a ambientes secos y vive de forma libre sobre hojas y tallos. Las condiciones óptimas para su multiplicación son 27°C y 30% de humedad relativa, y en esas condiciones puede completar una generación en 6 a 7 días. Los ataques de estos ácaros suelen manifestarse a mediados o a final del verano cuando las plantas están ya desarrolladas.

Parece que las infestaciones iniciales proceden de plantas espontáneas en donde estos ácaros se refugian durante el invierno como *Solanum nigrum*, *Datura* y otras solanáceas y también petunia y correhuela. Se dispersa dirigiéndose a las partes altas de las plantas de donde es arrastrado por el viento.

PÉRDIDAS

Las plantas pueden morir desecadas en pocos días, en caso de tiempo seco y cálido, ya que su ciclo de desarrollo es muy rápido. Normalmente no ataca a los frutos.

CONTROL

Normalmente, la presencia de síntomas y la confirmación, con una lupa, de la existencia de poblaciones de estos ácaros debe llevar a realizar un tratamiento con azufre, producto muy eficaz contra este ácaro. El azufre puede ser tanto en espolvoreo como mojable. Hay que considerar, en cualquier caso, el riesgo de fitotoxicidad con este producto a temperatu-

ras muy altas, o en caso de niebla o rocío. Otros acaricidas específicos pueden ser también utilizados en el control de esta plaga.

ARAÑA BLANCA DE INVERNADEROS (*Polyphagotarsonemus latus*)

DESCRIPCIÓN

Es un ácaro algo más pequeño de lo normal, unos 0.3 mm, de coloración blanquecina o marrón claro brillante (Foto 14). Morfológicamente todos los Tarsonemidos se caracterizan por tener el cuarto par de patas menos desarrollado en las hembras y transformado en pinzas en los machos, aunque esto sólo se aprecia en una preparación microscópica. Uno de los detalles más claros para identificar a esta especie *P.latus* es el dibujo, o patrón, formado por numerosos círculos que cubre el corion de los huevos (Foto 15) y que puede observarse con una lupa de bastantes aumentos.

HUÉSPEDES VEGETALES

Ataca a numerosas plantas de todo tipo ya que es una especie de amplia polifagia. En nuestro país causa daños fundamentalmente en invernaderos y dentro de ellos sobre todo en pimiento (Foto 16) (en ocasiones se la conoce como araña blanca del pimiento) y también en tomate, judías y ornamentales.

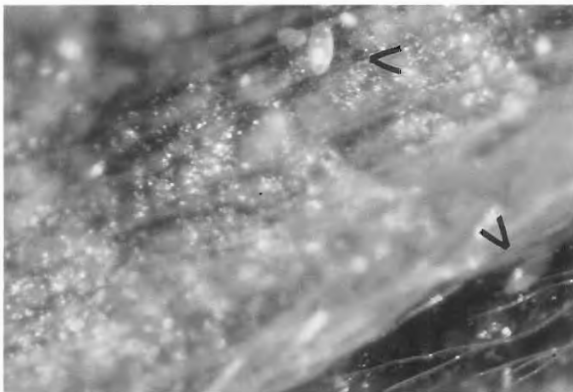


Foto 14 - La araña blanca, como todos los ácaros Tarsonemidos, es pequeña y de un color blanquecino o marrón claro brillante, con forma elíptica.



Foto 15 - La puesta de araña blanca de invernaderos es muy característica de esta especie, ya que el corion del huevo posee un patrón en forma de numerosos puntos blancos.



Foto 16 - La araña blanca de invernadero es difícil de ver. En la planta de pimiento de la fotografía se observan como numerosos puntos blancos muy pequeños.

SINTOMATOLOGÍA

En general ataca a las partes más tiernas de las plantas en desarrollo (Foto 17). En pimiento da lugar



Foto 17 - La araña blanca de invernaderos produce enrollamiento, oscurecimiento y necrosis en las partes más tiernas de la planta.

a manchas oscuras de aspecto aceitoso en el envés de las hojas jóvenes, así como a necrosis de yemas o botones florales en desarrollo. En tomate produce una coloración bronceada o marrón brillante en tallos, brotes tiernos y envés de las hojas más jóvenes (Foto 18). Los brotes pueden secarse y aparecen como quemados. Las hojas se abomban y presentan nervios salientes.

HÁBITATS PREFERENCIALES

Prefiere para vivir el envés de las hojas y suele proliferar en lugares sombreados y húmedos. Normalmente se encuentra en los brotes y partes más tiernas de las plantas a las que ataca.

ENEMIGOS NATURALES

Aunque se ha comprobado que los ácaros fitoseidos se alimentan de estos ácaros, no se conoce bien la eficacia depredadora en condiciones de cultivo.

FACTORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS

Requiere para su desarrollo tejidos vegetales muy tiernos de los que alimentarse clavando sus cortos estiletes. Las condiciones climáticas óptimas son de temperatura y



Foto 18 - Las hojas de tomate atacadas por araña blanca aparecen con un aspecto cóncavo por el envés, una coloración marrón, y venas salientes.

humedad elevadas y ambiente sombreado. En estas condiciones se multiplica con gran rapidez y puede completar una generación en 5 a 7 días.

Es una especie muy polífaga y se encuentra sobre todo en zonas subtropicales al aire libre, mientras que en climas más frescos vive sobre todo en invernaderos. En el Norte de Africa causa daños a cítricos, pero en nuestro país estos daños al aire libre son raros, debido posiblemente a que las condiciones climáticas de nuestra zona mediterránea no le son favorables, dado que requiere elevada temperatura y humedad ambiental.

PÉRDIDAS

Debido a los síntomas que produce puede dar lugar a graves pérdidas de cosecha en pimiento y tomate, e incluso producir la destrucción del cultivo.

CONTROL

Normalmente se recurre a los tratamientos químicos a base de azufre en espolvoreo o pulverización y también pueden utilizarse otros plaguicidas con eficacia como dicofol, bromopropilato, y carbofenotion. El huevo es la fase más resistente a los tratamientos por lo que se recomienda repetir la aplicación al cabo de unos pocos días.

AGROMÍZIDOS: MINADORES DE HOJAS

JOSÉ MANUEL SÁNCHEZ PULIDO

*ESTACION EXPERIMENTAL "LA MAYORA"
C.S.I.C. Algarrobo-Costa (Málaga)*

INTRODUCCIÓN

Se denominan minadores, en los cultivos hortícolas y ornamentales, a larvas de pequeños dípteros que se desarrollan en el interior de las hojas, produciendo daños en la estructura foliar al realizar galerías o minas.

ESPECIES MAS IMPORTANTES (Spencer, 73)

- AGROMIZIDAE: Familia de los dípteros en la cual están englobados la mayor parte de las especies minadoras. De las siete especies más conocidas y polífagas, dos pertenecen género *Phytomyza* y cinco al género *Liriomyza*:

- *Phytomyza*:
 - *P. syngenesiae* (Hardy)
 - *P. horticola* Goureau

Estas dos especies estuvieron comprendidas dentro de *P. atricornis* Meigen.

- *Liriomyza*: De las 300 especies descritas en este género, sólo 5 son verdaderamente polífagas y de importancia económica (Similar morfología) (24, 26, 45)*.

- Origen Paleártico (Autóctonas de Europa).
 - - *L. bryoniae* (Kaltenbach)
 - - *L. strigata* (Meigen)

- Neártico - Neotropical (Origen Americano).
 - *L. huidobrensis* (Blanchard) (Foto 1)
 - *L. sativa* Blanchard
 - *L. trifolii* (Burgess) (Foto 2)

- Citadas en España: *L. bryoniae*, *L. strigata*, *L. trifolii* y *L. huidobrensis*.

- Siendo *L. trifolii* (Minadora Americana) la de mayor incidencia y distribución.

CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES

■ Forma de la mina:

- *L. trifolii* la realiza generalmente alargada y tortuosa, al igual que *L. bryoniae*, y no se localizan en los nervios que son respetados (1).

- *L. strigata* sigue los nervios principales y presentan cortas digitaciones laterales (1,45).

■ Zonas de alimentación (5a, 8, 30):

- *L. trifolii*: en el mesófilo empalizado. (Fig. 1).
- *L. huidobrensis*: en el mesófilo lagunar. (Fig. 1).

DIFERENCIACIÓN DE ESPECIES

- El género *Liriomyza* Mik, es un grupo taxonómicamente confuso, siendo las especies antes citadas morfológicamente parecidas. (3, 17, 25, 27, 38, 45, 52).

- Es más determinante la diferenciación por medio de genitalia (1, 5a, 22, 24, 45).

- La electroforesis se ha usado también como método de identificación de especies, incluso en estados inmaduros (17, 22, 24).



Foto 1 - Picadas del adulto en tomate.



Foto 2 - Adultos de *L. trifolii* y picadas en judías.

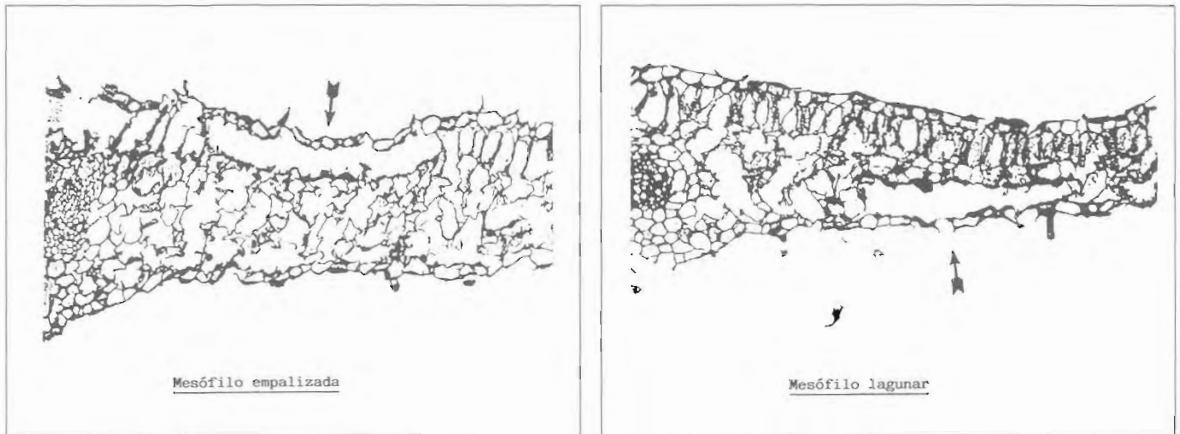


Figura 1 - Selecciones transversales de hojas de crisantemo con presencia de *L. trifolii* (izquierda) y *L. huidobrensis* (derecha). (PARRELLA ET AL, 85).

L.TRIFOLII

■ Importancia (2, 3, 38)

- Gran polifagia, encontrada en más de 400 huéspedes diferentes.
- Ciclo biológico polivoltino, lo que dificulta su control.
- Capacidad para adquirir resistencia a insecticidas.
- Localización diferencial de cada uno de los estados metamórficos.
- Escasez de enemigos naturales para controlar sus poblaciones.
- Adaptación completa a zonas de climas templados.
- Altas tasas reproductivas que conduce a índices elevados de daños.
- Amplia distribución, debido a los intercambios comerciales.

■ Antecedentes (22, 25, 23, 36, 38)

- Fué descrita originalmente por Burgess en 1.880 como *Oscinis trifolii* sobre trébol (*Trifolium repens* L.) en Columbia (USA), siendo el primer minador de hoja que se describe en Norteamérica.
- En 1.925 fué incluida dentro del género *Liriomyza* por Meijere.
- En los años 40 comienza a considerarse plaga en Florida. Pero no es hasta los años 70 cuando toma mayor importancia y se extiende ampliamente por todo el mundo.

■ Distribución geográfica y presencia (3, 18, 20, 33)

- Se considera el estado de Florida como centro de su distribución (Foco endémico).
- En California fué introducida en los años 1.975 - 76.
- La propagación se realiza por medio de esquejes de crisantemo.
- A Europa llega en el 75 - 76, pasando por Kenia y Malta, situándose luego en varios países europeos.
- A mediados de los años setenta es detectada en las Islas Canarias.
- En nuestra península se cita por primera vez en 1.982, distribuyéndose por toda la franja costera.
- Países Nórdicos y Reino Unido pusieron restricciones, medidas de cuarentena y campañas de erradicación de esta plaga.

■ Descripción y características morfológicas (1, 2, 3, 18, 21, 22, 33, 38, 45)

- Metamorfosis completa (Fig. 2): huevo, larva (3 edades), prepupa, pupa y adulto. (Fotos 3 a 8).
- Distribución dentro de la planta:
 - Hojas jóvenes: adultos, huevos, larvas 1ª y picaduras de alimentación.
 - Hojas maduras: larvas 3ª y pupas.
- Huevo: mide 0,25 mm de largo y 0,10 mm de ancho, de color blanco crema. Insertado dentro del tejido de la hoja. (Foto 3).
- La larva se desarrolla dentro de la hoja, es de forma cilíndrica, ápoda y acéfala. Al principio blanca y luego amarilla, llegando hasta los 2,7 mm de larga. (Foto 4 y 5).

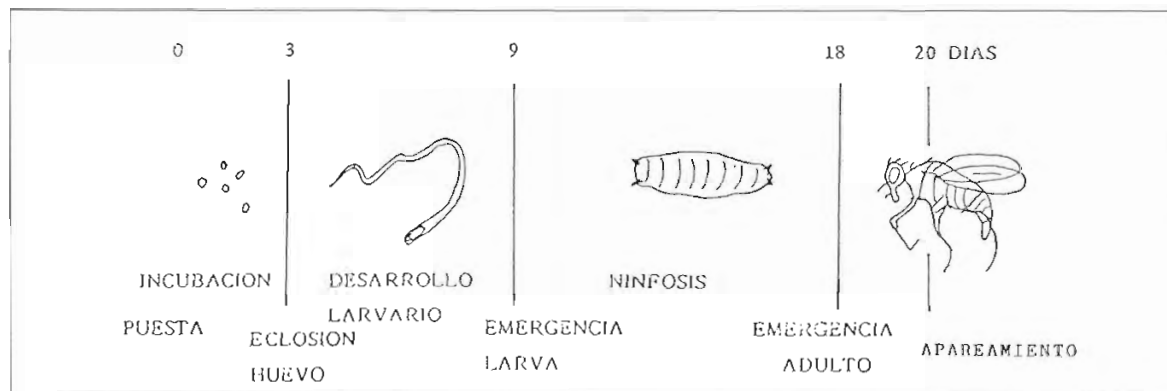


Figura 2 - Evolución media de la metamorfosis del minador a 25° C. según Thierry (MARTIN, 84).

- Prepupa: es el estado que media entre la salida de la hoja y la formación del puparium por parte de la larva. (Foto 6).

- La pupa se realiza fuera de la galería. Es de color amarilla naranja y se asemeja a un pequeño tonel. (Foto 7).

- El adulto es una pequeña mosca de 1,4 - 2,3 mm de larga, con tonalidades negras y amarillas. (Foto 8).

- Las hembras son algo mayor que los machos. (Foto 8).

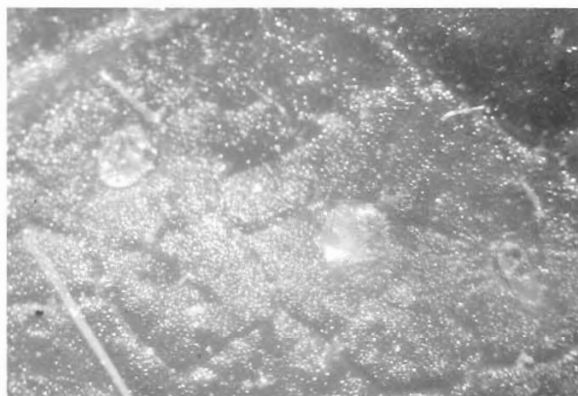


Foto 3 - Orificios de picadas: de puesta (izquierda), de alimentación (derecha), en judías.

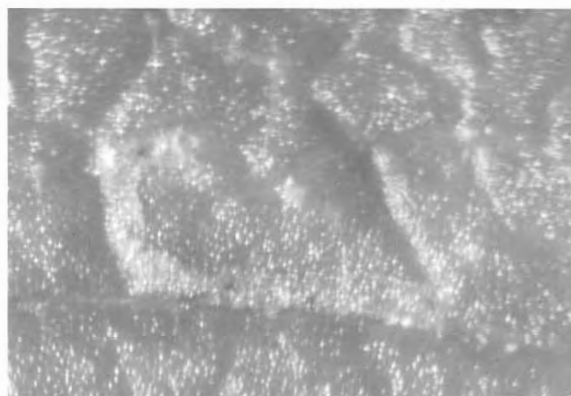


Foto 4 - Orificio de picada y galería con larva de 1ª edad en judías.

TEMP. °C	HUEVO (DÍAS)	LARVAS (DÍAS)	PREPUPA (HORAS)	PUPA (DÍAS)	TOTACICLO (DÍAS)	TASA SUPERVIV. PUPAL (%)
35	2	5,5	2,5	6,5	14	9,5
30	2,5	7	3,5	7	16	83,5
25	2,5	8	4	8,5	19	86,5
20	4,5	12	5	13,5	30	83,5
15	10	26	-	28	64	80
Umbral inferior	13	8,5	-	10	°C	

Cuadro .- Duración media de los estados metamórficos a diferentes temperaturas en Apio (Leibee, 84).

TEMPERATURA					
Huésped	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C
Apio	64	30	18,5	16	14
Judía	51	20,5	16	12,5	12
Tomate	44,5	26,5	17	-	-

HUESPEDES (26-27 °C) (Parrella <i>et al.</i> , 83)					
HUÉSPED	Nº MEDIO DE PICADURAS DE ALIMENTACIÓN	Nº MEDIO HUEVO/ HEMBRA	LONGEVIDAD HEMBRAS (DÍAS)	TASA HUEVOS POR PICADURAS DE ALIMENTACIÓN	*
Crisantemo	1.343	298	14	0.25	85
Apio	986	212	12	0.24	78
Tomate	353	39	10	0.10	58

* % de larvas que llegan a formar pupas.

Cuadro .- Duración media del ciclo a diferentes temperaturas y huéspedes. (Minkenberg and Lenteren, 86).

	TEMPERATURA			
	15	20	25	19,5 (16-22) °C
CICLO TOTAL (días)	44	25	17	28
% MORTALIDAD TOTAL	73	48	60	36
Nº MEDIO DE PICADURAS	339	1.406	914	782
FECUNDIDAD Nº DE HUEVOS	5	79	59	34
LONGEVIDAD (días)	7	14	6	7

Cuadro .- Respuesta en Tomate a diferentes temperaturas. (Minkenberg, 88).

■ Biología

Los factores influyentes en el desarrollo de la población del minador son:

- Abióticos, tales como la temperatura (principalmente) y, en menor medida, humedad y luz.
- La temperatura tiene una influencia directa sobre la tasa de desarrollo.
- La humedad parece jugar un menor papel en el desarrollo de la población del minador, siendo el estado pupal el más sensible.
- En cuanto a la luz, poco se ha investigado sobre el efecto de su intensidad y duración sobre el desarrollo de los minadores y el comportamiento de los adultos (22).
- Bióticos, como la calidad y características de la planta huésped (22).
- El período de incubación dura 2 - 3 días. (24, 39).
- La máxima eclosión de los huevos se produce a los 25 °C, bloqueándose su desarrollo por debajo de los 14 °C. A 12 °C se paralizan los procesos de puesta y alimentación del adulto (23, 39).

- La tasa de emergencia del adulto de la pupa es óptima a 25 °C, los umbrales son 8 y 35 °C. Si no se dan las condiciones adecuadas, las pupas pueden permanecer latentes hasta 3 meses (19, 21, 22, 23).

- La fecundidad está muy relacionada con la temperatura y la alimentación, alcanzándose la máxima oviposición entre los 20-25 °C (11, 21, 23, 24, 39).

- El umbral de desarrollo en tomate se fija entre 9 y 35-40 °C (22).

- La duración del ciclo biológico es inversamente proporcional a la temperatura, siendo más notable en el intervalo 15-25 °C (32). (Fig. 3).

- La planta huésped también ejerce influencia en el tiempo de desarrollo (7, 11, 22).

■ Daños

- Las picaduras o punteados en las primeras hojas de la planta, es la primera indicación de la presencia de la plaga (38). (Foto 1).

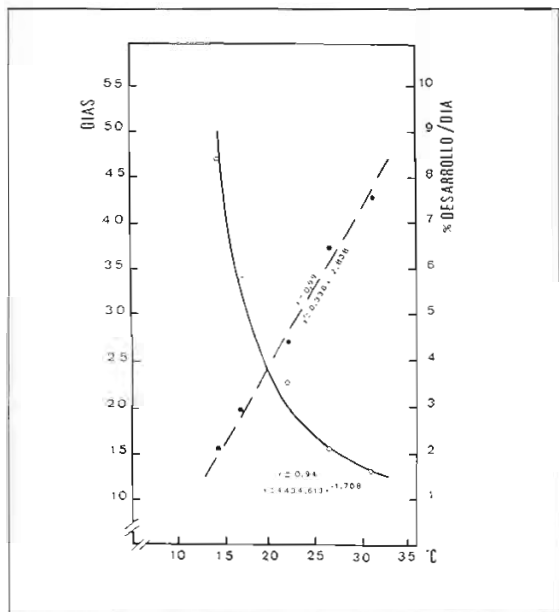


Figura 3 - Influencia de la temperatura en el desarrollo de *L. trifolii*, cultivo judías. (PEÑA, 85).

- Daños directos:

- El que produce el adulto (punteado de hojas) (4). (Foto 2).
- El que causa la larva (realizando las galerías), que es el más importante, por la disminución de la capacidad fotosintética y por su repercusión en la producción (18, 22, 24, 38, 42).

- Daños indirectos:

- Vectores en la transmisión de virus (mosaico del apio). (3).
- Vía de penetración de agentes patógenos por las heridas (*Alternaria cucumerina*) (5b).

- Depreciación comercial, como en algunas ornamentales y hortícolas (apio, lechuga) (27).

- Los daños más graves en semilleros y plantas jóvenes. (38)



Foto 5 - Picadas, galerías y larvas de diferentes edades en judías.

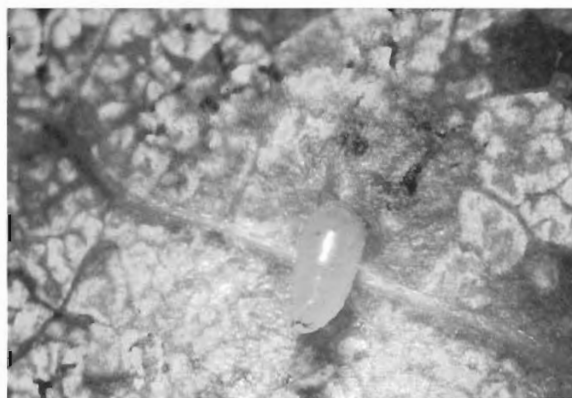


Foto 6 - Larva saliendo de la galería (prepupa), en judías.



Foto 7 - Pupa del mirador.



Foto 8 - Adultos de *L. Trifolii*, macho (izquierda) y hembra (derecha).

- Es difícil relacionar nivel de daño con disminución de rendimiento. (10, 24, 41, 50).

- Las formas de las galerías o minas varían según el huésped y el número de larvas en la hoja (39). (Fotos 16 a 22).

■ Plantas huéspedes

- La mayor parte de los cultivos hortícolas se ven afectados: Acelga, Ajo, Apio, Berenjena, Calabacín, Calabaza, Cebolla, Espinaca, Guisante, Habas, Judías, Lechuga, Melón, Patatas, Pepinos, Pimiento, Puerro, Remolacha, Sandía, Tomate, etc. (18, 22, 33, 39, 51).

(En los subrayados se da una mayor incidencia).

- Preferencia de huéspedes: La planta huésped puede ser de gran influencia sobre el aumento de la población del minador. El grado de preferencia se mide comparando algunos parámetros biológicos como el desarrollo, supervivencia, oviposición. La tasa de picaduras de alimentación/puesta puede ser usada como indicadora de esta preferencia del minador (22, 24, 39).

■ Metodología de muestreo

- Técnica de muestreo: Muestreo bietápico.

- Unidad de muestreo:

- U. primaria (UP): la planta.

- U. secundaria (US): • la hoja (pepino).
• el foliolo (tomate).



Foto 9 - Larva de mirador parasitada, en pepino.



Foto 10 - *L. trifolii*, con dos larvas del parásito *D. isaea*. (epidermis de la hoja levantada).



Foto 11 - Ninfas del parásito dentro de la galería.



Foto 12 - Adulto del parásito *D. isaea*.

- Tamaño muestral: UP = 50, US/UP = 3.

- Variable de evaluación: Proporción de hojas con presencia de galerías.

- Umbrales de peligrosidad y de tratamiento: Inicio del aumento exponencial de la proporción de hojas con síntomas.

- Este fitoparásito tiene preferencia, en cuanto a su actividad de ovoposición y alimentación, por los niveles medios y altos de la planta.

- La dispersión en la parcela se puede considerar uniforme, si bien las bandas y, en general, las zonas de penetración presentan un riesgo más elevado.

■ Distribución dentro de la planta (37)

- Parámetros a tener en cuenta:

- Distribución espacial de los distintos estados metamórficos.

- Presencia de picaduras.

- Superficie foliar afectada (presencia de galerías).

LIRIOMYZA HUIDOBRENSIS (Minador sudamericano)

- Originariamente descrita en Argentina (Blanchard). Ha sido citada en diversos países de América del Sur, USA y más recientemente en Europa (1979) (Holanda, Francia, España,) (5a, 8, 12, 18, 24).

- Su ovoposición está estrechamente asociada con las venas de la hoja y las minas las realiza más profundamente en el mesófilo, junto al envés (8).

- Es más tolerante al frío que *L. trifolii* (8).

- También resistente a insecticidas (8).

- Es parasitada por *Dacnusa sibirica* y *Diglyphus isaea* (12).

- Su ciclo de desarrollo es de unos 16 días a 25-26 °C (12, 35).

- Es muy polífaga. Plantas huéspedes son: apio, remolacha, pimiento, melón, lechuga, tomate, guisantes, berenjena, patatas, espinacas, habas, cebolla, ajos, judías, ... (3, 5a, 35, 45).

- Frecuentemente puede haber varias larvas juntas, produciendo amplias zonas minadas en la base de la hoja, lo que puede marchitarla (*L. strigata*), penetrando incluso en el nervio principal. Cuando las larvas están localizadas en el envés, las galerías son difíciles de apreciar por el haz de la hoja, pasando inadvertido su daño (5a, 18, 35, 45). (Fotos 19 a 22).

- Está citada como plaga muy importante en crisantemo, lechuga y patatas (8, 12, 24, 35).

■ Control químico

- Se ha utilizado tradicionalmente el tratamiento químico como único medio de control de los minadores, viéndose dificultado su éxito por:

- Su especial forma de vida (biología).

- Rápido desarrollo de resistencia a insecticidas, siendo ésta una de las características más significativas de *L. trifolii* y su capacidad para desplazar a otras especies próximas a ella (22, 24, 25, 33, 39).

- La mayoría de tipos de insecticidas han sido utilizados para el control de esta plaga, habiéndose producido una rápida resistencia a éstos y, por tanto, pérdida de su efectividad (25, 27, 28, 47).

- También se ha detectado resistencia cruzada en esta especie (28).

■ Insecticidas

- Insecticidas recomendados por el Grupo de trabajo de plagas de cultivos hortícolas para el control de minadores (1991):

- Entre los nuevos insecticidas, que se vienen utilizando contra minadores, están la Abamectina (Vertimec) y la Cyromazina (Trigard). Ambos compuestos dan unos excelentes resultados en el control de esta plaga. Son selectivos, no persisten en el medio ambiente, tienen baja toxicidad para mamíferos y son potencialmente compatibles con los enemigos naturales (38, 39, 42, 46, 47 y 48).

- La Abamectina es un insecticida-acaricida, con acción translaminar, procedente del microorganismo del suelo, *Streptomyces avermitilis*. Inhibe la ovoposición de la hembra y afecta a las larvas durante su eclosión y desarrollo (42, 44, 47).

INSECTICIDA	GRUPO QUÍMICO	AÑO DE SU PRIMER USO	AÑOS DE UTILIDAD EFECTIVA
Sulfato de Nicotina	Vegetal	1.945	?
Clordano	Clorado	1.947	11
Toxafemo	"	1.947	5
Paratión	Fosforado	1.948	10
Diazinón	"	1.958	3
Metil Azinfos	"	1.961	13
Dimetoato	"	1.961	13
Naled	"	1.961	13
Oxamilo	Carbamato	1.975	2
Metamidofos	Fosforado	1.977	4
Permetrin	Piretroide	1.978	2
Ciromazina	Hormonal	1.983	?

Cuadro .- Historia del uso de insecticidas sobre *Liriomyza* SPP. en Florida (Parrella and Keil, 84).

MATERIAS ACTIVAS	NOMBRES COMERCIALES Y EMPRESAS	CULTIVOS HORTÍCOLAS AUTORIZADOS EN ESPAÑA
Abamectina	Vertimec (MSD Agvet)	Apio y tomate
Acefato	Orthene (Agrocós, Cónдор, Shering)	Hortícolas en general
Cyromazina	Trigard (Ciba-Geigy)	Cucurbitáceas, apio, cebolla, guisantes, judías, lechuga, pimiento, tomate y zanahoria.
Fenitrotion	Producto común	Hortícolas (excepto crucíferas).
Naled	Lainsect (Lainco) • Ortodiagrex (Sadisa) • Ortho Dibrom (Shering, • Agrocros) • Verdeción (KenoGard)	Hortícolas en general
Pirazofos	Afugan (Argos,Cónдор)	Cucurbitáceas, judía, pimiento y tomate.
Quinalfos	Ekalux (Sandoz)	Alcachofas y patatas.

Cuadro .

- La Cyromacina se cree que actúa como regulador de crecimiento de insectos (IGR), específicamente como un inhibidor de quitina (42, 47, 50). Es sistémico y se puede emplear en el agua de riego.

■ **Parásitos (9, 12, 16, 25, 33, 36)** (Figs. 4 y 5) y (Fotos 9 a 12)

- Hasta 28 especies de parásitos de *L. trifolii* han sido identificadas (MINKENBERG AND LENTEREN, 86). Existe, por tanto, un importante complejo de

parásitos himenópteros asociado a los minadores, siendo los más conocidos:

- Himenópteros: (Ectoparásitos y endoparásitos de larvas y pupas). Las tres familias, junto con las especies de mayor incidencia, son:

- BRACONIDAE:

- *Dacnusa sibirica*
- *Opius pallipes*

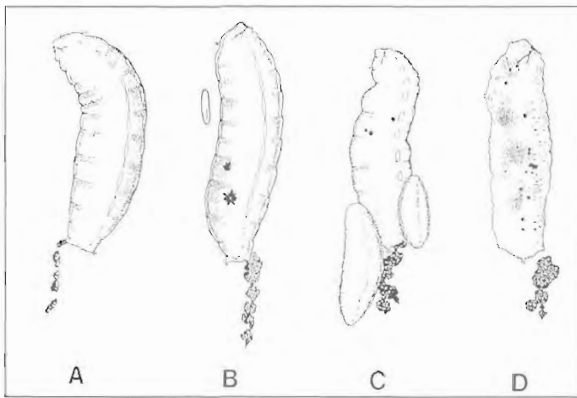


Figura 4 - *L. trifolii* y su parásito *D. isaea* (O.P. Minkenberg, 88)

A: Larva sin parasitar. B: Larva con huevo del parásito.
C: Minador con larvas del parásito. D: Minador con impactos de alimentación del parásito adulto.

- EULOPHIDAE: (más importante y numeroso)

- *Diglyphus isaea*
- *Diglyphus chabrias*
- *Chrysocharis parksi*
- *Cirrospilus vittatus*
- *Chrysonotomyia formosa*
- *Hemiptarsenus zilahisabessi*
- *Hemiptarsenus semialbiclava*

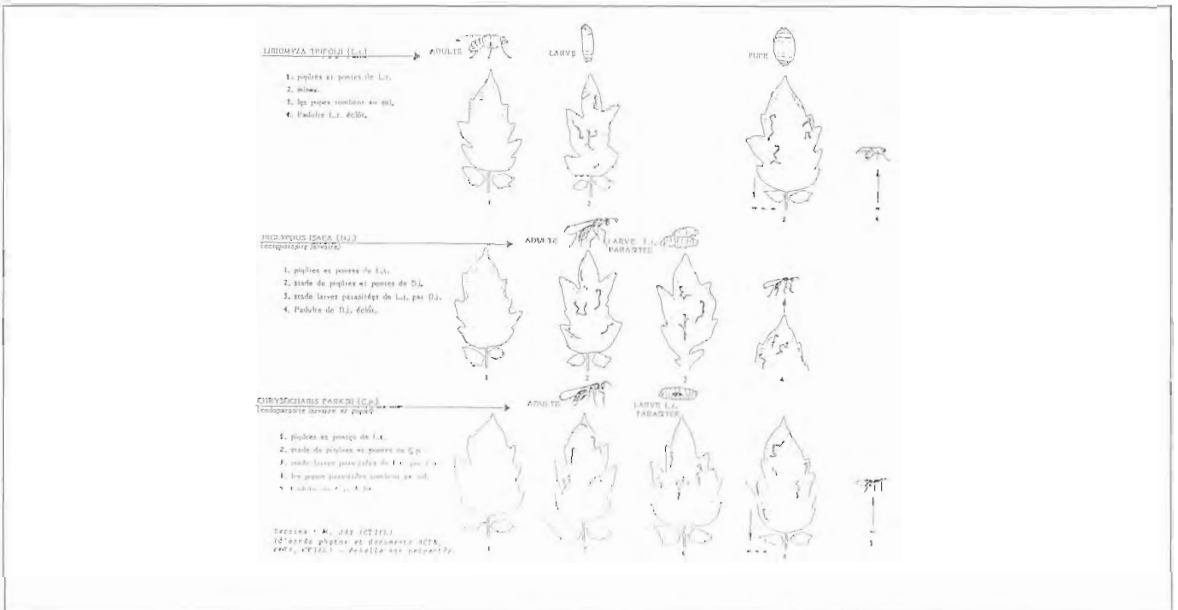


Figura 5 - Esquema de desarrollo de *L. trifolii* y dos de sus parásitos. (JAY, M.; ACTA, INRA, CTIFL).



Foto 13 - Daños de minadores en hoja de melón.



Foto 14 - Daños de minadores en hojas de judía.



Foto 15 - Daño de minadores en hojas de tomate.

- PTEROMALIDAE:

• *Halticoptera circulus*

- Los parásitos *D. sibirica*, y *D. isaea* son utilizados en control biológico.

- *D. sibirica*: Parasita las especies de minadores, *L. trifolii*, *L. strigata*, *L. bryoniae* y *L. huidobrensis*.

- *Opius pallipes*: Parasita *L. bryoniae* y *L. strigata*.

- *Diglyphus isaea*: Parasita *L. trifolii*, *L. bryoniae*, *L. strigata* y *L. huidobrensis*.

■ Lucha biológica contra minadores

Actualmente existen varias entidades privadas que comercializan algunos parásitos de minadores. Los más importantes son:

DACNUSA SIBIRICA (TELENGA) (9, 16, 22, 33, 50)

- Es un himenóptero endoparásito. Las hembras realizan la ovoposición en las larvas medianas y grandes del minador, en las cuales introducen el huevo. (Fotos 10 y 11).

- El adulto es de color negro y con largas antenas, con un tamaño de unos 3 mm (Foto 12).

- Las sueltas se realizan en estado de adulto a razón de 0,5/m² y por introducción, cuando aparezcan las primeras minas.

DIGLYPHUS ISAEA (WALKER) (9, 13, 14, 22, 33, 34)

- Hasta 18 huéspedes diferentes de minadores parasita esta especie (22).

- Es un himenóptero ectoparásito y gregario (se desarrolla más de uno sobre la larva del minador). (Fig. 4).

- Cuando va a ninfar construye de 6 a 8 pilares para evitar la obliteración de la mina, esta característica la diferencia de otros parásitos.

- El adulto mide alrededor de 1,5 mm de longitud y su cuerpo es oscuro con reflejos metálicos.

- Las hembras, antes de realizar la puesta, paralizan la larva del minador, parasitando en el 2^o-3^o estadio larval de éste.



Foto 16 - Galerías realizadas por *L. trifolii* en tomate.



Foto 17 - Galerías realizadas por *L. strigata* en tomate.



Foto 18 - Galerías realizadas por *L. strigata* en melón.



Foto 19 - Galerías realizadas por *L. huidobrensis* en pepino (vista por el haz de la hoja).



Foto 20 - Galerías realizadas por *L. huidobrensis* en pepino (vista por el envés de la hoja).

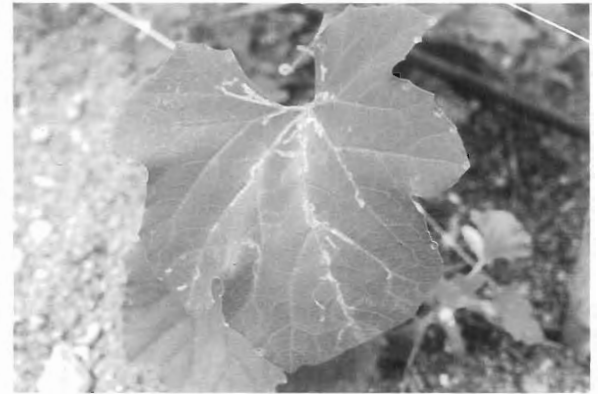


Foto 21 - Galerías realizadas por *L. huidobrensis* en melón (vista por el haz de la hoja).



Foto 22 - Galerías realizadas por *L. huidobrensis* en melón (vista por el envés de la hoja)

- Una característica importante de *D. isaea*, que aumenta su valor como parásito, es la fuerte mortandad que produce sobre las larvas de minadores al alimentarse sobre ellos (parasitoide). (Fig.4).

- Según Koppert, se recomienda la introducción de 0,2 *D.isaea*/m² cuando aparezcan las primeras infecciones, repitiendo el tratamiento a las 2-3 semanas de la primera introducción, si hay menos del 70% de nivel de parasitismo.

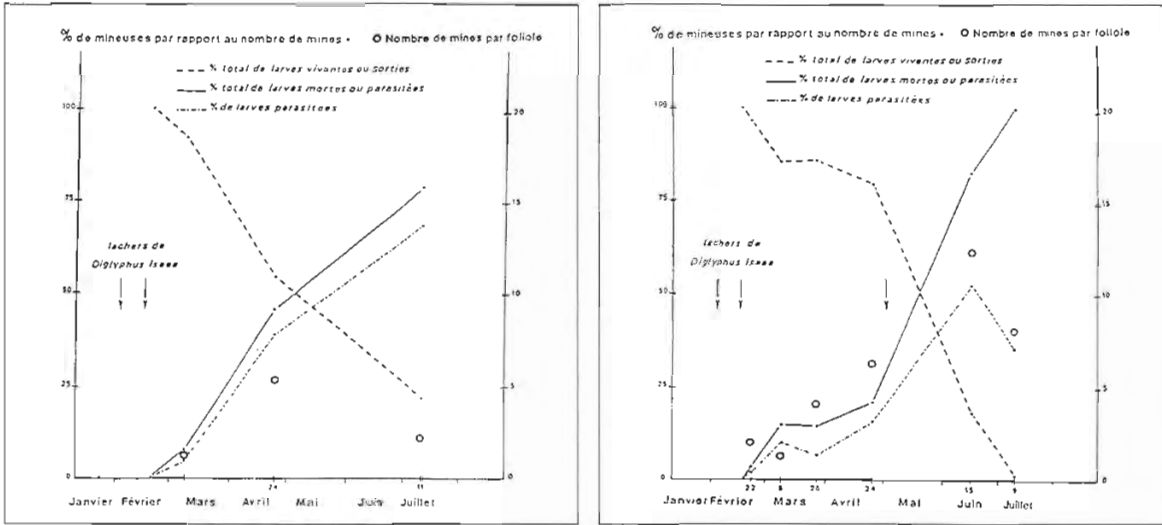


Figura 6 - Seguimiento minador y parásito. Tomate invernadero. (LYON, 86).

RECOMENDACIONES GENERALES (38, 39)

- Eliminación de malas hierbas, así como los restos de cultivos anteriores.
- Colocación de mallas en los laterales del invernadero.
- Proteger los primeros estados vegetativos de las plantas.

- Los tratamientos deberán realizarse preferentemente en las primeras horas de la mañana.
- La aplicación con insecticida no sistémico deberá darse mojando bien el perímetro completo de la planta.
- El control habrá de dirigirse en especial sobre los estadios larvarios.
- Los paneles amarillos engomados pueden ser empleados para detectar la presencia de minadores y para el seguimiento de poblacionales, pero no como medio de control (2, 22, 24, 38, 48, 53).

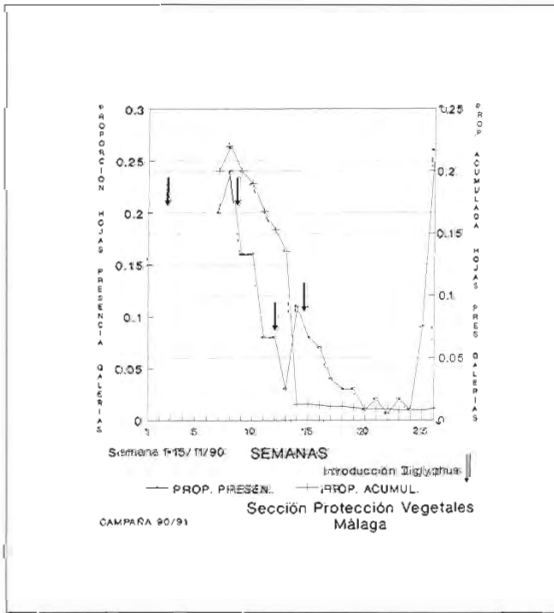


Figura 7 - Evolución *L. trifolii* en control integrado tomate. (E.E. La Mayora, C.S.I.C.).

CRITERIOS DE INTERVENCIÓN (18, 21, 27, 37, 38)

- La valoración del umbral de intervención, o de tratamiento, en los cultivos hortícolas es difícil de determinar. La relación población del minador, nivel de daño y reducción de rendimiento está influenciado por diversos factores:
 - Sensibilidad de la planta. Mayor tolerancia en tomate (50).
 - Estado de desarrollo del cultivo.
 - Especie de minador.
 - Nivel de parasitismo.
 - Método de control (Control integrado). (Fig. 6-7).

Todo ello influirá a la hora de nuestra decisión. Conocer, en definitiva, la problemática de esta plaga en cada caso concreto.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- (1).- D'AGUILAR, J. & MARTINEZ, M. (1.9799). Sur la présence en France de *Liriomyza trifolii* Burgess. (Dipt.: Agromyzidae). Bulletin de la Société Entomologique de France, Tome 84:143-146.
- (2).- D'AGUILAR, J.; MARTINEZ, M.; SUCH, A. (1.980). D'origine Americaine, un nouveau ravageur des cultures sous serre. Phytoma. Défense des cultures. No. 315:15-17.
- (3).- Anónimo (1.984). Fiches informatives OEPP sur les organismes de quarantaine. EPPO Bull. 14 (1): 29-37. list AI, No. 131.
- (4).- BETHKE, J.A. & PARRELLA, M.P. (1.985). Leaf puncturing, feeding and oviposition behaviour of *Liriomyza trifolii*. Entomol exp. appl. 39:149-154.
- (5a).- CABELLO, T. & BELDA, J. (1.992). *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard, 1.926) (Diptera: Agromyzidae) nueva especie de plaga en cultivos hortícolas en invernadero de España. Phytoma España. nº 42:37-43.
- (5b).- CHANDLER, L.D. & THOMAS, C.E. (1.991). Effect of leafminer feeding activity on the incidence of Alternaria leaf blight lesions on muskmelon leaves. Plant Disease, Vol. 75, No 9:938-940.
- (6).- FOSTER, R.E. & SANCHEZ, C.A. (1.988). Effect of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzadae) larval damage on growth, yield, and cosmetic quality of celery in Florida. Journal of Economic Entomology, 81 (6):1721-1725.
- (7).- HEYER, W. & RICHTER, S. (1.900). Investigations into the temperature related development of the Serpentine leafminer *Liriomyza trifolii* (Burgess) on beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Beitr. Ent Berlin 40(1): 259-264.
- (8).- HUME, H.; DUNNE, R; O'CONNOR, J.P. (1.990). *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae).- An imported pest new to Ireland. Ir. Nat J., Vol. 23., No 8:325-326.
- (9).- HUSSEY, N.W. & SCOPES, N. (Eds.) (1.985). *Biological pest control. The glasshouse experience*. Cornell Univ. Press: 240 pp.
- (10).- KEULARTS, J.L.W. & LINDQUIST, R.K. (1.987). *Liriomyza trifolii* (Burgess). Infestations and yields of greenhouse tomato. Bulletin SROP 10 (2): 74-77.
- (11).- LEIBEE, G.L. (1.984). Influence of temperature on development and fecundity of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) on celery. Environmental Entomology, 13, (2):497-501.
- (12).- LENTEREN, J.C. VAN. (1.991). Sting. Newsletter on Biological control in greenhouse. No. 11:38-39.
- (13).- LINDEN, A. VAN DER & ACHTERBERG, C. VAN (1.989). Recognition of eggs and larvae of the parasitoids of *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae; Hymenoptera: Braconidae and Eulophidae). Ent. Ber. Amst. 49 (9):138-140.
- (14).- LYON, J.P. (1.986). Problèmes particuliers posés par *Liriomyza trifolii* Burgess (Diptera: Agromyzidae) et lutte biologique contre ce nouveau ravageur des cultures protégées. Les Colloques de INRA, No 34:85-97.
- (15).- MARTIN, CH. (1.984). La mineuse américaine: *Liriomyza trifolii*. Premier bilan en Roussillon. Eléments de prophylaxie. P.H.M. Revue Horticole, No. 244:39-43.
- (16).- MARTIN, CH. (1.985). Lutte intégrée en Roussillon perspectives et réalités. P.H.M. Revue Horticole, No. 261:45-49.
- (17).- MENKEN, S.B.J. & ULENBERG, S.A. (1.986). Allozymatic diagnosis of four economically important *Liriomyza* species (Diptera, Agromyzidae). Ann. appl. Biol.,109:41 -47.
- (18).- MILLER, G.M. (1.978). *Liriomyza* spp. and other American leafminer pests associated with chrysanthemums, (Diptera:Agromyzidae). EPPQ. Publ. (c) No. 57: 28-33.
- (19).- MILLER, G.W. & ISGER, M.B. (1.985). Effects of temperature on the development of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae). Bulletin of Entomological research. 75(2):321-328.
- (20).- MINKENBERG, O.P.J.M. (1.988a). Dispersal of *Liriomyza trifolii*. Bulletin OEPP 18:173-182.
- (21).- MINKENBERG, O.P.O.J.M. (1.988b). Life history of the agromyzid fly *Liriomyza trifolii* on tomato at different temperatures. Entomol. exp. appl. 48:73-84.
- (22).- MINKENBERG, O.P.O.J.M & LENTEREN, J.C. VAN (1.986). The leafminers *Liriomyza bryoniae* and *L. trifolii* (Diptera: Agromyzidae), their pasasites and host plants: a review. Agricultural University Wageningen Papers, 86-2. 50 pp.

- (23).- PARRELLA, M.P. (1.984). Effect of temperature on oviposition, feeding, and longevity of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). The Canadian Entomologist, 116:85-92.
- (24).- PARRELLA, M.P. (1.987). Biology of *Liriomyza*. Ann. Rev. Entomol, 32: 201-224.
- (25).- PARRELLA, M.P. & KEIL, C.B. (1.984). Insect pest management: The lesson of *Liriomyza*. Bulletin of the Entomological Society of America. 30 (2): 22-25.
- (26).- PARRELLA, M.P. & ROBB, K.L. (1.985). Economically important members of the genus *Liriomyza* Mik: A selected bibliography. Miscellaneous Publications of the Entomological Society of America, No. 59: 26 pp.
- (27).- PARRELLA, M.P.; ALLEN, W.W.; MORISHITA, P. (1.981). Leafminer species causes California mum growers new problems. California Agriculture, Vol. 35 (9/10): 28-30.
- (28).- PARRELLA, M.P.; KEIL, C.B.; MORSE, J.G. (1.984). Insecticide resistance in *Liriomyza trifolii*. California Agriculture, Vol. 38 (1/2):22-23.
- (29).- PARRELLA, M.P.; ROBB, K.L.; BETHKE, J. (1.983). Influence of selected host plants on the biology of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). Annals of the Entomological Society of America. Vol. 76 (1):112-115.
- (30).- PARRELLA, M.P.; JONES, V.P.; YOUNGMAN, R.R.; LEBEK, L.M. (1.985). Effect of leaf mining and leaf tipping of *Liriomyza* spp. on photosynthetic rates of chrysanthemum. Annals of the Entomological Society of America. Vol. 78 (1):90-93.
- (31).- PARRELLA, M.P.; ROBB, K.L.; VIRZI, J.K.; DYBAS, R.A. (1.988). Analysis of the impact of Abamectin on *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae). The Canadian Entomologist. Vol. 120:831-837.
- (32).- PEÑA, M.A. (1.985).- Influencia de la temperatura en el desarrollo de *Liriomyza trifolii* Burgess (Diptera, Agromyzidae), bajo condiciones controladas. Suplemento nº 1. Boletim da Sociedade Portuguesa de Entomología. Vol.2:213-222.
- (33).- PEÑA, M.A. (1.986). Biología y control de *Liriomyza trifolii* (Burgess, 1.880) (Diptera, Agromyzidae). Cuadernos de Fitopatología, 3 (8):105-129.
- (34).- PEÑA, M.A. (1.988). Primeras experiencias de lucha biológica contra *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera:Agromyzidae) con *Diglyphus isaea* (Walk.) (Hym.,Eulophidae) en las Islas Canarias. Boletín Sanidad Vegetal Plagas, 14:439-445.
- (35).- PRANDO, H.F. & CRUZ, F.Z. DA (1.986). Aspectos de biología de *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard, 1.926) (Diptera, Agromyzidae) en laboratorio. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil. 15 (1):77-88.
- (36).- PRIETO, A.J. & CHACON, P. (1.980). Biología y ecología de *Liriomyza trifolii* Burgess (Diptera: Agromyzidae) minador del crisantemo en el Departamento del Cauca. Revista Colombiana de Entomología, Vol. 6. No. 3 y 4.
- (37).- ROALES, J. & SANCHEZ, J.M. (1.982). Contribución al estudio de la distribución en plantas de judía y de la elección de la unidad óptima de muestreo para estimar poblaciones de *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera:Agromyzidae). Trabajo no publicado. Servicio de Protección de los Vegetales. Málaga.
- (38).- SANCHEZ, J.M. (1.986). Contribución al conocimiento de minadores de hojas *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) en hortalizas. 2º Symposium Nacional de Agroquímicos. Sevilla, 27 pp.
- (39).- SANCHEZ, J.M. (1.989). Plagas de las plantas hortalizas: Minadores de las hojas. Revista El Campo. BBV. Sanidad Vegetal: (2) Plagas. nº 113:56-59.
- (40).- SANCHEZ, J.M. (1.991). Plagas del tomate: Bases para el control integrado. Minadores de hojas: 111-118. Centro de Publicaciones MAPA.
- (41).- SCHREINER, I.; NAFUS, D.; BJORK, C. (1.986). Control of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) on vineyard-long (*Vigna unguiculata*) and pole beans (*Phaseolus vulgaris*) on Guam: effect on yield loss and parasite numbers. Tropical Pest Management, 32 (4):333-337.
- (42).- SCHUSTER, D.J. & EVERETT, P.H. (1.983). Response of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) to insecticides on tomato. Journal of Economic Entomology, Vol 76 (5):1.170-1.174.
- (43).- SCHUSTER, D.J. & PATEL, K.J. (1.985). Development of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) larvae on tomato at constant temperatures. Florida Entomologist, 68 (1):158-161.

• (44).- SCHUSTER, D.J. & TAYLOR, J.L. (1.987). Residual activity of Abamectin against *Liriomyza trifolii* (Diptera:Agromyzidae). The Florida Entomologist, Vol. 70 (3):351-354.

• (45).- SPENCER, K.A (1.973). *Agromyzidae (Diptera) of economic importance*.- Dr. W. Junk.B.V., Publishers, The Hague.Series Entomologica, Vol. 9: 1-418.

• (46).- TRUMBLE, J.T. (1.985a). Integrated pest management of *Liriomyza trifolii*: influence of avermectin, cyromazine, and methomyl on leafminer ecology in celery. Agriculture Ecosystems and Environment, 12: 181-188.

• (47).- TRUMBLE, J.T. (1985b). Planning ahead for leafminer control. Rotating control compounds may delay development of resistance. California Agriculture, Vol. 39, No. 7-8:8-9.

• (48).- TRUMBLE, J.T. (1.990). Vegetable insect control with minimal use of insecticides. HortScience, Vol. 25 (2):159-164.

• (49).- VAN ELFEREN, J.H.W.M. & YATHOM, S. (1.989). The bionomics of *Liriomyza trifolii* on gypsophila and bean leaves. Phytoparasitica, 17 (4):241-250.

• (50).- VAN DE VEIRE, M. (1.988). Vers une lutte intégrée contre les mouches mineuses de la tomate cultivée sous serre. Revue de l'Agriculture, nº 1, Vol. 41:46-51.

• (51).- VERCAMBRE, B. (1.980). Etudes réalisées a la réunion sur la mouche maraichere: *Liriomyza trifolii* Burgess. Revue Agricole et Sucriere de l'île Maurice, Vol. 59 (3):147-157.

• (52).- WANG, C.L. & F.C. (1.988). A newly invaded insect pest *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in Taiwan. Jour. Agric. Res. China, 37 (4):453-457.

• (53).- ZEHNDER, G.W. and TRUMBLE, J.T. (1.984). Spatial and diel activity of *Liriomyza* especies (Diptera: Agromyzidae) in fresh market tomatoes. Environmental Entomology, Vol. 13 (5):1411-1416.

TAMBIÉN SE HA CONSULTADO DOCUMENTACIÓN PERTENECIENTE A:

- JAY, M (ACTA, INRA, CTILF).
- Casas comerciales de insectos auxiliares:
 - DUCLOS, lutte integree. 86, Route Nationale-Septemes-Les Vallons (Francia).
 - KOPPERT B.V. Veilingweg 17, 2651BE Berkel en Rodenrijs (Holanda).
 - Vademecum de productos fitosanitarios y nutricionales. Carlos de Liñán Vicente (1.992).

REFERENCIAS POR TEMAS

TEMA	NÚMEROS DE LA REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA
Biología (Factores bióticos y abióticos)	3,4,7,11,15,18,19,21,22,23,24,29,30,32,33,36,38,39,43,49,51 y 53.
Control químico (Insecticidas recomendados)	22,24,25,27,28,31,33,38,39,42,44,46,47 y 50
Descripción de daños	3,4,5,5a,6,7,10,15,18,22,24,30,38,39,42,49 y 50.
Descripción y datos morfológicos	1,2,3,11,15,18,21,22,33,36,38 y 45.
Diferenciación de especies	1,2,3,5a,8,12,17,18,22,24,25,26,27,30,35,38,45 y 52.
Origen y distribución geográficas	1,2,3,18,20,22,25,27,33,36 y 38.
Paneles trampa Parásitos y control biológicos	2,22,24,38,48 y 53. 9,13,14,16,20,22,25,33,34,36,38,48 y 50.
Plantas huéspedes	1,2,3,18,22,24,33,39,45 y 51.
Recomendaciones generales	38 y 39.
Resistencia a insecticidas	22,24,25,27,28 y 47.
Seguimientos y muestreos	18,21,27,37,38 y 41.

FRANKLINIELLA OCCIDENTALIS (THYSANOPTERA; THRIPIDAE)

Plaga de Cultivos Hortícolas en Invernadero

¹**TOMÁS CABELLO**

²**ELENA BENITEZ**

*Entomología Agrícola
Escuela Politécnica Superior, Univ. de Almería*

³*C.I.D.H. (Almería)*

INTRODUCCIÓN

El trips de las flores (*Frankliniella occidentalis* Pergande) es una especie plaga perteneciente al Orden Thysanoptera. Este grupo de insectos muy pequeños comprende más de 5.000 especies (LEWIS, 1973; ANANTHAKRISHNAN, 1979). A nivel mundial, varias especies de trips han sido citadas en cultivos en invernaderos de Europa, de ellas son: *Thrips tabaci* y, más recientemente *F. occidentalis*, las que tienen una mayor incidencia económica (SUNDERLAND *et al.*, 1992). El origen de *F. occidentalis* se localiza en la zona oeste de Estados Unidos, en los años 80 se extendió por todo Estados Unidos y Canadá. Su llegada al continente Europeo ocurrió en 1983 en Holanda, posteriormente se introdujo en Dinamarca (1985), Francia (1986), Reino Unido (1986), Alemania (1987) y Finlandia (1987) (SUNDERLAND *et al.*, 1992).

En nuestro país fue detectada en 1986 en Almería, e identificada por el Dr. Lacasa (RODRIGUEZ y BELDA, 1989). Desde su introducción y dispersión por los cultivos en invernaderos de nuestra zona llegó a causar muy graves daños (CABELLO *et al.*, 1990b). En la actualidad en nuestros invernaderos no constituye una plaga muy grave, salvo en algunos cultivos, por sus daños directos, gracias a dos causas: el mejor conocimiento que poseen Agricultores y Técnicos de la misma, así como por la aparición de productos plaguicidas de buena efectividad y la adopción de otras medidas preventivas. Sin embargo, sus daños indirectos al ser vector del virus del bronceado del tomate, si siguen siendo graves (BELDA, 1991, 1992).

A pesar de lo mencionado anteriormente, su importancia económica en nuestros invernaderos debe ser aún clave, si consideramos que se siguen realizando

aplicaciones frecuentes de plaguicidas contra esta plaga. En un estudio reciente de las 40 materias activas insecticidas/acaricidas empleadas, el 11,52 % correspondieron a productos contra esta plaga, destacando entre todos los plaguicidas el metiocarb en tercer lugar por importancia sobre las 40 materias activas (8,32 % de utilización); empleándose en cultivos de berenjena, calabacín, judías, melón, pepino, pimiento y tomate (CABELLO y CAÑERO, 1994a,b,c).

Hay que señalar también que existe una relación bibliográfica, hasta 1988, sobre esta especie plaga (MANTEL, 1989).

DESCRIPCIÓN

Para la identificación de la especie, a nivel taxonómico, existen unas claves actualizadas de PALMER *et al.* (1989) que recogen las especies de importancia económica, además su utilización es relativamente asequible. También se pueden citar las claves de MOULTON (1948) y ORTIZ (1977) a nivel sólo del género *Frankliniella*. Para las especies plagas presentes en nuestro país existen las claves de LACASA (1990).

Siguiendo a BOURNIER y BOURNIER (1987) y LACASA (1987b, 1990) la morfología de los distintos estados de *F. occidentalis* es la siguiente:

■ Hembra adulta (Foto 1)

Longitud total de 1,2 mm. Coloración: formas estivales de blanco a amarillo pálido con manchas tostadas sobre la parte dorsal del abdomen. El borde ante-



Foto 1 - Hembra adulta de *Frankliniella occidentalis*.

rior de los terguitos abdominales están orlados de color tostado y de una banda mediana que va de un borde al otro del terguito. Las formas invernales enteramente oscuras. Entre dichas dos coloraciones existen formas intermedias.

Las antenas tienen una coloración casi constante con un tono moreno un poco más acusado en las formas oscuras. Las alas están ligeramente ahumadas. Las setas del cuerpo son tostadas.

La cabeza es poco más larga (154 μm .) que ancha (130 μm .), con ojos compuestos, poco salientes, mejillas subparalelas. Occiput llevando algunas estriás transversales. Las antenas (long: 30-32 μm) están formadas por 8 artejos (los dos últimos más pequeños), los artejos 3º y 4º están provistos de conos sensoriales bifurcados y el 6º de uno monofocal. En cuanto a la coloración, los artejos 1º, 3º y 4º son de tono más claro que el resto.

El tórax presenta un protórax de coloración clara, estando muy unido a la cabeza. Este segmento presenta dos pares de setas anterangulares y otras dos postangulares, en los dos casos de gran longitud y de color negro. El mesotórax o segmento medio del tórax y la parte final o metatórax forma una pieza única. Las alas, formadas por dos pares, presentan las anteriores acabadas en punta de flecha, nerviadura costal, y una nerviadura principal y otra secundaria que soporta, como media, de 15 a 20 setas fuertes y oscuras. No existen nervios transversales. En el borde posterior se aprecia una doble fila de cilios. El par de alas posteriores no presenta nervios, ni caracteres de valor taxonómico. Por último, dentro del tórax, las patas no

presentan particularidades de interés en la identificación de la especie.

El abdomen de los adultos de generaciones estivales es casi completamente claro, los de las generaciones invernales lo presentan totalmente oscuro. Los bordes laterales del abdomen son convexos, presentan una curvatura dorsal en el extremo. Los terguitos de los segmentos 4º a 8º tienen una pequeña línea oblicua de microsetas o "ctenidias", visibles en preparaciones microscópicas. En el terguito del 8º segmento, la ctenidia está en posición anterolateral en relación al espiráculo, lo que caracteriza al género *Frankliniella*. En el borde posterior de dicho terguito se presenta un "peine" completo de microsetas.

■ Machos

Netamente más pequeños y delicados que las hembras. Coloración clara.

■ Estados inmaduros

Presenta cuatro estados de desarrollo huevo, larva, pupa y pupa. Los huevos son reniformes. El estado de larva presenta dos estadios, mediando entre ellos una muda. Las larvas I, o neonatas, son de color blanco-hialino y posteriormente viran a tonalidades amarillentas. Morfológicamente se parecen a los adultos, aunque sin alas, carecen de ocelos y las antenas tienen un menor número de artejos. Tras la primera muda, la larva II adquiere coloración amarillo-ceroso y alcanza las dimensiones máximas (Foto 2). Después de la segunda muda aparece la

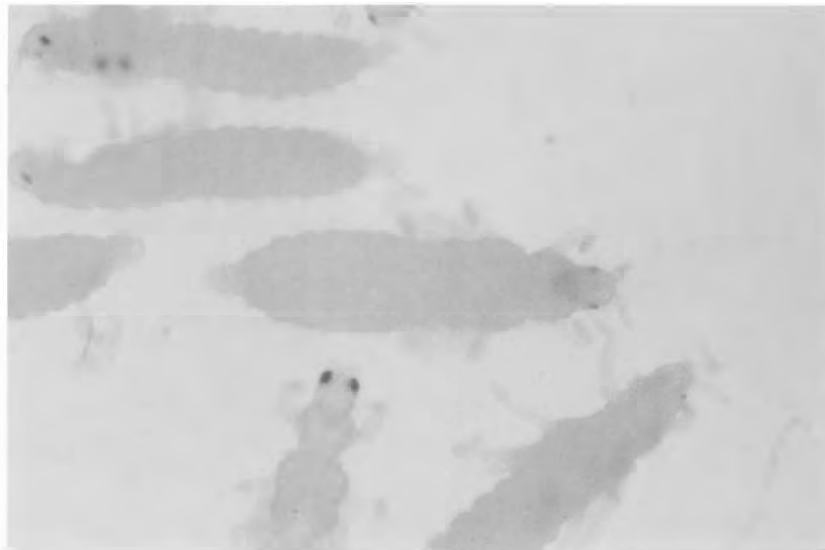


Foto 2 - Larva de *Frankliniella occidentalis*.

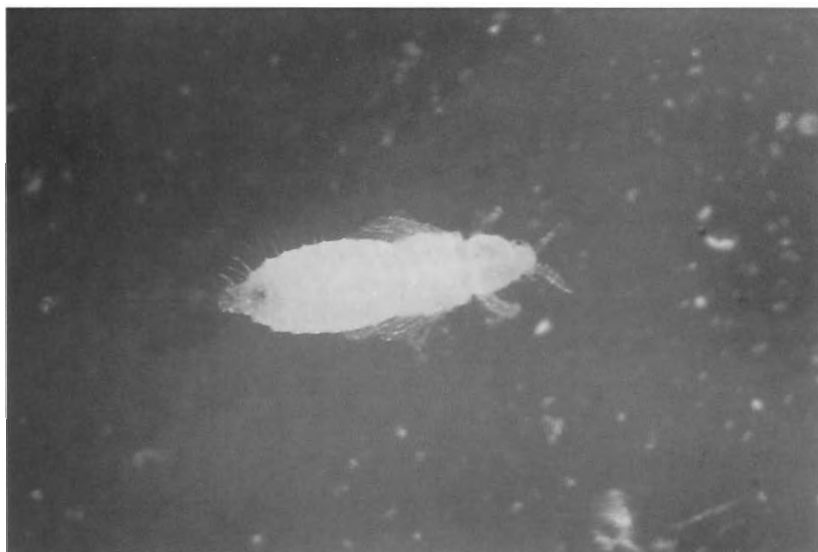


Foto 3 - Prepupa de *Frankliniella occidentalis*.



Foto 4 - Pupa de *Frankliniella occidentalis*.

prepupa, que presenta pequeños esbozos alares, antenas muy cortas sin artejos diferenciados, color blanquecino, quietotaxia acentuada (más próxima a la del adulto que a la de la larva) y nula actividad (Foto 3). Otra muda da lugar a la pupa (Foto 4), también sin movilidad, pero con los esbozos alares más desarrollados y antenas diferenciadas en artejos. Estas se encuentran plegadas sobre el dorso del insecto. El estado de pupa tiene las mismas dimensiones que las del adulto.

PLANTAS HOSPEDANTES

F. occidentalis es una especie muy polífaga pudiendo utilizar más de 250 especies cultivadas (leñosas,

herbáceas y ornamentales), así como malas hierbas (YUDIN *et al.*, 1986; OLIVER y BAKER, 1986; MANTEL y VRIE, 1988; YUDIN *et al.*, 1988; CHO *et al.*, 1989; STOBBS *et al.*, 1992).

En nuestro país, la lista de cultivos en los que se ha detectado esta especie es muy amplia (LACASA y MARTINEZ, 1991; LACASA, 1992; LACASA *et al.*, 1992):

■ Cultivos hortícolas

Acelga, ajo, alcachofa, apio, berenjena, brocoli, calabacín, cebolla, colchica, coliflor, escarola, espárrago, espinaca, fresón, guisante, haba, judía, lechuga, melón,

patata, pepino, perejil, pimiento, puerro, repollo, sandía, tomate, zanahoria, etc.

■ **Cultivos ornamentales**

Alstroemeria, anémona, aster, azalea, azucena, begonia, cala, caléndula, ciclamen, clavel, crisantemo, frezia, geranio, gerbera, gladiolo, gipsófila, hibisco, impatiens, liatris, limonium, margarita, nardo, pensamiento, petunia, ranúncula, rosa, saintpaulia, strelitzia, tulipán, vinca, etc.

■ **Cultivos frutales**

Albaricoquero, almendro, ciruelo, cítricos, manzano, melocotonero, nectarina, nispero, parral, etc.

■ **Otros cultivos**

Algodonero, alfalfa, etc.

En la provincia de Almería se ha detectado esta especie en 8 cultivos hortícolas en invernaderos (berenjena, calabacín, judía, melón, pepino, pimiento, sandía, tomate), en 21 cultivos ornamentales, en otros 10 cultivos y en 12 plantas adventicias (LACASA, 1987a, RODRIGUEZ y BELDA, 1989).

BIOLOGÍA

F. occidentalis es un insecto que presenta, en su desarrollo los estados de huevo, larva (dos estadios: larva I y larva II), un estado de prepupa y un estado de pupa, estos últimos a veces denominados ninfa por

ESTADO/ESTADIO	TEMP. (°C)	PLANTA HOSPEDANTE	DURACIÓN (DÍAS)	REFERENCIA
HUEVO	15	rábano	13,0	BRYAN y SMITH (1956)
	15	judías	11,2	LUBLINKHOF y FOSTER (1977)
	15	crisantemo	10,1	ROBB (1989)
	20	rábano	6,0	BRYAN y SMITH (1956)
	20	judías	6,4	LUBLINKHOF y FOSTER (1977)
	20	cacahuete	7,1	LOWRY <i>et al.</i> (1992)
	20	crisantemo	6,6	ROBB (1989)
	25	cacahuete	6,3	LOWRY <i>et al.</i> (1992)
	25	crisantemo	3,2	ROBB (1989)
	25	crisantemo	2,0	BENE y GARGANI (1989)
	25	pimiento	3,2	LACASA (1990)
	30	judías	4,3	LUBLINKOF y FOSTER (1977)
	30	cacahuete	-	LOWRY <i>et al.</i> (1992)
	30	crisantemo	2,5	ROBB (1989)
35	crisantemo	2,4	ROBB (1989)	
LARVA I	15	rábano	7,0	BRYAN y SMITH (1956)
	15	judías	4,9	LUBLINKHOF y FOSTER (1977)
	15	crisantemo	5,6	ROBB (1989)
	20	rábano	3,3	BRYAN y SMITH (1956)
	20	judías	2,3	LUBLINKHOF y FOSTER (1977)
	20	cacahuete	1,3	LOWRY <i>et al.</i> (1992)
	20	crisantemo	2,9	ROBB (1989)
	25	cacahuete	1,1	LOWRY <i>et al.</i> (1992)
	25	crisantemo	1,6	ROBB (1989)
	25	crisantemo	2,1	BENE y GARGANI (1989)
	25	pimiento	2,4	LACASA (1990)
	30	judías	1,1	LUBLINKOF y FOSTER (1977)
	30	cacahuete	-	LOWRY <i>et al.</i> (1992)
	30	crisantemo	1,3	ROBB (1989)
35	crisantemo	1,4	ROBB (1989)	

Cuadro 1.- Duración del desarrollo de *F. Occidentalis* según temperatura y planta hospedante.

(continuación)

ESTADO/ESTADIO	TEMP. (°C)	PLANTA HOSPEDANTE	DURACIÓN (DÍAS)	REFERENCIA
LARVA II	15	rábano	12,0	BRYAN y SMITH (1956)
	15	judías	9,1	LUBLINKHOF y FOSTER (1977)
	15	crisantemo	11,5	ROBB (1989)
	20	rábano	5,7	BRYAN y SMITH (1956)
	20	judías	5,2	LUBLINKHOF y FOSTER (1977)
	20	cacahuete	6,1	LOWRY <i>et al.</i> (1992)
	20	crisantemo	9,4	ROBB (1989)
	25	cacahuete	3,6	LOWRY <i>et al.</i> (1992)
	25	crisantemo	4,6	ROBB (1989)
	25	crisantemo	4,4	BENE y GARGANI (1989)
	25	pimiento	4,9	LACASA (1990)
	30	judías	4,3	LUBLINKOF y FOSTER (1977)
	30	cacahuete	-	LOWRY <i>et al.</i> (1992)
	30	crisantemo	2,6	ROBB (1989)
35	crisantemo	3,2	ROBB (1989)	
PREPUPA	15	rábano	4,2	BRYAN y SMITH (1956)
	15	judías	2,9	LUBLINKHOF y FOSTER (1977)
	15	crisantemo	3,6	ROBB (1989)
	20	rábano	2,0	BRYAN y SMITH (1956)
	20	judías	2,2	LUBLINKHOF y FOSTER (1977)
	20	cacahuete	1,0	LOWRY <i>et al.</i> (1992)
	20	crisantemo	2,1	ROBB (1989)
	25	cacahuete	1,0	LOWRY <i>et al.</i> (1992)
	25	crisantemo	1,1	ROBB (1989)
	25	crisantemo	1,7	BENE y GARGANI (1989)
	25	pimiento	1,8	LACASA (1990)
	30	judías	1,4	LUBLINKOF y FOSTER (1977)
	30	cacahuete	-	LOWRY <i>et al.</i> (1992)
	30	crisantemo	0,8	ROBB (1989)
35	crisantemo	1,0	ROBB (1989)	
PUPA	15	rábano	8,0	BRYAN y SMITH (1956)
	15	judías	5,5	LUBLINKHOF y FOSTER (1977)
	15	crisantemo	8,6	ROBB (1989)
	20	rábano	4,8	BRYAN y SMITH (1956)
	20	judías	2,8	LUBLINKHOF y FOSTER (1977)
	20	cacahuete	2,0	LOWRY <i>et al.</i> (1992)
	20	crisantemo	5,0	ROBB (1989)
	25	cacahuete	2,0	LOWRY <i>et al.</i> (1992)
	25	crisantemo	2,5	ROBB (1989)
	25	crisantemo	2,0	BENE y GARGANI (1989)
	25	pimiento	4,1	LACASA (1990)
	30	judías	1,5	LUBLINKOF y FOSTER (1977)
	30	cacahuete	-	LOWRY <i>et al.</i> (1992)
	30	crisantemo	1,9	ROBB (1989)
35	crisantemo	1,9	ROBB (1989)	
TOTAL DESARROLLO	15	rábano	44,2	BRYAN y SMITH (1956)
	15	judías	33,6	LUBLINKHOF y FOSTER (1977)
	15	crisantemo	39,4	ROBB (1989)
	20	rábano	21,8	BRYAN y SMITH (1956)
	20	judías	18,9	LUBLINKHOF y FOSTER (1977)
	20	cacahuete	18,7	LOWRY <i>et al.</i> (1992)
	20	crisantemo	26,0	ROBB (1989)
	25	cacahuete	13,8	LOWRY <i>et al.</i> (1992)
	25	crisantemo	13,0	ROBB (1989)
	25	crisantemo	12,2	BENE y GARGANI (1989)
	25	pimiento	16,4	LACASA (1990)
	30	judías	12,6	LUBLINKOF y FOSTER (1977)
	30	cacahuete	-	LOWRY <i>et al.</i> (1992)
	30	crisantemo	9,1	ROBB (1989)
35	crisantemo	10,0	ROBB (1989)	

Cuadro 1.- Duración del desarrollo de *F. Occidentalis* según temperatura y planta hospedante.

algunos autores (ninfa I y ninfa II) (LEWIS, 1973; BOURNIER, 1983). La duración del desarrollo varía entre 10 y 44 días, dependiendo fundamentalmente de la temperatura y la planta hospedante (como se detalla en el apartado de ecología), hecho común en las especies de trips (ANANTHAKRISHMAN, 1993).

Aunque la reproducción de esta especie plaga es poco conocida, erróneamente algunos autores han manifestado que la misma es sexual y/o partenogenética. Sin embargo, esta especie presenta únicamente una reproducción por partenogénesis arrenotóquica, de manera que la determinación del sexo se produce por haplodiploidía. Las hembras adultas vírgenes producen partenogenéticamente sólo machos, para que tengan descendencia de hembras también debe existir apareamiento (HIGGINS y MYERS, 1992). Ello significa que los machos son cromosómicamente haploides, originándose de óvulos no fertilizados, y las hembras son diploides, formadas a partir de óvulos fertilizados.

Los adultos, machos y hembras, parecen presentar un comportamiento de llegada a los cultivos, al aire libre, en forma masiva entre las 7 y 11 horas de la mañana, con un máximo alrededor de las 7:54 horas, presentando las hembras una preferencia por las flores para la realización del apareamiento y oviposición (ROSENHEIM *et al.*, 1990; TERRY y GARDNER, 1990).

En cultivo de pimiento y pepino en invernadero, la proporción de sexos de los adultos está directamente relacionada con la densidad de población en las plantas. A baja densidad el porcentaje de machos, capturados en trampas adhesivas, es muy alto (80-100%); por el contrario al aumentar la población predominan las hembras (60-90 %) en las capturas (HIGGINS y MYERS, 1992).

Los adultos presentan una longevidad de 2 a 70 días, dependiendo de la temperatura y planta hospedante. Las hembras, después de un período de preoviposición corto (aproximadamente de 2 días), ovipositan, insertando los huevos con el ovipositor en los tejidos tiernos del vegetal (hojas, flores o frutos), debajo de la epidermis. Sin embargo tiene preferencia por las estructuras florales (TERRY y GARDNER, 1990).

Las larvas eclosionan en 2 a 13 días, pasando por dos estadios (larva I y II) en los cuales incrementa su tamaño debido a su actividad alimenticia sobre el tejido del vegetal, siendo la duración de dichos estadios de 1 a 7, y de 2 a 12 días, respectivamente. Posteriormente pasa el insecto por dos estadios: prepupa y pupa, en los cuales el insecto no se alimenta y prácticamente no se mueve, dichos estados ocurren en el suelo a pocos centímetros de profundidad, y menos frecuentemente,

sobre la epidermis de la planta. La duración de estos estadios es de 1 a 4, y de 2 a 9 días, respectivamente. Finalmente emergen los adultos con lo que se completa el ciclo del insecto (LACASA, 1987a, 1992; PEÑA ESTEVEZ, 1987; ROBB, 1989; LACASA *et al.*, 1992).

Igualmente hay que indicar que el número de generaciones se acorta con temperaturas altas, pudiendo presentarse hasta 12-15 generaciones/año en cultivos en invernaderos (OLIVER y BAKER, 1986), existiendo además un solape entre generaciones.

Otro aspecto en la biología de esta especie plaga hace referencia a su actividad de alimentación. Aunque es básicamente herbívoro, ya que se alimenta superficialmente sobre tejido de hojas, flores y frutos, y también utiliza el néctar y el polen, puede llegar a actuar como depredador (TRICHILO y LEIGH, 1986).

Para la alimentación, las larvas y adultos clavan sus estiletes, rasgando las paredes del tejido vegetal e inyecta saliva, cuyos componentes comienzan la digestión de los contenidos celulares. Luego aspira el jugo mediante la faringe, que actúa como bomba de succión. Ello da lugar a placas plateadas o decoloradas sobre el tejido afectado (LACASA *et al.*, 1992).

ECOLOGÍA

Las poblaciones de esta especie plaga se encuentran sometidas a los efectos de varios factores, tanto bióticos como abióticos. Según la bibliografía consultada, los más importantes se detallan en los epígrafes siguientes.

FACTORES ABIÓTICOS

Entre los factores abióticos que han recibido una mayor dedicación han sido la temperatura y la planta hospedante. Los Cuadros 1 y 1(cont.) recogen los efectos de dichos factores sobre el desarrollo de *F. occidentalis*. En relación con la temperatura, se puede observar que existe un efecto claro de acortamiento del tiempo de desarrollo con el incremento de la temperatura, desde los algo más de 40 días a 15 °C hasta los 10 días a 35 °C, con efectos más claros en los estados, o estadios, de mayor duración (huevo, larva II y pupa). Igualmente se puede observar un efecto claro del hospedante sobre la duración del desarrollo, a igual temperatura ensayada, pero que es más destacable a temperaturas bajas; por lo que es probable que exista un efecto conjunto de ambos factores, como queda claro que a 30 ó más grados centígrados existen hospedantes no aptos para el desarrollo (p.e.: cacahuete).

Los umbrales de temperatura para el desarrollo de esta especie se han señalado en 15 y 30°C, como límite inferior y superior respectivamente (LUBLINKHOF y FOSTER, 1977). Sin embargo, ROBB (1989) los amplía a 10 y 34 °C, y DINTENFASS *et al.* (1987) a 5 y 35 °C. Ello puede ser debido, como se indicó anteriormente, al efecto de la planta. Igualmente ROBB (1989) señala que el desarrollo total de *F. occidentalis* requiere entre 174 y 176 °C.día, según sea bajo régimen de temperatura fluctuante o constante.

El Cuadro 2 recoge los efectos de temperatura y planta hospedante sobre la longevidad y fecundidad de adultos. En este caso también existe un efecto destacable de la temperatura y el hospedante sobre la longevidad y fecundidad.

En zona de clima templado, con inviernos fríos, y teniendo en cuenta el efecto de la temperatura antes mencionado, hay que señalar que esta especie puede invernar preferentemente en estado de hembra adulta

PARÁMETRO	TEMP. (°C)	PLANTA HOSPEDANTE	DURACIÓN (DÍAS)	REFERENCIA
PERIODO DE PREOVIPOSI- CIÓN (en días)	15	judías	10,4	LUBLINKHOF y FOSTER (1977)
	15	crisantemo	6,4	ROBB (1989)
	20	judías	2,4	LUBLINKHOF y FOSTER (1977)
	20	cacahuete	-	LOWRY <i>et al.</i> (1992)
	20	crisantemo	2,1	ROBB (1989)
	25	cacahuete	-	LOWRY <i>et al.</i> (1992)
	25	crisantemo	1,7	ROBB (1989)
	25	crisantemo	3,0	BENE y GARGANI (1989)
	25	pimiento	-	LACASA (1990)
	30	judías	2,3	LUBLINKHOF y FOSTER (1977)
	30	cacahuete	-	LOWRY <i>et al.</i> (1992)
	30	crisantemo	1,5	ROBB (1989)
	35	crisantemo	1,4	ROBB (1989)
LONGEVIDAD (en días)	15	judías	70,8	LUBLINKHOF y FOSTER (1977)
	15	crisantemo	46,3	ROBB (1989)
	20	judías	56,7	LUBLINKHOF y FOSTER (1977)
	20	cacahuete	2,2	LOWRY <i>et al.</i> (1992)
	20	crisantemo	75,1	ROBB (1989)
	25	cacahuete	2,3	LOWRY <i>et al.</i> (1992)
	25	crisantemo	31,4	ROBB (1989)
	25	crisantemo	30,0	BENE y GARGANI (1989)
	25	pimiento	32,0	LACASA (1990)
	30	judías	27,5	LUBLINKHOF y FOSTER (1977)
	30	cacahuete	-	LOWRY <i>et al.</i> (1992)
	30	crisantemo	12,6	ROBB (1989)
	35	crisantemo	9,5	ROBB (1989)
FECUNDIDAD (huevos/hem- bra)	15	judías	24,2	LUBLINKHOF y FOSTER (1977)
	15	crisantemo	50,5	ROBB (1989)
	20	judías	95,5	LUBLINKHOF y FOSTER (1977)
	20	cacahuete	7,7	LOWRY <i>et al.</i> (1992)
	20	crisantemo	125,8	ROBB (1989)
	25	cacahuete	9,4	LOWRY <i>et al.</i> (1992)
	25	crisantemo	135,6	ROBB (1989)
	25	crisantemo	35,0	BENE y GARGANI (1989)
	25	pimiento	33,0	LACASA (1990)
	30	judías	43,8	LUBLINKHOF y FOSTER (1977)
	30	cacahuete	-	LOWRY <i>et al.</i> (1992)
	30	crisantemo	40,0	ROBB (1989)
	35	crisantemo	5,1	ROBB (1989)

Cuadro 2.- Longevidad y fecundidad de adultos de *Frankliniella Occidentalis* a distintas temperaturas y plantas hospedantes.

sobre especies de malas hierbas y especies leñosas (OLIVER y BAKER, 1986; CHAMBERLIN *et al.*, 1992). Además, en estas formas invernantes ha sido detectado el virus del bronceado (TSWV) (CHAMBERLIN *et al.*, 1993).

HÁBITATS PREFERENCIALES

Como se ha indicado anteriormente las poblaciones, y principalmente las de hembras adultas, tienen preferencias por las flores. En cultivos de pimiento en invernaderos de Almería se ha comprobado que esta especie tiene tendencia a colonizar e incrementar sus poblaciones primero en flores, y más tarde en frutos y hojas (BELDA *et al.*, 1992). Lo anterior ya había sido comprobado con anterioridad en cultivos al aire libre: vid (KOYAMA, 1977), algodón (PICKETT *et al.*, 1988) y manzano (DEGRANI-HOFFMAN *et al.*, 1988), como en cultivos en invernaderos de pepino y pimiento (ROSENHEIM *et al.*, 1990; HIGGINS, 1992).

En relación a la distribución dentro de la planta de los distintos estados y sexos, hay que señalar que en cultivo de pimiento los estados de larva y adulto se encontraron preferentemente en flores, seguidos de frutos y hojas; solamente cuando disminuyó el número de flores, la densidad de población fué mayor en frutos (BELDA *et al.*, 1992). Por el contrario, para este cultivo y el de pepino, se ha encontrado un mayor número de larvas en hojas que en flores, aunque la mayoría de los adultos (casi exclusivamente hembras) fueron encontrados en flores (HIGGINS, 1992).

También hay que señalar que la infestación y colonización del cultivo en invernadero tipo "Almería" se realiza ayudado por los vientos dominantes y en muy pocas semanas (cinco), además la distribución temporal y espacial de la población de la plaga se ajusta a una función exponencial (CABELLO *et al.*, 1993b). El máximo de densidad en el cultivo de pimiento, en ausencia de tratamientos plaguicidas, coincide con el máximo de floración. Ello correspondía a aproximadamente 800 °C.día (BELDA *et al.*, 1992).

ENEMIGOS NATURALES

Pocos son los trabajos que se han realizado sobre parasitoides y patógenos de *F. occidentalis*, aunque los relativos a depredadores son algo más abundantes. En el Cuadro 3 se relacionan las especies de parasitoides y depredadores que han sido citados para esta plaga, así como su distribución y cultivos. Igualmente se incluyen los que han sido ensayados en condiciones de laboratorio con resultados satisfactorios.

El total de enemigos naturales de *F. occidentalis*, citados en la bibliografía, es de 13, un parasitoide y el resto depredadores, principalmente especies de *Aeolothrips*,

Amblyseius y *Orius*. De ellas, y en nuestro país, se ha comprobado en cultivos hortícolas al aire libre que el control natural ejercido por *Orius laevigatus* es el más importante (GONZALEZ ZAMORA, 1993; CONTRERAS *et al.*, 1994).

PLANTAS HOSPEDANTES

F. occidentalis parece presentar una preferencia por determinadas variedades, para una especie cultivada dada, de manera que las densidades de población se incrementan en las mismas. Este fenómeno ha sido comprobado en rosa y clavel (ROBB, 1989), así como en gerbera (LACASA *et al.*, 1991). No se ha encontrado en la bibliografía este efecto de preferencias en relación a cultivos hortícolas.

ACTIVIDAD DEPREDAORA

Las larvas y hembras adultas de *F. occidentalis* pueden actuar como depredadores de huevos de araña roja *Tetranychus urticae*, su actividad se incrementa con el aumento de las poblaciones de araña roja. Sin embargo, su actividad depredadora se ve reducida con la presencia de hilos de seda segregados por las poblaciones de araña (TRICHILLO y LEIGH, 1986).

DAÑOS Y PÉRDIDAS OCASIONADAS

■ Daños y síntomas

En cultivos hortícolas en invernadero los daños causados por esta plaga pueden ser de dos tipos: directos debidos a la actividad de alimentación de larvas y adultos, e indirectos al ser vector del virus del bronceado (TSWV).

Los daños directos, como se describen a continuación (siguiendo a : RODRIGUEZ y BELDA, 1989; CABELLO *et al.*, 1990; MORENO *et al.*, 1993), son originados por la actividad alimenticia de larvas y adultos sobre la epidermis de hojas, flores y frutos. Como consecuencia de dicha actividad, se producen manchas de aspecto plateado en la superficie de los órganos aéreos, formadas por células vegetales muertas, que pueden cambiar después a color claro o pardo (Fotografía 5). También se pueden originar daños debidos a la actividad de oviposición de la hembra, que deja insertados los huevos en el tejido del vegetal, que puede provocar abultamientos, o decoloraciones que deprecian los frutos (p.e.: tomate en invernadero (SALGUERO *et al.*, 1991)). Sin embargo, los daños de alimentación son mucho más importantes que los de oviposición, dentro de los daños directos.

ESPECIE	ORDEN / FAMILIA	TIPO	DISTRIB.	CULTIVO	REFERENCIA
<i>Ceranisus menes</i>	Hym.; Chalcidoidea	Parasitoide	Europa	-	LOOMANS y LENTEREN (1990); LOOMANS (1991)
no identificada	Hym.; Chalcidoidea	Parasitoide	España	hort./inver.	CABELLO (no publ.)
<i>Lasioerythaeus johnstoni</i>	Acari; Erythraeidae	Depredador	Estados Unidos	pastizales Unidos	YOUNG y WELBOURN (1988)
<i>Aeolothrips intermedius</i> <i>Aeolothrips tenuicornis</i>	Thys.; Aeolothripidae	Depredador "	España	hort./inver. hort./aire libre	RODRIGUEZ y BELDA (1989) MORENO <i>et al.</i> (1993) GONZALEZ ZAMORA (1993)
<i>Amblyseius andersoni</i> <i>Amblyseius barkeri</i>	Acari; Phytoseiidae	Depredador	-	laboratorio	RODRIGUEZ-REINA <i>et al.</i> (1992)
<i>Amblyseius cucumeris</i>	Acari; Phytoseiidae	Depredador	-	laboratorio	GILLESPIE y RAMEY (1988)
<i>Deraeocoris punctulatus</i>	Hem.; Myridae	Depredador	España	fresón	GONZALEZ ZAMORA (1993)
<i>Orius insidiosus</i>	Hem.; Anthocoridae	Depredador	América	-	HERTING y SIMMONDS (1971)
<i>Orius albidipennis</i> <i>Orius laevigatus</i> <i>Orius minutus</i> <i>Orius niger</i>	Hem.; Anthocoridae	Depredador " " "	España	hort./inver. hort./aire libre	RODRIGUEZ y BELDA (1989) MORENO <i>et al.</i> (1993) GONZALEZ ZAMORA (1993)

Cuadro 3.- Relación de enemigos naturales de *F. Occidentalis*.

Los daños directos que se pueden originar por la plaga dependen, por una parte, como es lógico, de la densidad de la misma, y por otro del tipo de cultivo. A densidades bajas de la plaga, y al inicio de la infestación, los daños se centran en flores y posteriormente en frutos, debido a la preferencia de la plaga por estas estructuras, como ya se ha mencionado. Con el incremento de las poblaciones, parte de las mismas se sitúan en hojas, produciéndose también

daños en ellas. Con poblaciones muy elevadas los daños en hojas pueden ser tales (Foto 5) que puede llegar a provocar la defoliación de las plantas, lo que depende del cultivo.

En invernaderos de Almería los principales cultivos afectados son: pimiento, berenjena, tomate, judía, sandía, melón y pepino (MORENO *et al.*, 1993; CABELLO y CAÑERO, 1994a).



Foto 5 - Daños debidos a *Frankliniella occidentalis* sobre hoja de judías.

■ Relaciones de daños:

En cultivos hortícolas en invernaderos parece existir una relación entre las densidades de población de la plaga y los daños en frutos (calidad), así ROSENHEIM *et al.* (1990) encontraron una relación de este tipo en pepino, con densidades de 0,04 a 0,10 trips por cm². se produjeron un 10% de frutos dañados. Sin embargo, otros autores han encontrado una relación más significativa con las poblaciones en flores o frutos: SALGUERO NAVAS *et al.* (1991) establecieron una relación significativa entre el número de hembras adultas presentes en flores o frutos pequeños de tomate en invernadero y los daños en la calidad de los frutos:

$$Y = 1,44 + 1,38x - 0,07x^2$$

Con:

Y = número de hembras adultas por flor o fruto pequeño.

X = número de zonas dañadas por fruto.

En cultivo de pimiento en invernadero, también se ha encontrado una relación significativa entre la población acumulada de la plaga (medida en T.D.A.: Trips-día acumulados) en frutos (más que hojas o flores) sobre la reducción de producción total o de calidad:

- Para producción (calidad):

$$Y = -0,250 + 0,003x$$

- Para producción (total):

$$Y = -0,847 + 0,006x$$

Con:

Y = reducción de producción en Kg/m²

X = número de Trips-día acumulados.

■ Daños indirectos:

Son debidos a la transmisión del virus del bronceado (TSWV). El virus es adquirido por las larvas en plantas afectadas y transmitido por los adultos (REDDY y WIGHTMAN, 1989; CHO *et al.*, 1989; ULLMAN *et al.*, 1992). Actualmente en cultivos en invernaderos de Almería este daño indirecto es muy importante, pero no lo trataremos aquí ya que se desarrollará en otro capítulo de este libro.

Otro tipo de daño indirecto que puede provocar esta plaga hace referencia al clavel. En este cultivo se ha

demostrado que ataques de la plaga incrementa la producción de etileno y, por tanto, la senectud, lo que disminuye la vida de los claveles cortados en dos días, SERRANO *et al.* (1991).

MEDIDAS DE CONTROL Y UMBRALES DE INTERVENCIÓN

TOMA DE DECISIÓN

El proceso de toma de decisiones en la lucha contra plagas comprende la solución de dos cuestiones: si es necesario tratar y cómo. En relación a la necesidad de tratamiento, la decisión debe tomarse en función de la densidad de la plaga (estimadas mediante muestreo) y los umbrales de intervención, que son detallados a continuación para esta plaga, en función de la bibliografía existente.

■ Técnicas de muestreo:

Varias técnicas de muestreo se han utilizado en esta especie plaga: conteos visuales, extracción e indirectos mediante trampas cromáticas (YUDIN *et al.*, 1987; BROADSGAARD, 1989; VERNON y GILLESPIE, 1990; TORRES *et al.*, 1990; CABELLO *et al.*, 1991; HERNANDEZ *et al.*, 1991; BELDA *et al.*, 1992; RODRIGO Y CARNERO, 1992; MATTESON y TERRY, 1992; GONZALEZ ZAMORA, 1993).

En relación a los muestreos directos sobre planta, teniendo en cuenta los hábitats preferenciales de la plaga, las flores y frutos son los dos órganos en los que las densidades son más altas, como se ha encontrado en pimiento en invernadero (BELDA *et al.*, 1992). Sin embargo, en fresón las larvas son menos abundantes en flores o frutos pequeños, aunque las flores si son la localización preferente de adultos (GONZÁLEZ ZAMORA, 1993). Por otra parte, en cultivos en invernaderos de pepino, las hojas medias presentaron una mayor densidad de larvas y adultos (STEINER, 1990). Por tanto, se puede concluir que en cada cultivo parecen existir unas localizaciones preferentes para esta especie plaga, lo que deberá ser tenido en cuenta a la hora de elegir la unidad de muestreo.

También se han establecido muestreos binomiales para establecer la relación entre la densidad de la plaga y la frecuencia de ocupación de órganos de la planta en pepino (STEINER, 1990), pimiento (BELDA *et al.*, 1993) y fresón (GARCIA-MARI *et al.*, 1993).

Para esta especie plaga, a la hora de la toma de decisión para su control, los datos de muestreo de la densidad de la plaga están mejor relacionados si se expresan

de forma acumulada (BELDA *et al.*, 1992), como ocurre con otras especies plagas que presentan similitudes con ésta (HOY, 1985), según la siguiente expresión:

$$TDA_t = (D * \frac{NTU_t - NTU_{t-1}}{2}) + TDA_{t-1}$$

Con:

TDA_t = Número de Trips-día acumulados en el muestreo t.

TDA_{t-1} = Número de Trips-día acumulados en el muestreo anterior (t - 1).

TDA_{t-1} = Número de Trips-día acumulados en el muestreo anterior (t - 1).

NTU_t = Número medio de trips/unidad en el muestreo t.

NTU_{t-1} = Número medio de trips/unidad en el muestreo anterior (t - 1).

D = Número de días entre el muestreo (t-1) y t.

En relación al muestreo indirecto de las poblaciones de la plaga, mediante trampas cromáticas adhesivas, hay que mencionar que aunque existen algunas discrepancias en los resultados encontrados respecto a la preferencia de color, se puede considerar que el color azul claro es el más efectivo para las capturas (BRODSGAARD, 1989; CABELLO *et al.*, 1991; HERNANDEZ *et al.*, 1991; RODRIGO Y CARNERO, 1992), no existiendo diferencias entre sexos, entre fases gregarias-emigración o sedentarias (MATTESON y TERRY, 1992). Aunque sí se han observado diferencias dependiendo del cultivo sobre el que se colocaron las trampas (ROBB, 1989; CABELLO *et al.*, 1991). Igualmente la altura sobre el cultivo tiene efecto sobre el número de capturas (RODRIGO Y CARNERO, 1992), por lo que se recomienda situar las trampas a la altura del cultivo.

Para seguimientos de poblaciones en plantas, mediante las capturas de adultos en trampas, se ha encontrado que en cultivo de pimiento en invernadero las primeras entradas de adultos se detectan mejor en trampas que en la planta, en este caso mediante muestreo directo (BELDA *et al.*, 1992; CABELLO *et al.*, 1993b). Igualmente se ha encontrado una relación significativa entre las poblaciones en plantas y los adultos capturados en trampas (HIGGINS y MYERS, 1992; CABELLO *et al.*, 1993b). Así en cultivo de pimiento en invernadero la relación entre ambos parámetros fue el siguiente (Cabello *et al.*, 1993b):

$$Y = -8,398 + 349,847x$$

Con:

Y = Número total de trips en planta (expresados por m² de cultivo).

X = Número de adultos capturados (expresados por m² de superficie de influencia de la trampa).

■ Umbrales de intervención:

Pocos son los niveles de intervención citados en la bibliografía para esta especie plaga. Ello puede ser debido a que sus daños tienen, a baja densidad, escasa repercusión en la producción final del cultivo, y sí sobre la calidad de la misma. En ausencia del virus del bronceado (TSWV) se han establecido los siguientes umbrales de intervención: para cultivo de pepino al aire libre en Hawaii se ha establecido un umbral de intervención de 0,04 trips por cm² de superficie de hoja (ROSENHEIM *et al.*, 1990). Y en pimiento en invernadero el de 144 TDA (Trips-días acumulados) desde el inicio de la infestación (BELDA *et al.*, 1992).

MÉTODOS DE LUCHA QUÍMICA

Numerosos son los trabajos que se han realizado, desde la introducción de esta especie plaga en Europa, sobre la efectividad de materias activas en su control químico. En cultivos de crisantemo en invernaderos son efectivos: acefato, carbofurano, clorpirifos, diclorvos, metamidofos, metomilo y ometoato (SUNDERLAND *et al.*, 1992). En ensayos realizados con 51 materias activas contra esta plaga, en ensayos de laboratorio e invernaderos, en Gran Bretaña, se encontraron que los más efectivos en laboratorio fueron: clorfenvinfos, clorpirifos, metil-clorpirifos y malatión. En ensayos en invernaderos, sobre crisantemos, malatión fue el que presentó unos mejores valores (HELYER y BROBYN, 1992).

En nuestro país los productos autorizados son los siguientes: acefato, carbaril+malatión, cipermetrina, deltametrina, endosulfan (posible fitotoxicidad en algunas cucurbitáceas), fenitrotión, fosalone, lambda cihalotrin, lindano, malatión, metil-clorpirifos, metiocarb, naled y piraclofos (SPV, 1989), así como hidrocloreuro de formetanato (ANON., 1993).

En la campaña 1991 los productos utilizados en invernaderos comerciales de Almería contra *F. occidentalis* se encuentran recogidos en el Cuadro 4 (CABELLO y CAÑERO, 1994c).

Los costes medios por aplicación de metiocarb fueron de 1,144 pts/m², repartidos en 0,936 y 0,208 pts/m², respectivamente de producto y mano de obra de aplicación (CABELLO y CAÑERO, 1994c).

En un ensayo reciente en pimiento, en el que se habían llevado a cabo sueltas de *Amblyseius cucumeris* para control del trips, se realizaron tratamientos químicos (o biológicos) con los productos siguientes: metiocarb, malatión, acrinatrin, aceite de verano, *Verticillium lecanii*, hidrocloreuro de formetanato y diclorvos. El acei-

MATERIA ACTIVA	% DE UTILIZACIÓN SOBRE TOTAL DE INSECTICIDAS EMPLEADOS	CULTIVOS
metiocarb	8,32	berenjena, calabacín, judía, melón, pepino, pimiento y tomate.
malation	2,56	pimiento, sandía y tomate.
lindano	0,64	calabacín, pimiento y tomate.
fenitrotion	0,64	pimiento y tomate.

Cuadro 4.- Relación de frecuencias de utilización de productos plaguicidas contra *F. Occidentalis* en cultivos en invernaderos de Almería durante la campaña (1991/92).

te de verano y *V. lecanii* no tuvieron efecto sobre el depredador, mientras que el resto de los productos hicieron descender de forma drástica las poblaciones del depredador. En relación al trips plaga se manifestaron tres tendencias. En la primera el plaguicida, al principio, reduce fuertemente las poblaciones de la plaga y a los 6 días del tratamiento, se inicia un rápido incremento de población. A este grupo pertenecen: metiocarb, acrinatrin y formetato. El segundo grupo está formado por aquellos plaguicidas que hacen descender ligeramente la población hasta un valor que se mantiene durante los 14 días. En este grupo se encuentran: aceite de verano, *V. lecanii* y diclorvos. Por último, el tercer grupo de productos, se encuentra sólo el malatión, con el que las poblaciones han mostrado un ascenso lineal (DATOS NO PUBL.). Esto último contradice los datos de HEYLER y BROBYN (1992) respecto a la efectividad del malation. Incrementos de tipo exponencial han sido encontrados en *F. occidentalis* después de realizar aplicaciones insecticidas en cultivo de cebolla (DINTENFASS *et al.*, 1987).

Por último, en relación con la aparición de resistencias a plaguicidas en esta plaga, éstas se han detectado a cipermetrin (SUNDERLAND *et al.*, 1992). Altos valores de resistencia en invernaderos de California a permetrina, bifentrin y abamectina, resistencia de moderada a alta a metomilo, y baja a clorpirifos (IMMARAJU *et al.*, 1992).

MÉTODOS DE LUCHA BIOLÓGICA

Numerosas han sido los intentos de lucha biológica que se han realizado contra este trips plaga en diversos cultivos: En fresón mediante sueltas de *Amblyseius barkeri* (dosis de 500 a 1.000 ind./m²) con resultados nulos (GONZALEZ-ZAMORA *et al.*, 1992). En pepino mediante *A. cucumeris* (dosis: 100-200 ind./planta) con buenos resultados (GILLESPIE, 1989; RAVENSBERG *et al.*, 1992); y sueltas conjuntas de dicha especie y *A.*

barkeri (RAMAKER *et al.*, 1989). En pimiento con *A. cucumeris* (RAVENSBERG *et al.*, 1992). En invernaderos de Canadá las sueltas de *A. cucumeris* no fueron efectivas debido al efecto de temperatura y fotoperíodo, sobre esta especie, que provoca su entrada en diapausa, y por lo tanto, el cese de su actividad depredadora (GILKESON *et al.*, 1990).

En las condiciones de los invernaderos de Almería se han realizado ensayos de lucha biológica contra el trips en cultivo de pimiento con los depredadores: *Orius insidiosus* y *Amblyseius cucumeris*, a dosis de 1, para la primera especie, y 100, 200 y 300 individuo/m² para la segunda, durante las campañas 1991/92 y 1992/93. En ninguno de los casos se consiguió un control efectivo de las poblaciones de la plaga, salvo en las primeras fases del cultivo, cuando las densidades eran bajas (CABELLO *et al.*, 1993a). En cultivos de pepino y pimiento en invernaderos se ha recomendado la introducción (mediante estudios de respuesta funcional depredador-presa) de 50-100 ácaros depredadores por planta en pepino, y 10 ácaros por planta en pimiento (SHIPP y WHITFIELD, 1991). Estos datos para pimiento equivaldrían a 20 ácaros/m², a nuestra densidad de siembra, que es una tasa de suelta que se ha mostrado insuficiente en nuestras condiciones. Las dosis de sueltas de *A. cucumeris*, empleadas por GILLESPIE (1989), con buenos resultados, equivalen a 200-400 ind./m², valores próximos a los 300 empleados por nosotros, pero con resultados diferentes.

Las diferencias encontradas entre los resultados en invernaderos de Almería y del norte de Europa pueden ser debidas a varias razones: continua entrada de poblaciones de la plaga, no existencia de calefacción en nuestros invernaderos, posibles pérdidas de los enemigos sueltados, no adecuación de especies y/o razas producidas a nuestras condiciones agronómicas, etc. (CABELLO y CAÑERO, 1994a), además del efecto ante-

riormente comentado de la temperatura y fotoperíodo sobre la diapausa en el caso de *A. cucumeris* (MOREWOOD y GILKESON, 1991).

Otro aspecto que limita en la actualidad, además de los anteriores, la aplicación del control biológico en nuestros invernaderos es el coste de dichos enemigos, que es muy elevado (CABELLO y CAÑERO, 1994a).

Por último, en ensayos actualmente en ejecución con *Orius laevigatus* en melón, parece que el control biológico es más efectivo, aunque a una dosis muy elevada (5-6 individuos /m² (DATOS NO PUBL.)).

OTROS MÉTODOS DE LUCHA

Entre otros métodos de lucha en cultivos hortícolas en invernaderos se ha propuesto la utilización de mallas densa (tipo "manta térmica") en los laterales de aireación de los invernaderos, sólo para cultivos hortícolas en otoño-invierno, como pimiento, con el fin de reducir la infestación por la plaga. Sin embargo, LACASA *et al.* (1993) encontraron unos mayores niveles de población de la plaga, debido al mejor desarrollo de las plantas, consecuencia de las mejores temperaturas y humedades, cuando se utilizan mallas.

Otros métodos de lucha consisten en la limpieza de restos de cultivos, control de malas hierbas, así como la utilización de material de propagación (plántulas) libres del insecto (LACASA, 1992).

BIBLIOGRAFÍA

- ANANTHAKRISHNAN, T.N., 1979. Biosystematics of Thysanoptera. **Ann. Rev. Entomol.** **24**: 159-183.
- ANANTHAKRISHNAN, T.N., 1993. Bionomics of thrips. **Ann. Rev. Entomol.** **38**: 71-92.
- ANONIMO, 1993. **Boletín técnico: dicarzol**. Schering Agricultura: 19 pp.
- BELDA, J., 1991. Insectos y ácaros. **Phytoma-España** **28**: 23-31.
- BELDA, J., 1992. Trips (*F. occidentalis*)-TSWV. Detección, evolución y situación actual en campo en Andalucía. **Jornadas técnicas sobre trips / virus del bronceado (TSWV)**. Murcia, 26-27 febrero: 41-45.
- BELDA, J.; CABELLO, T.; ORTIZ, J.; PASCUAL, F., 1992. Distribución de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thys.; Thripidae) en cultivo de pimiento bajo plástico en el sureste de España. **Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas**, **18**: 237-252.
- BENE, G. del; GARGANI, E., 1989. Contributo alla conoscenza di *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thys.; Thripidae). **Redia** **72**: 403-420.
- BOURNIER, A., 1983. **Les thrips. Biologie et importance agronomique**. INRA. Paris: 128 pp.
- BOURNIER, A.; BOURNIER, J.P., 1987. L'introduction en France d'un nouveau ravageur: *Frankliniella occidentalis*. **Phytoma** **388**: 14-17.
- BRODSGAARD, H.R., 1989. Coloured sticky traps for *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thys.; Thripidae) in glasshouses. **J. Appl. Ent.** **107**: 136-140.
- BRYAN, D.E.; SMITH, R.F., 1956. The *Frankliniella occidentalis* (Pergande) complex in California (Thys.; Thripidae). **Univ. Calif. Publ. Entomol.** **20**: 359-410.
- CABELLO, T.; CAÑERO, R., 1994a. Technical efficiency of plant protection in Spanish greenhouses. **Crop Protection** **13**: 153-159.
- CABELLO, T.; CAÑERO, R., 1994b. Análisis económico de la lucha química contra plagas en cultivos hortícolas en invernaderos del SE. de España. **Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas**. (En prensa).
- CABELLO, T.; CAÑERO, R., 1994c. Mezclas de productos plaguicidas empleados en cultivos hortícolas en invernaderos del SE. de España. **Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas**. (En prensa).

- CABELLO, T.; ABAD, M.M.; PASCUAL, F., 1990a. Capturas de *Frankliniella occidentalis* (Thys.: Thripidae) en trampas adhesivas de distintos colores en cultivos en invernaderos del SE. de España. **Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas 17**: 265-270.
- CABELLO, T.; SAEZ, E.; GOMEZ, V.; ABAD, M.M.; BELDA, J.E., 1990b Problemática fitosanitaria en cultivos hortícolas intensivos de Almería, **Agrícola Vergel 104**: 640-647.
- CABELLO, T.; BENITEZ, E.; RODRIGUEZ, M.D.; BELDA, J.; MORENO, R.; PASCUAL, F., 1993a. Lucha biológica contra *Frankliniella occidentalis* (Thys.; Thripidae) en cultivo de pimiento en invernadero. **IV Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Entomología Aplicada**. Tenerife.
- CABELLO, T.; CARREÑO, R.; BELDA, J.; PASCUAL, F., 1993b. Modelo de distribución espacial y temporal de *Frankliniella occidentalis* (Thys.; Thripidae) en cultivo de pimiento en invernadero. **IV Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Entomología**. Tenerife.
- CHAMBERLIN, J.R.; TODD, J.W.; BESHARA, R.J.; CULBREATH, A.K.; DEMKI, J.W., 1992. Overwintering hosts and wingform of thrips, *Frankliniella* spp., in Georgia (Thys.; Thripidae): implications for management of spotted wilt disease. **Environ. Entomol.** **21**: 121-128.
- CHAMBERLIN, J.R.; CULBREATH, A.K.; TODD, J.W.; DEMSKI, J.W., 1993. Detection of tomato spotted wilt virus in tobacco thrips (Thys.; Thripidae) overwintering in harvested peanut fields. **J. Econ. Entomol.** **86**: 40-45.
- CHO, J.J.; MAU, R.F.L.; GERMAN, T.L.; HARTMANN, R.W.; YUDIN, L.S.; GONSALVEZ, D.; ROVIDENTI, R., 1989. A multidisciplinary approach to management of tomato spotted wilt virus in Hawaii. **Plant Disease 73**: 375-383.
- CONTRERAS, J.; GARCIA, F.; LACASA, A.; TORRES, J., 1994. **Seguimiento de *Frankliniella occidentalis* en cultivos hortícolas al aire libre y su entorno en el campo de Cartagena (Murcia)**. (Manusc. no publ.).
- DeGRANDI-HOFFMAN, G.; TERRY, I.; HUBER, R.T., 1988. Incorporating fruit set estimates with thrips management to create a decision support system for apples. **HorsScience 23**: 571-574.
- DINTENFASS, L.P.; BARTELL, D.P.; SCOTT, M.A., 1987. Predicting resurgence of western flower thrips (Thys.; Thripidae) on onions after insecticide application in the Texas high plains. **J. Econ. Entomol.** **80**: 502-506.
- GARCIA-MARI, F.; GONZALEZ-ZAMORA, J.E.; RIBES, A.; BENAGES, E., 1993. Método de muestreo binomial y secuencial del trips de la flores *Frankliniella occidentalis* (Thys.; Thripidae) en fresón. **IV Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Entomología Aplicada**. Tenerife. Noviembre: 61.
- GILKESON, L.A.; MOREWOOD, W.D.; ELLIOTT, D.E., 1990. Current status of biological control of thrips in canadian greenhouses with *Amblyseius cucumeris* and *Orius tristicolor*. **Bull. SROP 13(5)**: 71-75.
- GILLESPIE, D.R., 1989. Biological control of thrips (Thys.; Thripidae) on greenhouse cucumber by *Amblyseius cucumeri*. **Entomophaga 34**: 185-192.
- GILLESPIE, D.R.; RAMEY, C.A., 1988. Life history and cold storage of *Amblyseius cucumeri* (Acari; Phytoseiidae). **J. Am. Soc. Entomol.** **85**: 71-76.
- GONZALEZ ZAMORA, J.E., 1993. **Control biológico de las plagas del fresón, trips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thys.; Thripidae) y araña roja *Tetranychus urticae* Kock (Acari; Tetranychidae)**. Tesis Doctoral. E.T.S.I. Agrónomos. Univ. Polit. de Valencia. Valencia: 656 pp.
- GONZALEZ ZAMORA, J.E.; GARCIA-MARI, F.; BENAGES, E.; ORENGA, S., 1992. Control biológico del trips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en fresón. **Bol. San. Veg. Plagas 18**: 265-288.
- HELYER, N.L.; BROBYN, P.J., 1992. Chemical control of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis* Pergande). **Ann. appl. Biol.** **121**: 219-231.
- HERNANDEZ, M.; TORRES, R.; CARNERO, F., 1991. Atracción al color de *Frankliniella occidentalis* (Perg.) (Thys.; Thripidae) sobre crisantemo. **Boln. Asoc. esp. Ent.** **15**: 145-151.
- HERTING, B.; SIMMONDS, F.J., 1971. **A catalogue of parasites and predators of terrestrial arthropods**. Section A, Volume I. Arachnida to Heteroptera. Commonwealth Institute of Biological Control. CAB. London: 129 pp.
- HIGGINS, C.J., 1992. Western flower thrips (Thys.; Thripidae) in greenhouses: population dynamics, distribution on plants, and associations with predators. **J. Econ. Entomol.** **85**: 1891-1903.
- HIGGINS, C.J.; MYERS, J.H., 1992. Sex ratio patterns and population dynamics of western flower thrips (Thys.; Thripidae). **Environ. Entomol.** **21**: 322-330.

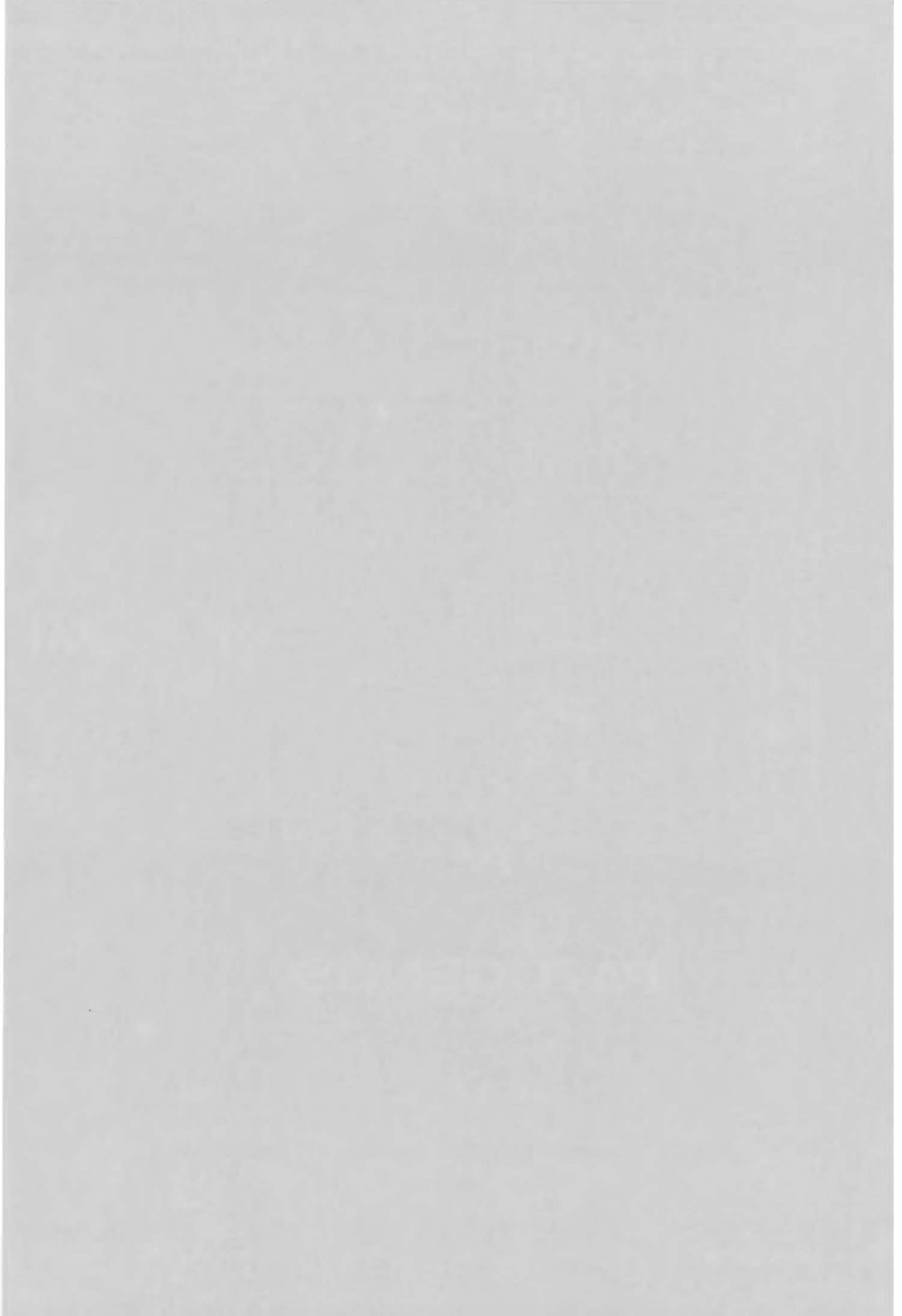
- HOY, M.A., 1985. Almonds. EN: HELLE, W.; SABELIS, M.W. (Eds.). **Spider mites: their biology, natural enemies and control**. Vol. 1B. Elsevier. Amsterdam: 299-310.
- IMMARAJU, J.A.; PAINE, T.D.; BETHKE, J.A.; ROBB, K.L.; NEWMAN, J.P., 1992. Western flower thrips (Thys.; Thripidae) resistance to insecticides in coastal California greenhouses. **J. Econ. Entomol.** **85**: 9-14.
- KOYAMA, V.Y., 1977. *Frankliniella occidentalis* and scars on table grapes. **Environ. Entomol.** **6**: 25-30.
- LACASA, A., 1987a. Un trips de reciente introducción en Europa, nueva plaga en los cultivos hortícolas y florales españoles. **Agrishell** **37**: 4-8.
- LACASA, A., 1987b. Curso sobre tisanópteros en la Agricultura. E.U.I.T.A. Sevilla. Mayo: 19 pp. (no publicado).
- LACASA, A., 1990. Datos de taxonomía, biología y comportamiento de *Frankliniella occidentalis*. **Phytoma-España** **6**: 9-15.
- LACASA, A., 1992. Situación de *Frankliniella occidentalis* en España. **Jornadas técnicas sobre trips / virus del bronceado (TSWV)**. Murcia, 26-27 febrero.: 11-21.
- LACASA, A.; MARTINEZ, M.C., 1991. Los trips en algunos cultivos ornamentales. Repercusiones de la presencia de *Frankliniella occidentalis*. **Agrícola Vergel, octubre**: 636-641.
- LACASA, A.; GONZALEZ, A.; MARTINEZ, M.C.; TORRES, J.; FERNANDEZ, J., 1991. Implicaciones de *Frankliniella occidentalis* en el cultivo de gerbera. **III Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Entomología Aplicada**. Pamplona: 55-56.
- LACASA, A.; TORRES, J.; MARTINEZ, M.C., 1992. Situación actual de *Frankliniella occidentalis* en España. **Agrícola Vergel, abril**: 224-235.
- LACASA, A.; CONTRERAS, J.; TORRES, J.; GONZALEZ, A.; MARTINEZ, M.C.; GARCIA, F.; HERNANDEZ, A., 1993. Utilización de mallas en el control de *Frankliniella occidentalis* (Perg.) y el virus del bronceado del tomate (TSWV) en invernadero. **IV Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Entomología Aplicada**. Tenerife: 48.
- LEWIS, T., 1973. **Thrips: their biology, ecology and economic importance**. Academic Press. London: 349 pp.
- LOOMANS, A.J.M., 1991. Collection and first evaluation of hymenopterous parasites of thrips as biological control agents of *Frankliniella occidentalis*. **Bull. OILB/SROP** **14**(5): 73-82.
- LOOMANS, A.J.M.; LENTEREN, J.C. van, 1990. Hymenopterous parasites as biological control agents of *Frankliniella occidentalis* (Perg.)?. **Bull. OILB/SROP** **13**(5): 109-114.
- LOWRY, V.K.; SMITH, J.W.; MITCHELL, F.L., 1992. Life-fertility tables for *Frankliniella fusca* (Hinds) and *F. occidentalis* (Pergande) (Thys.; Thripidae) on peanut. **Ann. Entomol. Soc. Am.** **85**: 744-754.
- LUBLINKHOF, J.; FOSTER, D.E., 1977. Development and reproductive capacity of *Frankliniella occidentalis* (Thys.; Thripidae) reared at three temperatures. **J. Kansas Entomol. Soc.** **50**: 313-316.
- MANTEL, W.P., 1989. Bibliography of the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thys.; Thripidae). **Bull. OILB/SROP** **12**(3): 29-66.
- MANTEL, W.P.; VRIE, M. van de, 1988. De Californische trips, *Frankliniella occidentalis*, een nieuwe schadelijke tripssoort in the tuinbouw onder glas in Nederland. **Ent. Ber., Amst.** **48**: 140-144.
- MATTESON, N.A.; TERRY, L.I., 1992. Response to color by male and female *Frankliniella occidentalis* during swarming and non-swarming behavior. **Entomol. exp. appl.** **63**: 187-201.
- MORENO, R.; TELLEZ, M.M.; BENITEZ, E.; GOMEZ, J.; RODRIGUEZ, M.D.; SAEZ, E.; BELDA, J.; CAÑERO, R.; CABELLO, T., 1993. Lucha integrada en cultivos bajo plástico en el sur de España. **Hortofruticultura** **4** (1): 41-54.
- MOREWOOD, W.D.; GILKESON, L.A., 1991. diapause induction in the thrips predator *Amblyseius cucumeris* (Acarina; Phytoseiidae) under greenhouse condition. **Entomophaga** **36**: 253-265.
- MOULTON, D., 1948. The genus *Frankliniella* Karny, with keys for the determination of species (Thysanoptera). **Rev. de Entomología** **19**: 55-114.
- OLIVER, L.; BAKER, C.R.B., 1986. *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thys.; Thripidae). **ADAS South Coast Glasshouse unit, Tech. note no.** **108**: 1-14.
- ORTIZ, M., 1977. El género *Frankliniella* Karny (Thysanoptera) en el Perú. **Rev. per. Ent.** **20**: 49-62.
- PALMER, J.M.; MOUND, L.A.; HEAUME, G.J., 1989. **Thysanoptera**. CIE guides to insects of importance to man, 2. C.A.B. International Institute of Entomology and British Museum Natural History. London: 73 pp.

- PEÑA ESTEVEZ, M.A., 1987. El trips occidental de las flores *Frankliniella occidentalis* (Pergande). **Cuadernos de Fitopatología, diciembre**: 155-158.
- PICKETT, C.H.; WILSON, L.T.; GONZALEZ, D., 1988. Population dynamics and within-plant distribution of the Western flower thrips (Thys.; Thripidae), and early-season predator of spider mites infesting cotton. **Environ. Entomol.** **17**: 551-559.
- RAMAKER, P.M.J.; DISSEVELT, M.; PEETERS, K., 1989. Large scale introduction of phytoseiid predators to control thrips on cucumber. **Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent** **54**(3a): 923-929.
- RAVENSBERG, W.J.; DISSEVELT, M.; ALTENA, K.; SIMONSE, M.P., 1992. Developments in the integrated control of *Frankliniella occidentalis* in capsicum and cucumber. **Bull. OEPP** **22**: 387-396.
- REDDY, D.V.R.; WITHTMAN, J.A., 1989. Tomato spotted wilt virus: thrips transmission and control. **EN: HARRIS, K.F. (Ed.). Advances in disease vector research** **5**: 203-220.
- ROBB, K.L., 1989. **Analysis of Frankliniella occidentalis (Pergande) as a pest of floricultural crops in California greenhouses**. PhD Diss. Univ. California. Riverside: 135 pp.
- RODRIGO, P.; CARNERO, A., 1992. Efecto del color y la altura de trampas pegajosas sobre *Frankliniella occidentalis* (Perg.) (Thys.; Thripidae) en calabacín bajo invernadero. **Invest. Agr.: Prod. Prot. veg.** **7**: 443-449.
- RODRIGUEZ, M.D.; BELDA, J., 1989. **Trips en los cultivos hortícolas protegidos**. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Dir. Gral. de Agricultura, Ganadería y Montes. Servicio de Protección de los Vegetales. Sevilla: 21 pp.
- RODRIGUEZ-REINA, J.M.; GARCIA-MARI, F.; FERRAGUT, F., 1992. Actividad depredadora de varios ácaros fitoseidos sobre distintos estados de desarrollo del trips de las flores *Frankliniella occidentalis* (Pergande). **Bol. San. Veg., Plagas** **18**: 253-263.
- ROSENHEIM, J.A.; WELTER, S.C.; JOHNSON, M.W.; MAU, R.F.L.; GUSUKUMA-MINUTO, L.R., 1990. Direct feeding damage on cucumber by mixed-species infestations of *Thrips palmi* and *Frankliniella occidentalis* (Thys.; Thripidae). **J. Econ. Entomol.** **83**: 1519-1525.
- SALGUERO NAVAS, V.E.; FUNDERBURK, J.E.; OLSON, S.M.; BESHEAR, R.J., 1991. Damage to tomato fruit by the western flower thrips (Thys.; Thripidae). **Journal of Entomological Science** **26**: 436-442.
- SERRANO, M.; RIQUELME, F.; ROMOJARO, F., 1991. Activación del metabolismo del etileno en claveles infectados por trips (*Frankliniella occidentalis*). **Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment.** **31**: 359-365.
- SHIPP, J.L.; WHITFIELD, G.H., 1991. Functional response of the predatory mite, *Amblyseius cucumeris* (Acari; Phytoseiidae), on western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thys.; Thripidae). **Environ. Entomol.** **20**: 694-699.
- SPV (SECCION DE PROTECCION DE LOS VEGETALES), 1989. **Cultivos hortícolas: control racional de plagas y enfermedades**. Junta de Andalucía. Cons. de Agricultura y Pesca. S.P.V.. Almería: 139 pp.
- STEINER, M.Y., 1990. Determining population characteristics and sampling procedures for the western flower thrips (Thys.; Thripidae) and the predatory mite *Amblyseius cucumeris* (Acari; Phytoseiidae) on greenhouse cucumber. **Environ. Entomol.** **19**: 1605-1613.
- STOBBS, L.W.; BROADBENT, A.B.; ALLEN, W.R.; STIRLING, A.L., 1992. Transmission of tomato spotted wilt virus by the western flower thrips to weeds and natives plants faound in Southern Ontario. **Plant Disease** **76**: 23-28.
- SUNDERLAN, K.D.; CHAMBERS, R.J.; HELYER, N.L.; SOPP, P.I., 1992. Integrated pest management of greenhouse crops in northern Europe. **Horticultural reviews** **13**: 1-66.
- TERRY, L.I.; GARDNER, D., 1990. Male mating swarms in *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thys.; Thripidae). **Journal of Insect Behavior** **3**: 133-141.
- TORRES, R.; CARNERO, A.; GONZALEZ-ANDUJAR, J.L., 1990. Preferencia de color de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thys.; Thripidae) en invernadero. **Bol. San. Veg. Plagas** **16**: 363-370.
- TRICHILO, P.J.; LEIGH, T.F., 1986. Predation on spider mite eggs by the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thys.; Thripidae), an opportunist in a cotton agroecosystem. **Environ. Entomol.** **15**: 821-825.
- ULLMAN, D.E.; CHO, J.J.; MAU, R.F.L.; WESTCOT, D.M.; CUSTER, D.M., 1992. A midgut barrier to tomato spotted wilt virus acquisition by adults western flower thrips. **Phytopathology** **82**: 1333-1342.

- VERNON, R.S.; GILLESPIE, R.S., 1990. Spectral responsiveness of *Frankliniella occidentalis* (Thys.; Thripidae) determined by trap catches in greenhouses. **Environ. Entomol.** **19**: 1129-1241.
- YOUNG, O.P.; WELBOURN, W.C., 1988. Parasitism of *Trigonotylus doddi* (Het.; Miridae) by *Lasioerythraeus johnstoni* (Acari; Erythraeidae), with notes on additional host and distribution. **Journal of Entomological Science** **23**: 269-273.
- YUDIN, L.S.; CHO, J.J.; MITCHELL, W.C., 1986. Host range of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thys.; Thripidae), with special reference to *Leucaena glauca*. **Environ. Entomol.** **15**: 1292-1295.
- YUDIN, L.S.; MITCHELL, W.C.; CHO, J.J., 1987. Color preference of thrips (Thys.; thripidae) with referencia to aphids (Hom.; Aphididae) and leafminers in Hawaiian lettuce farms. **J. Econ. Entomol.** **80**: 51-55.
- YUDIN, L.S.; TABASHNIK, B.E.; CHO, J.J.; MITCHELL, W.C., 1988. Colonization of weeds and lettuce by thrips (Thys.; Thripidae). **Environ. Entomol.** **17**: 522-526.

IV.

PATÓGENOS



**EL PAPEL
DE LA
EPIDEMIOLOGÍA
EN LA PROTECCIÓN
FITOSANITARIA**

RAMÓN MORENO VÁZQUEZ

C.I.D.H. (Almería)

INTRODUCCIÓN

La solución de los problemas suscitados por los fitopatógenos siempre ha sido, para la protección Fitosanitaria, un escollo difícil de superar.

En la moderna concepción de la Sanidad Vegetal, que coloca al cultivo como piedra angular y a su producción/rentabilidad como eje de todas las acciones que se ejerzan sobre él, no tienen cabida medidas que contribuyan a desequilibrar el sistema, aunque a corto plazo resuelvan un problema puntual. Esa o esas situaciones se habrán de encuadrar dentro de la globalidad del sistema y conforme a su estado se adoptarán las medidas que optimicen, en cada caso, la respuesta del cultivo.

Para alcanzar este objetivo final se deberán abordar unas etapas iniciales, que descubran y definan el comportamiento de las enfermedades provocadas por cada uno de los fitopatógenos presentes durante el cultivo. En esas fases previas la epidemiología será la que aporte los medios necesarios para determinar ese comportamiento y para conocer la respuesta que la enfermedad tendrá ante las medidas que contra ella se adopten.

En las líneas que siguen, se ofrecerá al lector un breve resumen comentado de las posibilidades que brinda la epidemiología a la protección fitosanitaria.

FINALIDAD DE LA EPIDEMIOLOGÍA

Antes de adentrarnos en el tema, será conveniente que entendamos lo que la epidemiología es y lo que pretende. Según Van der Plank (1963), pionero de la moderna epidemiología, ésta es la ciencia de la enfermedad en las poblaciones. Alrededor de esta definición tan amplia han surgido otras que precisan mejor, a través de la enumeración de sus objetivos, su campo de acción. Así, Zadoks, J.C. y Schein, R.D. (1979) nos matizan que la epidemiología estudia el desarrollo y propagación de las enfermedades y de los factores que las afectan. Posteriormente Zadoks, J.C. (1984) da un paso más y nos indica que la epidemiología es la ciencia de las epidemias; entendiendo, por tales, aquellos agrupamientos de individuos enfermos cuyo número sufre variaciones en el espacio y en el tiempo; y además afirma que el objetivo final consiste en encontrar las claves de la prevención de las epidemias, con el subsiguiente propósito de proporcionar recomendaciones para el manejo adecuado de las enfermedades.

Este repaso de definiciones y objetivos generales que acabo de realizar, y cuyo contenido es emblemático para los epidemiólogos, permitirá profundizar más en el

concepto de la epidemiología; que en nuestro caso, por razones obvias, se referirá sólo a la Botánica. A la epidemiología se la puede considerar como una rama de la fitopatología clásica, pero con características diferenciadoras; ya que mientras en esta última los estudios se realizan, por regla general, a nivel celular; en la primera, en cambio, se hacen a nivel poblacional, es decir, a nivel de plantas. Dentro de este campo, abarca desde la valoración de las fuentes de inóculo hasta la de las mermas productivas. Para que esta función la pueda desarrollar, es evidente que la epidemiología se debe nutrir de otras ciencias, en especial de física y matemáticas, además de la fitopatología.

Si el conjunto de los procesos citados se estudian en condiciones medioambientales diversas y sobre poblaciones que han sido sometidas a diferentes tratamientos, se dispondrá de un amplia gama de respuestas, que permitirán estimar cuál es la medida más apropiada para prevenir, reducir, o desplazar en el tiempo el proceso o los procesos epidémicos.

Dentro de la epidemiología y de las epidemias caben diversas clasificaciones, según sea el criterio diferenciador que se utilice. Una de ellas es la que citan Zadoks J.C. y Schein, R.D. (1979) y que transcribo a continuación:

- **Epidemiología descriptiva:** Estudia y describe, por lo general, de forma cualitativa el comportamiento de las enfermedades.

- **Epidemiología cuantitativa:** En ella se valoran los parámetros que intervienen en los procesos de las enfermedades.

Dentro de esta última se incluye la comparativa, que estudia la influencia del huésped, patógeno y medioambiente sobre el desarrollo y propagación de la enfermedad; prestando especial atención al modo en que afectan al inóculo inicial, a la longitud del periodo de latencia y del infectivo, y a la cantidad de unidades de dispersión formadas y a su efectividad.

La epidemiología descriptiva es, en consecuencia, un primer paso antes de abordar la cuantitativa, con ayuda de la cual se alcanzarán los mencionados objetivos finales.

En lo que se refiere a las epidemias, dos de las clasificaciones más útiles por su interés práctico son:

- La que tiene en cuenta el tipo de proceso que está implicado en ellas, y

- La que considera el lugar donde se inicia.

En la primera, las epidemias se dividen en monocíclicas, con un solo ciclo de infección, y policíclicas, con varios ciclos. De acuerdo con la segunda, las epidemias pueden ser focales, cuando tienen uno o varios focos iniciales delimitados en el espacio, generales, cuando no se pueden diferenciar focos, e intermedias, cuando coexisten unas zonas de tipo focal con otras de tipo general.

Espero que este apartado haya servido para que el lector conozca cuáles con las intenciones de la epidemiología, que en definitiva supondrán una importante ayuda para comprender los procesos implicados en las epidemias y, a través de este conocimiento, conseguir, en suma, que disminuyan los efectos perjudiciales provocadas por ellas.

PROCESOS EPIDÉMICOS

Cualquier proceso epidémico consta de tres fases. En la primera se produce un **inóculo**, a continuación ese inóculo pasa por una etapa de **diseminación** a través del aire, agua, de organismos vectores, herramientas, hombre o de cualquier otro medio, para finalmente instalarse sobre un tejido sano y producir una **infección**. Estas tres fases componen un **Ciclo de Infección**. Estos ciclos se pueden repetir varias veces durante el cultivo, y entonces reciben el nombre de **Epidemias Policíclicas**, o existir un solo ciclo, por lo que se les llama **Epidemias Monocíclicas**.

Cada una de las fases de uno de estos ciclos se puede dividir en subfases. En el caso de un fitopatógeno que afecte a la parte aérea de la planta y con un inóculo compuesto de esporas, el ciclo de infección podría ser el siguiente:

Fases	Subfases
Esporulación	Producción de esporóforos Producción de esporas Maduración de esporas
Diseminación	Liberación de esporas Dispersión de esporas Deposición de esporas
Infección	Germinación Penetración Colonización

La respuesta inmediata de la plantación ante estos procesos es el incremento de plantas o tejidos afectados por la enfermedad a medida que transcurre el tiempo. Esto es lo que se conoce como **Progresión de la Enfer-**

medad, y puede ser representado mediante modelos del tipo $x = f(t)$, en los que x es la proporción de plantas enfermas, o de tejido enfermo, en el tiempo t .

Normalmente las plantas enfermas en los cultivos hortícolas bajo plástico aparecen inicialmente restringidas a uno o varios focos, a partir de los cuales posteriormente se propaga la epidemia. En estos casos es interesante estudiarla no sólo desde el punto de vista de su progresión en el tiempo, sino de su propagación en el espacio. Para ello se utilizan Gradientes que relacionan el estado sanitario de las plantas a diferentes distancias de la fuente de inóculo, con dicha fuente. Si estos gradientes se valoran en diferentes puntos del tiempo se originan los **Gradientes Dinámicos**.

Aunque estas dos facetas comentadas, progresión de la enfermedad y gradientes, son las que de un modo más explícito generan resultados de aplicación directa en sanidad vegetal, en este artículo me limitaré a comentar las posibilidades que nos ofrece el conocimiento de la progresión sobre el correcto manejo de las enfermedades.

PROGRESIÓN DE LA ENFERMEDAD

El progreso de la enfermedad nos mide su avance en el tiempo. La unidad de medida utilizada es la propuesta por Van der Plank (1.963), proporción de plantas, de órganos, o de superficie de tejidos con síntomas de la enfermedad. Con el fin de simplificar las expresiones, en lo sucesivo me referiré siempre a proporción de plantas enfermas, aun cuando la unidad sea una cualquiera de las anteriores.

En la corta historia de la epidemiología moderna se han desarrollado diferentes modelos, que han demostrado su utilidad a la hora de explorar el proceso epidémico. En un principio estos modelos eran de corte sencillo y, por consiguiente, sometidos a una fuerte serie de limitaciones. No obstante, estos modelos básicos están siendo el punto de partida de otros más complejos que contemplan, en conjunto, los diversos comportamientos de las enfermedades.

La mayoría de estos modelos poseen la característica común de ser una aproximación analítica a la epidemia que intentan explicar; es decir, se generan a través de una ecuación, o sistema de ecuaciones diferenciales, en las que sus parámetros tienen, o intentar tener, una significación biológica en el proceso.

A continuación haré un breve comentario sobre esos iniciales modelos sencillos que se incorporaron a la epidemiología para explicar la progresión de la enferme-

dad, continuaré con la exposición de algunas de las mejoras que se pueden introducir en el modelo logístico, y finalmente indicaré la utilidad de estos modelos en la protección fitosanitaria. En el Cuadro I aparecen en su forma diferencial e integral los modelos que explicaré.

MODELO EXPONENCIAL

Este modelo se aplicará cuando el incremento de la proporción de plantas enfermas sea proporcional al

número que de ellas hay en el tiempo t . Como se puede observar en la Tabla I esta afirmación queda recogida en la ecuación diferencial y de ella, al integrar, se obtiene el típico modelo exponencial de crecimiento. Este modelo en epidemiología peca de irreal, ya que supone que el número de plantas que compone la población es infinito. Por otra parte, en el modelo, lógicamente, se debe cumplir que $x \leq 1$. Tanto en éste como en el resto de los modelos, la estimación del parámetro A se obtiene haciendo $t=0$. En este modelo $A=x_0$, siendo x_0 la proporción inicial de plantas enfermas.

MODELO	FORMA DIFERENCIAL	FORMA INTEGRAL
EXPONENCIAL	$\frac{dx}{dt} = rx$	$x = Ae^{rt}$
LOGÍSTICO	$\frac{dx}{dt} = rx(1-x)$	$x = \frac{1}{1 + Ae^{-rt}}$
GOMPERTZ	$\frac{dx}{dt} = -rx \ln(x)$	$x = e^{Ae^{-rt}}$
MONO MOLECULAR	$\frac{dx}{dt} = r(1-x)$	$x = 1 - Ae^{-rt}$
RICHARDS	$\frac{dx}{dt} = rx \frac{(1/x)^{1-m} - 1}{1-m}$	$x = (1 + Ae^{-rt})^{\frac{1}{1-m}}$
WEIBULL	$\frac{dx}{dt} = \frac{c}{b} \left(\frac{t-a}{b} \right)^{c-1} e^{-\left(\frac{t-a}{b} \right)^c}$	$x = 1 - e^{-\left(\frac{t-a}{b} \right)^c}$

siendo:

x : proporción de plantas enfermas

r : tasa de infección

A, a, b, c, m : parámetros específicos para cada modelo

Cuadro 1.- Modelos de progresión de la enfermedad

Al factor de proporcionalidad (r) se le denomina **Tasa de Infección Exponencial**, que se puede estimar, bien a través del ajuste del modelo a los datos periódicos de que se disponga, o bien, si únicamente se cuenta con dos observaciones, x_1 y x_2 , correspondientes a dos tiempos, t_1 y t_2 ($t_2 > t_1$), mediante la expresión:

$$r = \frac{1}{t_2 - t_1} \ln \frac{x_2}{x_1}$$

MODELO LOGÍSTICO

Una plantación impone normalmente restricciones al crecimiento indefinido de sus fitoparásitos, debido a que los recursos con que cuentan para su posible progresión y propagación son limitados. El principal factor limitante es la dimensión del habitat, que pondrá a disposición del patógeno un máximo de capacidad que no podrá superar. Si se considera esta limitación, el incremento de enfermedad será proporcional a la proporción de plantas enfermas (x), causantes de las posteriores

infecciones, y a la de sanas ($1-x$), que serán las que de forma paulatina, si la epidemia continua progresando, se infectarán.

La expresión matemática del modelo, en forma diferencial e integral, se muestra en la Tabla I. Este modelo es el llamado logístico o sigmoidal, y ha sido utilizado con profusión para explicar numerosos fenómenos biológicos. Al parámetro r se le conoce, en este caso, con el nombre de **Tasa de Infección Aparente**.

Si el factor limitante hubiera sido el tiempo, se hubiese originado otro modelo, no logístico, de la forma:

$$\frac{dx}{dt} = rx (T-t)$$

en el que T es el tiempo máximo de que dispone la epidemia para su desarrollo. Si se integra daría lugar a:

$$x = x_0 e^{\frac{r}{2} (2T-t)t}$$

que es de tipo exponencial.

Del mismo modo se podría considerar cualquier otro recurso, cuya limitación deseásemos incorporar como explicación de la progresión de la enfermedad.

Si nos ceñimos al modelo logístico, fácilmente se comprueba que presenta un punto de inflexión para $x=0.5$, lo que significa que la velocidad (dx / dt) máxima de progresión se produce cuando la mitad de las plantas están enfermas. Antes de alcanzar este punto la velocidad habrá ido en aumento, mientras que a partir de él descenderá hasta anularse, momento en el que la epidemia habrá alcanzado su cota máxima de actividad.

La estimación de los parámetros que forman parte del modelo se puede realizar mediante su ajuste a los datos. En el caso de desear sólo la estimación de r entre dos fechas, se puede utilizar la siguiente expresión:

$$r = \frac{1}{t_2-t_1} \left[\text{Ln} \left(\frac{x_2}{1-x_2} \right) - \text{Ln} \left(\frac{x_1}{1-x_1} \right) \right]$$

Al valor:

$$\text{Ln} \left(\frac{x}{1-x} \right)$$

se le denomina **Logit**. Por consiguiente, r podrá expresarse mediante

$$r = \frac{1}{t_2-t_1} [\text{Logit}(x_2) - \text{Logit}(x_1)]$$

Si se generaliza esta expresión para el intervalo comprendido entre x , correspondiente al tiempo t , y x_0 , valor inicial para $t=0$, se obtiene:

$$rt = \text{Logit}(x) - \text{Logit}(x_0)$$

que representa una recta, con t en el eje de abscisas y **Logit(x)** en el de ordenadas, y en la que su coeficiente angular corresponderá a la tasa de infección aparente.

MODELO GOMPERTZ

Este modelo tiene el inconveniente de que su formulación diferencial no tiene un claro significado biológico. No obstante, junto con el logístico ha sido el más utilizado como herramienta para describir la progresión de las epidemias policíclicas. Al igual que sucediera con el logístico, este modelo se puede expresar también de forma lineal:

$$rt = -\text{Ln} \left(\text{Ln} \frac{1}{x} \right) + \text{Ln} \left(\text{Ln} \frac{1}{x_0} \right)$$

en la que a

$$-\text{Ln} \left(\text{Ln} \frac{1}{x} \right)$$

se le da el nombre de **Gompit**.

En este modelo el punto de inflexión se encuentra en $x=1/e$, (e base de los logaritmos neperianos), con lo cual al ser $1/e < .5$, el uso de este modelo estaría justificado cuando dx/dt comenzase a decrecer antes de que la mitad de las plantas estuviesen enfermas.

De estudios realizados (1) parece desprenderse que este modelo se ajusta mejor que el logístico cuando existe una distribución agregativa de la enfermedad.

MODELO MONOMOLECULAR

Es uno de los modelos que se puede emplear para representar epidemias monocíclicas. Siempre que la cantidad de inóculo se mantenga constante durante la epidemia, ya sea debido a que el aporte de las plantas enfermas es nulo o mínimo en relación con el inóculo presente, o a cualquier otra causa, se puede considerar que el incremento de plantas enfermas será proporcional al de las plantas sanas existentes en el tiempo t .

Este modelo no presenta punto de inflexión, pero al igual que el Logístico y Gompertz es asintótico.

MODELO RICHARDS

Este modelo y el siguiente poseen la particularidad de generar otros a medida que varía alguno de sus parámetros. Por consiguiente, no hay que buscar en ellos una explicación biológica de la progresión epidémica.

En el modelo Richards, el parámetro m es el que facilita su generalización. Se puede observar en la forma integral del modelo de la Tabla I que si:

$m = 0$, se obtiene el modelo Monomolecular.

$m = 1$, se obtiene el modelo Gompertz.

$m = 2$, se obtiene el modelo Logístico.

Este modelo tiene un punto de inflexión en:

$$x = m \frac{1}{1-m}$$

Por consiguiente, a medida que m aumenta este punto se traslada hacia 1.

MODELO WEIBULL

Los parámetros utilizados en este modelo y su significado son los siguientes:

a: representa el tiempo en el que la enfermedad aparece por vez primera.

b: está inversamente relacionado con la tasa de crecimiento de la enfermedad.

c: es el que marca la posición que ocupará el punto de inflexión.

La connotación más interesante del modelo es su gran flexibilidad y capacidad para adaptarse a numerosas curvas de progresión. Otra propiedad es que la suma de los parámetros a y b nos señala el momento en que el 63% de las plantas ha sido infectada.

MODELO LOGÍSTICO. MEJORAS

Los modelos anteriores parten de hipótesis muy restrictivas. No es de extrañar, por tanto, que los datos reales, en bastantes ocasiones, no se puedan ajustar a esos modelos. El motivo de esas desviaciones será el

tema que ocupará este apartado, y tratará de las mejoras que se pueden introducir en el modelo logístico para que esté más acorde con la realidad epidemiológica que intenta interpretar.

PERÍODO DE LATENCIA . PERÍODO INFECCIOSO

En la formulación del primer modelo logístico se suponía que:

A - Todos los tejidos infecciosos permanecen como tales durante el transcurso completo de la epidemia.

B - No existe período de latencia, es decir, que desde el momento en que se produce la infección el tejido se convierte en infeccioso y, por consiguiente, es capaz de producir propágulos que transmitan la enfermedad.

Estas hipótesis no se acomodan al desarrollo real de la epidemia. Cualquier tejido de la planta que sea susceptible a la enfermedad podrá encontrarse por orden cronológico en alguna de las siguientes situaciones:

- 1.- Sano
- 2.- Infectado pero no infeccioso
- 3.- Infeccioso
- 4.- Necrótico o desprendido, a causa de la enfermedad y sin posibilidad de convertirse de nuevo en infeccioso

Supongamos que se cumple sólo la hipótesis A, y que existe un período de latencia cuya duración es p . En este caso, en el tiempo t existirá una fracción x_t que esté enferma. De esta proporción la verdaderamente infecciosa será la enferma que existía en el tiempo $t - p$, es decir x_{t-p} . De acuerdo con estas consideraciones el modelo logístico tomaría la forma:

$$\frac{dx_t}{dt} = R x_{t-p} (1 - x_t)$$

en la que R es la **Tasa de Infección Básica**.

Consideremos ahora que además del período de latencia, p , existe otro infeccioso de duración i . De la fracción x_{t-p} anterior habría que deducir la que ha dejado de ser infecciosa o, lo que es lo mismo, la que existía en el tiempo $t - (p+i)$. Esto daría lugar al modelo

$$\frac{dx_t}{dt} = R c (x_{t-p} - x_{t-p-i}) (1 - x_t)$$

Siendo R_c la **Tasa de Infección Básica Corregida**. Esta tasa nos indica cuál será el número de lesiones producidas al día por una lesión madre.

Tanto la duración de los períodos de latencia y de infección como R_c son de importancia capital en protección fitosanitaria, como más adelante veremos.

ten en el momento de la observación. Ahora bien, en la versión que utiliza cantidades, tales como, número de plantas o superficie foliar, en lugar de proporciones, el modelo es el siguiente:

$$\frac{dN}{dt} = rN \frac{K-N}{K}$$

CRECIMIENTO DEL HUÉSPED VEGETAL

En el modelo logístico la proporción de enfermedad (x) se estima por medio de N/K , en la que N es el número de plantas enfermas y K el total de plantas que exis-

ten en la que K representa el valor máximo que alcanzará el número de plantas o de superficie foliar, y no el que existe en la fecha en que se observa el progreso de la epidemia. En horticultura, en el caso de plantas, su número, si no ha habido excesivas pérdidas, se podrá-

RELACIÓN TEMPORAL	PROG. ENFR./CRC. PLANTA	MODELO
SIMULTÁNEA	LOG/LOG	$N = \frac{K_1}{1+B \left[\frac{K_2-T}{T} \right]^{r_g}}$
NO SIMULTÁNEA	LOG/LOG	$N = \frac{K_1}{1+B \left[\frac{K_2-(T-T')}{T-T'} \right]^{r_g}}$
SIMULTÁNEA	GOMP/LOG	$N = K_1 e^{-B \left[\frac{K_2-T}{T} \right]^{r_g}}$
NO SIMULTÁNEA	GOMP/LOG	$N = K_1 e^{-B \left[\frac{K_2-T-T'}{T-T'} \right]^{r_g}}$
SIMULTÁNEA	GOMP/MONO	$N = K_1 e^{-B \left[\frac{K_2-T}{K_2} \right]^{r_g}}$
SIMULTÁNEA	EXP/EXP	$N = BT^{r_g}$

siendo :

- N: densidad o cantidad de tejido enfermo
- T, T': densidad o cantidad de tejido a t y t inicial
- r₁, r₂: tasas de crecimiento de enfermedad y planta
- r_g : r₁/r₂
- K₁, K₂: capacidad máxima de enfermedad y planta
- B: parámetro de diferente significado para cada modelo

Cuadro 2.- Modelos conjuntos enfermedad/planta

considerar constante a lo largo del cultivo e igual a K ; pero no sucederá lo mismo si es la superficie foliar susceptible la que se estudia. En este último supuesto, esta

superficie variará día a día y, por consiguiente, no será correcto utilizar como valor de K el que existe en una observación puntual.

Un aumento, o un descenso, en la superficie puede dar lugar a falsas interpretaciones en la progresión de la enfermedad, que nos mostrará un nivel de enfermedad en ascenso o descenso cuando en realidad sucede lo contrario. Esto acaece cuando se utilizan estimaciones relativas (N/K) y no absolutas (N).

En los casos en los cuales se compruebe que el valor de K es función del tiempo, habrá que operar de otra forma. Existen dos métodos, con objetivos diferentes, que permiten incorporar el efecto de la evolución de la planta sobre la progresión de la enfermedad.

El primero de ellos expresa la cantidad, o densidad, de tejido enfermo en función del total que posee la plantación. Para ello, (3), se recurre a la obtención de un modelo que relacione la variación de superficie enferma (N) con la total (T). Si se supone que la susceptibilidad del tejido se produce durante el período de crecimiento, y se combinan las posibles funciones de crecimiento de la planta con las de progresión de la enfermedad, se obtendrán modelos conjuntos como los que aparecen en el Cuadro II. Además en esta tabla se introduce una nueva variable, la simultaneidad o no entre el inicio de la enfermedad y el de crecimiento de la planta.

Con el segundo método (1), la cantidad, o densidad, de enfermedad se expresa en función de t y de los parámetros de las funciones de crecimiento de planta y enfermedad. Si, por ejemplo, se considera que tanto una como otra siguen la ley logística, del sistema de las dos ecuaciones diferenciales representativas de las dos funciones de crecimiento, se obtendrían dos soluciones, que dependen de la igualdad, o desigualdad, de las tasas de crecimiento. Estas soluciones son:

$$r_1 < r_2 : x = (1 + be^{-r_2 t}) \left[1 + ae^{-r_1 t} + \frac{r_1}{r_1 - r_2} b (e^{-r_2 t} - e^{-r_1 t}) \right]^{-1}$$

$$r_1 = r_2 : x = (1 + be^{-r_1 t}) [1 + ae^{-r_1 t} + r_1 b t e^{-r_1 t}]^{-1}$$

en la que:

x = proporción de tejido enfermo

$$a = \frac{K_2(\text{máx.})}{N_{t=0}} - 1$$

$$b = \frac{K_2(\text{máx.})}{T_{t=0}} - 1$$

r_1, r_2, k_2, T : Tienen el mismo significado que en el Cuadro II.

VARIACIÓN DE r

En el modelo logístico se supone, como punto de partida, que r se mantiene constante durante la epidemia; cuando en la realidad para esta tasa existen dos fuentes de variación fundamentales:

- 1.- Cambios en la susceptibilidad de los tejidos.
- 2.- Cambios diarios y estacionales en las condiciones medioambientales.

El efecto que sobre r ejercen los cambios que experimentan los tejidos, en cuanto a su mayor o menor susceptibilidad a la enfermedad, se puede admitir que es del tipo $r = f(t)$. Si se introduce, en la ecuación diferencial logística, en lugar de r su correspondiente función y se integra se obtendrá un nuevo modelo. Como ejemplo de ello, supongamos que:

$$r = r_0 + bt \left(\frac{dr}{dt} = b \right)$$

en cuyo caso

$$x = \frac{1}{1 + Ae^{-r_0 t + bt^2/2}}$$

modelo que es del tipo logístico cuadrado.

Las diferentes condiciones medioambientales con que se tendrá que enfrentar la enfermedad son, sin duda, el factor que mayor incidencia tendrá sobre r . Dentro de estas condiciones serán la Temperatura (T_m) y la humedad relativa (HR) las que jugarán las bazas más importantes. El papel desempeñado por HR es difícilmente trasladable a los modelos anteriores, y por ello su efecto, por el momento, ha sido incorporado sólo en los modelos de tipo climático de predicción de los ciclos de infección.

En cambio la inclusión de T_m se ha logrado mediante el uso de expresiones que relacionan r con T_m , de tal forma que sean capaces de representar el comportamiento real de r en función de las variaciones de T_m . Una de ellas es:

$$r = r_{\text{máx}} - \frac{(T_m - T_{\text{ópt}})^2}{b}$$

en la que T_{opt} es la temperatura con la que se alcanza el valor ($r_{\text{máx}}$) máximo de r . Este tipo de expresión es aconsejable cuando r desciende de forma parabólica a partir de la temperatura óptima (T_{opt}). En otros casos, en los que la variación de r se produjese de acuerdo con otras leyes, habría que utilizar funciones acordes con ellas.

MODELOS GENERALES

Se podrían continuar exponiendo otras mejoras del modelo logístico, pero, con éstas que acabo de citar, el lector dispone de una información general de cómo se pueden ir adaptando los modelos iniciales a los requerimientos de un patosistema específico.

Las mejoras citadas se han considerado de forma aislada, y no se ha dado un modelo general que agrupe a todas, o a algunas de ellas. Este es un tema bastante complejo que desborda la finalidad de este artículo. No obstante, y a modo de ejemplo, expondré un modelo (2) de esas características en el que se abordan el efecto de la enfermedad sobre el incremento de superficie foliar, el del incremento de la superficie foliar sobre la enfermedad, el de un período variable de latencia y la expansión de la lesión. Los pasos dados para deducir el modelo son los siguientes:

a) Incremento de superficie foliar sin presencia de enfermedad:

Si se supone que el crecimiento se rige por la ley logística, se tendrá que:

$$\frac{dT}{dt} = r_2 T \left(1 - \frac{T}{K_2}\right)$$

En el que:

- r_2 : Tasa de incremento de superficie foliar.
- T : Superficie acumulada hasta el tiempo t .
- K_2 : Superficie foliar máxima que se alcanzará.

b) Incremento de superficie foliar, con presencia de enfermedad:

Si se parte de la hipótesis de que el tejido infeccioso produce una disminución de la velocidad (dT/dt) de crecimiento de la planta y de que actúa proporcionalmente sobre ella, habría que incluir la fracción no infecciosa en el modelo anterior de la siguiente forma:

$$\frac{dT}{dt} = r_2 T (1 - y) \left(1 - \frac{T}{K_2}\right)$$

siendo:

$$1 - y = \text{la fracción no infecciosa de tejido}$$

$$y = Y/T$$

c) Incremento de superficie infectada:

La superficie infecciosa (Y) en el tiempo t producirá una infección (dI/dt) en la unidad de tiempo, que se regulará mediante una tasa de infección (r_y), y que estará limitada por la proporción de tejido que aún permanece sin afectar ($1 - I/T$). Por consiguiente:

$$\frac{dI}{dt} = r_y Y \left(1 - \frac{I}{T}\right)$$

d) Incremento de superficie infecciosa

La superficie infecciosa que aparecerá por unidad de tiempo será:

$$\frac{dY}{dt} = \frac{dI_{t-p}}{dt}$$

siendo:

p : la duración del período de latencia.

En esta ecuación se supone que todas las infecciones producidas un mismo día se convertirán en infecciosas p días más tarde. Esto no se cumple, ya que en la realidad el período de latencia es variable. Un método, para que la ecuación anterior responda a la exigencia de latencia variable, está basado en la utilización de una función que genere una distribución de aparición de lesiones infecciosas.

e) Expansión de la lesión

Si se supone que la expansión de la lesión presenta una tendencia lineal y que toda su superficie se mantiene infecciosa, la ecuación que proporciona el incremento de superficie infecciosa quedaría de la siguiente forma:

$$\frac{dY}{dt} = \frac{dI_{t-p}}{dt} + \chi Y$$

en la que

χ : Tasa de expansión de la lesión por unidad de área infecciosa.

f) Formulación final

El modelo, por consiguiente, se reduciría al siguiente sistema de ecuaciones diferenciales:

$$\frac{dT}{dt} = r_2 T (1 - y) \left(1 - \frac{T}{K_2}\right)$$

$$\frac{dl}{dt} = ryY \left(1 - \frac{l}{T}\right)$$

$$\frac{dY}{dt} = \frac{dl_{t-p}}{dt} + XY$$

que se puede resolver numéricamente, utilizando un lenguaje apropiado de simulación.

PROGRESIÓN DE LA ENFERMEDAD. APLICACIONES EN PROTECCIÓN FITOSANITARIA

La progresión de la enfermedad queda definida por alguna de las tasas de infección, en especial por la básica corregida, y por la duración de los períodos de infección (*i*) y de latencia (*p*), sin olvidar el inóculo previo que determinará el valor inicial con que parte la epidemia. Cualquier acción que se ejerza sobre la enfermedad incidirá sobre esos parámetros, modificándolos y originando, en consecuencia, una respuesta que se verá reflejada en la curva de progresión de la enfermedad. Este fenómeno es el que se conoce como **Principio de Equivalencia** y es la base del manejo de enfermedades.

Estas acciones, a las que antes me referí, pueden ser consecuencia de una decisión propia del técnico o del agricultor, o bien pueden ser debidas a cambios climáticos en los que la voluntad del hombre tiene muy poca influencia. No obstante, en ambos casos es necesario conocer, en primer lugar, sobre que parámetro o parámetros actuará esa acción.

Sobre la disminución del inóculo previo, o del valor inicial de la proporción de enfermedad, actúan, entre otros, los siguientes factores:

- Resistencia vertical.
- Uso de material vegetal (planta, semilla) exento de enfermedad.
- Eliminación de huéspedes alternativos.
- Tratamientos de suelo en enfermedades transmitidas a través de él.
- Inoculación con una raza benigna de un virus.
- Eliminación de insectos vectores.

Sobre la tasa de infección:

- Resistencia horizontal.
- Modificación de prácticas culturales.
- Eliminación de insectos vectores.
- Clima.
- Tratamientos químicos protectores contra la infección.

Sobre *p*:

- Temperatura.
- Tratamientos químicos erradicantes.

Sobre *i*:

- Clima.
- Tratamiento químicos erradicantes.

El efecto de cada uno de estos factores sobre la regulación de la epidemia dependerá de la estructura del patosistema. El conocimiento de su respuesta ante la variación de los valores de los factores sería ideal para adoptar las decisiones más adecuadas. Por desgracia, en epidemiología no se ha llegado a ese nivel de perfección, y buena muestra de ello es que en la actualidad hay muy pocos patosistemas para los que se hayan desarrollado modelos de simulación. Nos tendremos que conformar, por tanto, con el análisis independiente del efecto de cada factor sobre la enfermedad.

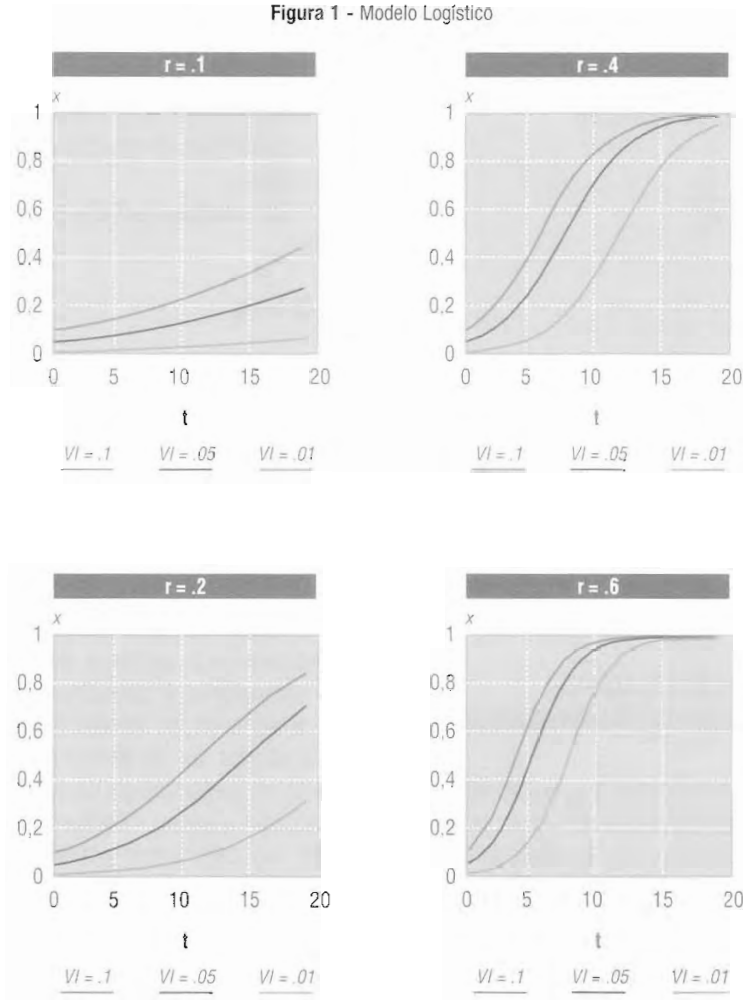
Analicemos en principio aquel grupo de factores, citados anteriormente, que disminuyen el valor inicial. Su efectividad dependerá, en principio, del modelo de progresión al que se ajuste la epidemia. Como ejemplo de ello, en las Figs. 1 y 2 se han representado los comportamientos del modelo Logístico y Gompertz para 4 valores de *r* (.1, .2, .4, .6,) y para tres valores iniciales (**VI**= .01, .05, .1). Como se puede observar en ellas, existen diferencias sustanciales entre los modelos, que se pueden resumir en los siguientes puntos:

- La proporción de enfermedad es siempre superior en el modelo Gompertz, a igualdad de condiciones de *t*, *r* y **VI**.

- Las diferencias de proporción de enfermedad, para un mismo *r*, entre dos valores consecutivos de **VI** son siempre superiores en el modelo Logístico.

Esta última consideración nos indica que la táctica a seguir con una epidemia de tipo Logístico sería diferente a la que habría que adoptar con una de tipo Gompertz. En la primera sería primordial reducir **VI**, es decir, el inóculo inicial; mientras que en la segunda se tendría que actuar especialmente sobre *r*, ya que **VI**, para un mismo *r*, no tiene excesiva influencia.

Figura 1 - Modelo Logístico



Un índice que nos puede servir para valorar la efectividad de la reducción del inóculo inicial viene dado por x/x_s , en la que x y x_s son las proporciones de enfermedad que existen en el tiempo t , para una epidemia en la que no se redujo el inóculo inicial y otra en la que sí se redujo. Cuanto mayor sea ese índice, mayor será la eficacia en la reducción de VI . En el caso del modelo logístico, para $r = .2$, $t = 5$ y considerando $VI = .01$ y $.05$, se obtiene como índice, $0.125/0.027 = 4.62$; mientras que en el modelo Gompertz, para los mismos valores se obtiene, $0.332/0.184 = 1.8$, lo que confirma lo indicado en el párrafo anterior.

Otra forma de valorar hasta que punto merece la pena actuar sobre el inóculo inicial es mediante la estimación del tiempo que necesitará la enfermedad para alcanzar la situación x cuando se parte de x_s , (x y x_s tienen el mismo significado anterior). Uno de los efectos que produce la reducción del inóculo inicial es el desplazamiento, en el tiempo, de la epidemia. Si consideramos que x y x_s pertenecen al tramo exponencial de la curva logística, es decir, son menores que $.5$ (ordenada del punto de inflexión), podremos establecer la relación:

$$x = x_s e^{r \Delta t}$$

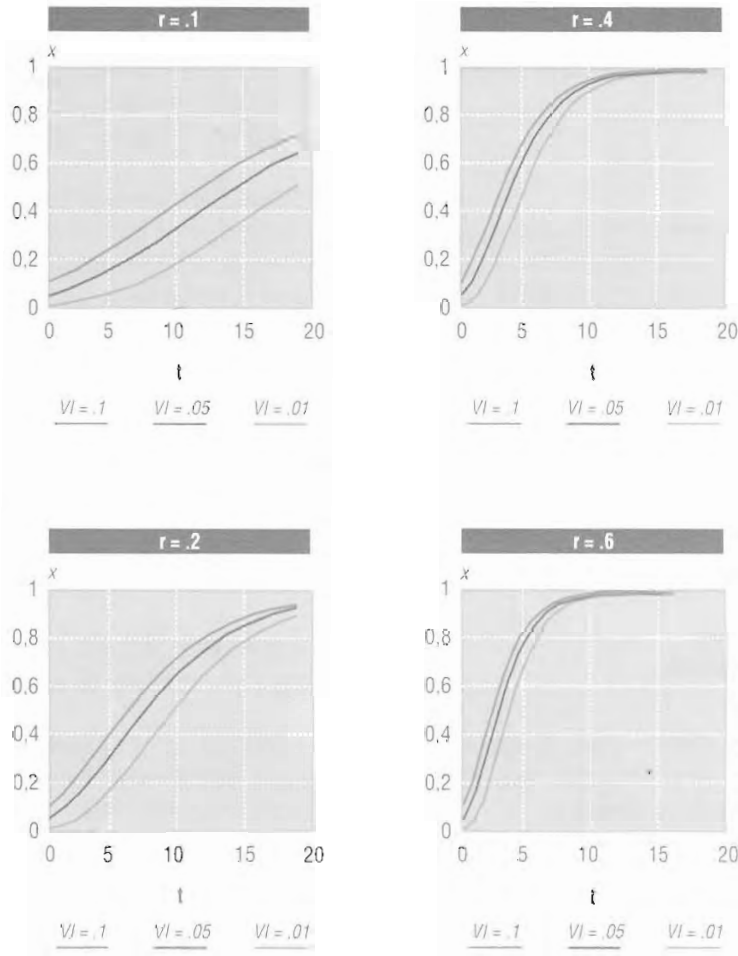
en la que Δt representa el tiempo que transcurrirá entre x y x_s . De esta relación se deduce que:

$$\Delta t = \frac{1}{r} \ln \frac{x_0}{x_{0s}}$$

siendo x_0 y x_{0s} los respectivos valores iniciales de x y x_s .

En esta expresión se comprueba que a medida que r aumenta Δt disminuye, y que cuanto mayor es la diferencia entre x_0 y x_{0s} mayor será Δt . Con independencia de lo anterior, se sabe además que a mayor duración del período de latencia menor es la velocidad (dx/dt) de la epidemia y, por tanto, mayor será Δt . Si conjugamos estas deducciones, obtendremos que acciones sobre el inóculo inicial estarían indicadas cuando r es bajo y/o p es alto, y siempre que el factor produjera un sensible descenso en x_0 . En el caso extremo de epidemias monocíclicas, con un valor de p igual al de duración del cultivo, la reducción del inóculo inicial sería fundamental.

Figura 2 - Modelo Gompertz



Veamos ahora cómo varía, de acuerdo con los valores de R_c e i , la incidencia de aquellos tratamientos químicos con acción protectora contra la infección. Como se sabe, estos tratamientos tienen la finalidad de impedir que el micelio procedente de una espора penetre en el tejido del huésped y produzca una infección. El potencial de una epidemia está basado en el número de infecciones producidas en un día por una lesión madre, R_c , y en el número de días que dura un período infeccioso, i , es decir, $i \cdot R_c$. Esta cantidad nos indica cuál es el número total de infecciones ocasionadas durante un período infeccioso, que como mínimo ha de ser igual a 1 para que la epidemia tenga lugar. En esencia, el objetivo de estos tratamientos consiste en disminuir R_c , y que tal disminución provoque además otra sustancial en $i \cdot R_c$. Esto se logrará si i es corto y R_c grande, pero no cuando i es largo.

En epidemiología, como ya indiqué al principio, un objetivo prioritario es el de proporcionar recomendaciones para el manejo adecuado de las enfermedades. Mal se podrá alcanzar si no se conocen cuáles son los efectos de los posibles factores que se utilizarán. Estos efectos

se podrán valorar mediante la comparación de los parámetros x_0 , r , i y p , de las correspondientes curvas de progresión.

Otro método, al que se recurre con frecuencia, es el de utilizar la superficie encerrada por la curva de progresión, lo que traducido a términos matemáticos representa la integral de esa curva entre principio y final de la enfermedad. Este método ha sido utilizado ya en entomología, baste recordar que la expresión Adultos.día tiene el mismo significado de integral. Su campo de aplicación se extiende a los casos en los que se estudia el efecto de aquellos fitoparásitos que, aun sin afectar directamente al fruto, dañan a otras partes de la planta y consiguientemente reducen su producción. Este es el caso de un gran parte de los patógenos y por ello su utilización se ha extendido en epidemiología.

La razón de su uso reside en que el efecto de los factores se debería analizar tomando como punto de referencia las producciones alcanzadas. De poco sirve que un factor haya reducido significativamente r con respecto a otro, si posteriormente las producciones son

similares. El mejor medio para conseguirlo es a través de este método; en el que se parte de la premisa, de que al reducir los patógenos aéreos la superficie foliar útil para la fotosíntesis reducirán también la producción.

CONCLUSIÓN

La Epidemiología está iniciando su camino, y, aun así, ya ha demostrado su validez para reconocer y cuantificar los procesos en los que se ven envueltas las enfermedades. Yo he intentado mostrar de forma somera un

aspecto muy concreto de ella, como es el de la progresión de la enfermedad, de aplicación directa en Protección; pero también comprende otros numerosos campos, de los que no he hecho mención, y que ayudarán, sin duda, a poner a punto métodos que permitirán profundizar aun más en el conocimiento y manejo de las epidemias.

Espero que a través de estas líneas haya despertado el interés por la epidemiología, y haya contribuido a desvelar alguna de las importantes aportaciones de esta rama de la Fitopatología a ese mundo de la Protección Fitosanitaria.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- AUTORES VARIOS (1986).- *Plant disease epidemiology, Vol 1*. Editores: Leonard, K.J y Fry, W.E. 372 pp. Macmillan Publishing Company, New York.
- BERGER, R.D. Y JONES, J.W. (1985).- A general model for disease progress with functions for variable latency and lesion expansion on growing host plants. *Phytopathology* 75:792 - 797.
- LALANCETTE, N. Y HICKEY, K.D. (1986).- Disease progression as a function of plant growth. *Phytopathology* 76:1171 - 1175.

- VAN DER PLANK, J.E. (1963).- *Plant disease. Epidemics and control*. 349 pp. Academic Press, New York.
- ZADOKS, J.C. Y SCHEIN, R.D. (1979).- *Epidemiology and Plant Disease Management*. 426 pp. Oxford University Press, New York.
- ZADOKS, J.C. (1984).- A critical review of methodologies in Epidemiology. *Fao Plant Prot. Bull*, Vol 32, N° 2:38-43.

ENFERMEDADES CAUSADAS POR HONGOS DE SUELO

de los cultivos hortícolas bajo plástico de Almería

JULIO GÓMEZ VÁZQUEZ

C.I.D.H. (Almería)

ENFERMEDAD

Faltas de germinación, marras de nacencia y caída de plántulas de hortalizas, y podredumbre del cuello del pepino.

AGENTES CAUSALES

Pythium aphanidermatum (syn. *Pythium butleri*), y *Pythium spp.*

PLANTAS HOSPEDADORAS

Pepino, Melón, Sandía, Pimiento, Judía y Tomate, siendo las cucurbitáceas más sensibles que las solanáceas.

Es frecuente encontrar en la bibliografía citas sobre enfermedades provocadas por especies del

género *Pythium* causando podredumbres del cuello de plántulas de una gran variedad de especies vegetales cultivadas. Sobre pepino, *Pythium debaryanum* y *P. ultimum*, son capaces de atacar el cuello cuando la temperatura del suelo se sitúa entre los 10 y 15 °C. En nuestra zona, la especie predominante de *Pythium*, asociada a los cultivos, es la *aphanidermatum*, típica de climas tropicales y capaz de causar graves pérdidas de plántulas en cucurbitáceas y de plantas adultas en pepino (Foto 2).

SÍNTOMAS DE LA ENFERMEDAD

Sobre las plántulas de las especies citadas anteriormente, se produce un marchitamiento en verde debido a una podredumbre húmeda del cuello, con o sin estrangulamiento. Las plántulas afectadas por la enfermedad suelen doblarse por la parte dañada y caer sobre el suelo o sustrato.

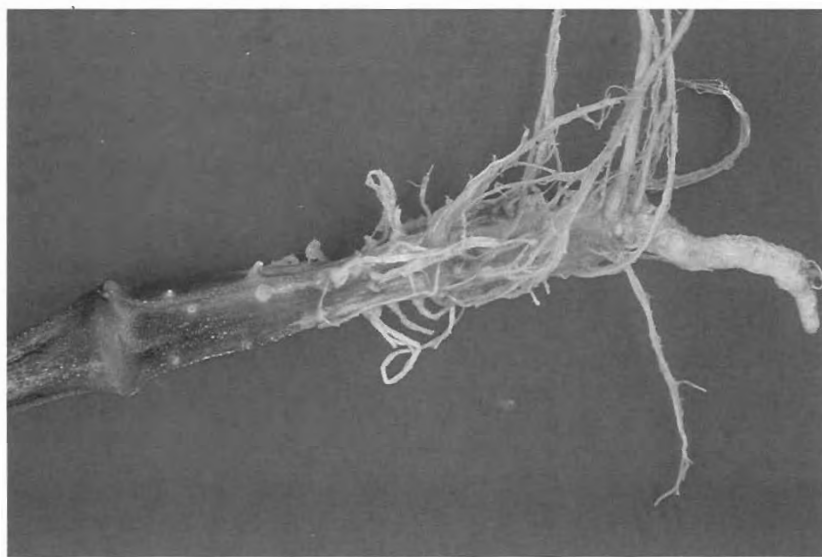


Foto 2 - Síntomas de *Pythium aphanidermatum* sobre plántulas de pepino.

Sobre las plantas adultas de pepino holandés, el primer síntoma suele ser una coloración verde oscura de las hojas que posteriormente se marchitan. En el cuello de la planta se produce una podredumbre, mas o menos húmeda con tonos amarillentos, que después se generaliza también a las raíces, y provocan la muerte de la planta (Foto 1). Si la humedad del suelo es elevada se puede encontrar a nivel de la lesión un micelio algodonoso abundante. La enfermedad, con frecuencia, se encuentra en todas las

fases del cultivo, siempre que haya altas temperaturas y elevada humedad del suelo.

Sus daños son considerables en semilleros de plantas hortalizas, por lo que se suelen tratar de forma sistemática. También causan enfermedad en los cultivos sin suelo de pepinos y, posiblemente, sean capaces de causar necrosis de raíces en otras especies cultivadas en Almería sobre este tipo de cultivos.



Foto 1 - Síntomas de *Pythium aphanidermatum* sobre el cuello de plantas adultas de pepino.

EPIDEMIOLOGÍA

La entrada del hongo en la explotación puede producirse a través de las semillas, o más frecuentemente por plantas enfermas, o sustratos contaminados procedentes del semillero, y por el agua de riego.

Las especies del género *Pythium* se diseminan por el agua, mediante zoosporas producidas en esporangios, y se conservan en el suelo y en los restos de los cultivos, mediante la formación de esporas sexuales que reciben el nombre de oosporas. Debido a su poca especificidad parasitaria, son capaces de atacar a gran cantidad de especies vegetales que aseguran su multiplicación y conservación, así como de vivir en estado saprofítico dependiendo de materia orgánica muerta.

En Almería, *Pythium spp.* se ha aislado del polvo depositado en los techos de los invernaderos y también del agua para riego almacenada en embalses descubiertos. Las cepas de *Pythium aphanidermatum* aisladas en la zona tienen un óptimo de crecimiento micelial "in vitro" que se sitúa en torno a los 30-40 °C.

CONTROL

- Utilización de agua de riego no contaminada y de plantas de semillero sanas y sin presencia del patógeno.

- Aplicación de productos químicos al cuello de las plantas. Es el método de control más difundido, y con el cual se suelen obtener resultados satisfactorios. Fungicidas que han mostrado eficacia en el control de la enfermedad, en ensayos de laboratorio, son: Fenamínosulf, Propamocarb y Etridiazol.

- Desinfección del suelo. Varios métodos pueden servir para eliminar el inóculo de *Pythium* existente en el suelo. Sin embargo, en Canarias, cuando se utiliza Bromuro de metilo, vapor de agua, metam-Na o derivados, para la desinfección del suelo, es necesaria también la aplicación de fungicidas para el control de *Pythium* pues, en la práctica, se ha demostrado que la recolonización de los suelos por el hongo, cuando no tiene competencia, es muy rápida. Este fenómeno, podría explicarse en nuestra zona por el riego con aguas procedentes de balsas contaminadas por *Pythium*.

- Solarización. La solarización, basada en el uso de la energía solar para el calentamiento del suelo, acolchando con polietileno transparente durante la estación cálida, se ha mostrado efectiva para el control de enfermedades producidas por *Pythium spp.*

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- BLANCARD D., LECOQ H., PITRAT M. (1991). Maladies des Cucurbitacées. Observer, Identifier, Lutter.
- CUADRADO I.M., GÓMEZ J. (1983). Observaciones sobre el estado sanitario de los cultivos hortícolas en Almería. Boletín Informativo nº 5 de la E.I.C.H.I. de Almería.
- FLETCHER J.T. (1984). *Diseases of greenhouse plants*. Longman.
- KATAN, J. (1981). Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pest. Annual Review of Phytopathology 19:211-236.
- MESSIAEN, C.M., LAFON, R. (1970). *Les maladies des plantes maraichères*. INRA.
- RODRÍGUEZ, R., XOBA Vol.1, Nº3. Investigación sobre el agente causal de "La Cinturilla" (damping-off) y marchitamiento de plantas de pepinos cultivadas en invernadero.
- RODRÍGUEZ, R. XOBA Vol.3, Nº3. *Pythium Butleri Subramanian* aislado de plantitas de pepinos con "Damping-off" ("Cinturilla").
- TELLO, J.C., GÓMEZ, J., CAMPOROTA P. Y LACASA A. (1989). Capacidades parasitarias de *Pythium aphanidermatum* y de *Rhizoctonia solani* sobre pepino y melón. V Congreso Nacional de Fitopatología. Octubre 1989, Badajoz.

ENFERMEDAD

Faltas de germinación, marras de nacencia y caída de plántulas de hortícolas y podredumbre del cuello del melón y pepino.

AGENTE CAUSAL

Rhizoctonia solani

PLANTAS HOSPEDADORAS

Melón, pepino, sandía, pimiento, tomate y judía. *Rhizoctonia solani* es un hongo muy polífago y un habitante frecuente de los suelos hortícolas. Aunque su incidencia es menor que la de *Pythium spp*, *Rhizoctonia solani* se puede encontrar asociado a caída de plántulas de melón, pepino, sandía, tomate y pimiento, en los invernaderos y semilleros de la zona. *Rhizoctonia solani* es también capaz de causar la podredumbre del cuello de las plantas adultas del melón y del pepino, necrosis de las raíces de las solanáceas y podredumbre de los frutos de melón.

SÍNTOMAS DE LA ENFERMEDAD

Las plántulas atacadas, en condiciones de campo, presentan una sintomatología prácticamente idéntica a la provocada por *Pythium aphanidermatum* (Foto 3), y sólo el análisis de la muestra en el laboratorio puede servir para un diagnóstico correcto. *Rhizoctonia solani* causa podredumbre de los frutos de melón en contacto con el suelo y la muerte de plantas por podredumbre del cuello (Foto 4). Sobre judía provoca chancros, marrones o rojizos, en la base del tallo.

EPIDEMIOLOGÍA

Se caracteriza por no producir conidias y por la posesión de un ancho micelio con una tabicación típica. Su forma de resistencia o conservación en el suelo corre a cargo del micelio, o de unas aglomeraciones de hifas formando esclerocios, aunque en general, mucho más laxos y peor definidos que los formados por el género *Sclerotinia*.

La entrada del hongo en la plantación puede producirse por medio de sustratos y de plantas procedentes del semillero.



Foto 3 - Síntomas de *Rhizoctonia solani* sobre plántulas de melón.

Las cepas del hongo aisladas en el Campo de Dalías, sobre melón y pepino, tienen una temperatura óptima de crecimiento "in vitro" comprendida entre los 20 y 30 °C.

Las condiciones óptimas para causar enfermedad son suelos húmedos y temperaturas comprendidas entre los 15 y 26°C.

CONTROL

- Utilización de sustratos y material vegetal sano. Normalmente y en cultivo establecido no son necesarias aplicaciones de productos químicos al cuello. Sin embargo, aplicaciones en melón al cuello de las plantas con metil-tolclofos y pencycuron parecen dar un resultado positivo. En suelos altamente contaminados se podría recurrir a la desinfección del suelo, o a la solarización.



Foto 4 - Síntomas de *Rhizoctonia solani* sobre plantas de melón.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- BLANCARD D., LECOQ H., PITRAT M. (1991). Maladies des Cucurbitacées. Observer, Identifier, Lutter.
- CUADRADO I.M., GÓMEZ J. (1983). Observaciones sobre el estado sanitario de los cultivos hortícolas en Almería. Boletín Informativo nº 5 de la E.I.C.H.I. de Almería.
- FLETCHER J.T. (1984). *Diseases of greenhouse plants*. Longman.
- MESSIAEN, C.M., LAFON, R. (1970). *Les maladies des plantes maraichères*. INRA.
- TELLO, J.C., GÓMEZ, J., CAMPOROTA P. Y LACASA A. (1989). Capacidades parasitarias de *Pythium aphanidermatum* y de *Rhizoctonia solani* sobre pepino y melón. V Congreso Nacional de Fitopatología. Octubre 1989, Badajoz.

ENFERMEDAD

La tristeza o seca del pimiento.

AGENTE CAUSAL

Phytophthora capsici

PLANTAS HOSPEDADORAS

Pimiento, sandía y melón. *Phytophthora capsici* ocasiona la muerte de plantas de pimiento y la podredumbre de los frutos en los cultivos de melón

y sandía, cuando se realizan posteriormente a uno de pimiento afectado.

SÍNTOMAS DE LA ENFERMEDAD

La enfermedad en pimiento se caracteriza por un marchitamiento brusco y total, con defoliación escasa o nula y sin oscurecimiento de los haces vasculares a cierta altura del suelo. Las raíces y la zona del cuello se necrosan causando la muerte de la planta en cualquier edad de ésta. La distribución de la enfermedad es la característica de un parásito que se disemina por zoosporas (Foto 5).



Foto 5 - Plantas de pimiento afectadas de *Phytophthora capsici*.

EPIDEMIOLOGÍA

Las plántulas contaminadas del semillero, el inóculo aportado por aguas contaminadas a partir de restos de cultivos enfermos, o la presencia del hongo en el suelo, son las fuentes de contaminación más usuales.

Sin embargo, la gran especificidad de las cepas de *P. capsici*, junto con su especial dificultad de conservación en el suelo (debido a la ausencia de clamidosporas), su carácter heterotálico y la falta de tipos conjugados en las cepas autóctonas de nuestro país que permitirían la formación de oosporas, hacen difícil el explicar las explosiones epidémicas producidas

algunos años en los cultivos de pimiento. El hongo se disemina por el agua mediante zoosporas producidas en esporangios.

CONTROL

La sanidad del agua de riego y de las plántulas traídas del semillero, los métodos erradicativos del inóculo del suelo, como las desinfecciones del suelo y la solarización, las rotaciones de cultivo y los tratamientos químicos preventivos dirigidos al cuello de las plantas, son armas con las cuales se puede controlar eficazmente la enfermedad.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- BLANCARD D., LECOQ H., PITRAT M. (1991). Maladies des Cucurbitacées. Observer, Identifier, Lutter.
- CUADRADO I.M., GÓMEZ J. (1983). Observaciones sobre el estado sanitario de los cultivos hortícolas en Almería. Boletín Informativo nº 5 de la E.I.C.H.I. de Almería.
- MESSIAEN, C.M., LAFÓN, R. (1970). *Les maladies des plantes maraichères*. INRA.
- PALAZÓN C. (1991). La "tristeza" o "seca" del pimiento. Phytoma España nº30.
- TELLO J.C. (1984). Enfermedades criptogámicas en hortalizas. Comunicaciones INIA. Serie: Protección Vegetal nº22.

ENFERMEDAD

La Fusariosis vascular del melón

AGENTE CAUSAL

Fusarium oxysporum f. sp. melonis

PLANTAS HOSPEDADORAS

Melón

SÍNTOMAS DE LA ENFERMEDAD

F.oxysporum f.sp. melonis puede atacar a la planta antes de su emergencia, en el estado de plán-

tula y sobre todo a las plantas desarrolladas, cuando se inicia la fructificación.

El parásito es capaz de invadir el sistema vascular de su hospedante sin necesidad de herida alguna en el sistema radicular de aquél. En la parte subterránea de las plantas enfermas es posible encontrar una o varias raíces secundarias de color marrón, que terminan por necrosarse y denuncian la entrada del miceto al sistema vascular.

En la parte aérea, se han descrito dos tipos de sintomatologías:

- "Amarilleamiento". Al principio del ataque, las hojas amarillean progresivamente de forma unilateral (Foto 6), posteriormente se marchitan al tiempo que emiten un olor a madreselvas o violetas. Una necrosis longitudinal, acompañada a veces de exu-



Foto 6 - Síntomas en tallo y hojas por la Fusariosis vascular del melón.

daciones gomosas, se desarrolla sobre los tallos y los peciolo. Esta necrosis se recubre, si la humedad es alta, de un fieltro blanco que es el cuerpo fructífero y vegetativo del hongo. Este síntoma es el más común en las regiones mediterráneas y puede ser causado por las razas 0, 1, 2, y 1-2 (yellow) del patógeno.

- "Marchitamiento". Se produce un marchitamiento brusco de las plantas que evoluciona de la base al ápice. El tallo no presenta ningún síntoma externo. Estos síntomas son causados por la raza 1-2 (wilt) del patógeno.

Cualquiera que sea el síntoma observado el final es siempre la muerte de la planta.

EPIDEMIOLOGÍA

Cinco razas fisiológicas son conocidas dentro de la forma especializada *melonis* (0, 1, 2, 1-2w y 1-2y), de las cuales, la 0, 1 y 2 del patógeno están presentes en Almería.

El hongo es capaz de conservarse en el suelo durante años, debido a la formación de esporas asexuales, de pared gruesa, llamadas clamidosporas. La diseminación de la enfermedad puede realizarse mediante las semillas, el viento, las labores realizadas al suelo, plantas enfermas de semilleros y las herramientas que transporten suelo contaminado. Una fuente importante de inóculo, lo constituye las esporas, formadas en los tallos afectados y diseminadas por el viento.

Las cepas del hongo aisladas en el Campo de Dalías sobre melón tienen una temperatura óptima de crecimiento "in vitro" situada alrededor de los 25 °C. Sin embargo, las temperaturas óptimas para el desarrollo de la enfermedad se sitúan entre los 18 y 20°C y cuando éstas sobrepasan los 30°C, la enfermedad no desaparece, pero su gravedad disminuye.

CONTROL

Debido a que *F.oxysporum f.sp. melonis* es un parásito facultativo y a su facilidad de conservación en el suelo bajo forma de clamidosporas, tanto en superficie como en las capas profundas del suelo, ni las rotaciones de cultivo, ni las desinfecciones del suelo son unas medidas muy eficaces de control. Si bien, estas últimas junto con la solarización, practicada durante los meses cálidos del año, permiten reducir, en la mayoría de los casos, y en las condiciones particulares de Almería, la gravedad de sus ataques.

La aplicación de productos fungicidas al cuello no disminuye la enfermedad, incluso tratando con productos que "in vitro" tienen un buen control sobre el patógeno.

La utilización de variedades resistentes (Foto 7), siempre que los genes de resistencia, para las razas que se tengan en el suelo, estén disponibles en el tipo de melón que se desee cultivar, y el uso de plantas injertadas son, en principio, las medidas más fiables de control.



Foto 7 - Síntomas de *Fusarium oxysporum f. sp. melonis* sobre variedad sensible (Líneas centrales) y resistente.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

• CHAVAGNAT, A; MAILLET J. P.; LAURY J.C. (1972). Le greffage du melón dans l'Ouest de la France. P.H.M.

• GONZÁLEZ R.; JIMÉNEZ R.; GÓMEZ J.; NOGALES A. (1987). Incidence and distribution of fusarium wilts of melon and watermelon in Andalucía, southern Spain. Proceeding of 7 th. Congress of the Mediterranean Phytopathological Union. Septiembre 1987.

• LOUVET J., PEYRIESE, J. (1962). Interet du greffage du melon sur *Benincasa cerifera* savi. XVI th. International Horticultural Congress. ISHS.

• TELLO J. (1984). Enfermedades criptogámicas en hortalizas. Comunicaciones I.N.I.A. Serie Protección Vegetal nº 22.

• TELLO J.C., GÓMEZ J., SALINAS J. Y LACASA A. (1987). La "Fusariosis vascular" del melón en los cultivos de Almería. Cuadernos de Fitopatología, Año IV nº10.

ENFERMEDAD

La Fusariosis vascular del tomate.

AGENTE CAUSAL

Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici

PLANTAS HOSPEDADORAS

Tomate

SÍNTOMAS DE LA ENFERMEDAD

La marchitez temporal, acusada en las horas más cálidas del día, suele ser el síntoma típico de la enfermedad. Dicha marchitez, acompañada a veces por un amarilleamiento y posterior necrosis de las hojas, comenzando por las más bajas, suele desembocar en la muerte de la planta. Un corte transversal del tallo pone de manifiesto una coloración anormal del xilema, desde marrón intenso hasta el gris (Foto 8).



Foto 8 - Necrosis vascular en tomate, inducida por *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*.

EPIDEMIOLOGÍA

El hongo es capaz de conservarse en el suelo durante años, debido a la formación de esporas asexuales de pared gruesa llamadas clamidosporas.

La diseminación de la enfermedad ocurre, generalmente, mediante la formación de otro tipo de esporas, también formadas asexualmente, y que reciben el nombre de conidias, que, cuando la humedad es elevada, se forman en las estrías de los tallos afectados. Estas son susceptibles de ser diseminadas por el viento, el agua, el hombre, los aperos, etc.

Otra fuente de inóculo podrían constituirlo plantas enfermas del semillero.

La temperatura óptima para el desarrollo de la enfermedad es de 28°C. Las razas 0 y 1 del patógeno

se encuentran en la provincia de Murcia. Aunque la aparición de la raza 1 en Murcia data del año 1983, todavía no se ha detectado su propagación a la colindante provincia de Almería, donde la importancia de la enfermedad ha desaparecido prácticamente con la introducción de las variedades con el gen de resistencia I, efectivo contra la raza 0 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*.

CONTROL

Como en el caso del melón, la utilización de variedades resistentes con los genes de resistencia adecuados, y el uso de plantas injertadas son, en principio, las medidas más fiables de control.

La desinfección del suelo y la solarización permiten reducir la gravedad de la enfermedad por un periodo variable de tiempo.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

• BLANCARD D. (1990). Enfermedades del tomate. Observar, Identificar, Luchar.

• CUADRADO I.M., GÓMEZ J. (1983). Observaciones sobre el estado sanitario de los cultivos hortí-

colas en Almería. Boletín Informativo nº 5 de la E.I.C.H.I. de Almería.

• MESSIAEN, C.M., LAFON, R. (1970). *Les maladies des plantes maraichères*. INRA.

• TELLO J. (1984). Enfermedades criptogámicas en hortalizas. Comunicaciones I.N.I.A. Serie Protección Vegetal nº 22.

ENFERMEDAD

La Fusariosis vascular de la sandía

AGENTE CAUSAL

Fusarium oxysporum f. sp. niveum

PLANTAS HOSPEDADORAS

Sandía

SÍNTOMAS DE LA ENFERMEDAD

El primer síntoma de la enfermedad suele ser el marchitamiento de algunos de los tallos de la planta en las horas más cálidas del día (Foto 9). Posteriormente, este marchitamiento se generaliza al resto de la planta que acaba por morir. Sobre los tallos es frecuente la aparición de exudados gomosos. Al cortar el tallo principal transversalmente se observa una coloración amarillenta o marrón de uno o de varios

haces vasculares de la planta. En ocasiones, las plantas enfermas emiten un apreciable olor a madrelevas o violetas.

EPIDEMIOLOGÍA

Tres razas fisiológicas son conocidas dentro de la forma especializada *niveum* (0, 1 y 2). Las razas 0 y 2 del patógeno están presentes en Almería.

CONTROL

Debido a que el hongo es un parásito facultativo y se conserva en el suelo bajo la forma de clamidosporas, tanto en superficie como en las capas profundas del suelo, ni las rotaciones de cultivo, ni las desinfecciones del suelo son medidas eficaces de control, aunque al igual que la solarización permite reducir la gravedad de sus ataques.

Sólo el uso de variedades resistentes, en los casos de determinadas razas, y la utilización de plantas injertadas son medidas en principio eficaces de control.



Foto 9 - Síntomas en tallo de la Fusariosis vascular de la sandía.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

CUADRADO I.M., GÓMEZ J. (1983). Observaciones sobre el estado sanitario de los cultivos hortícolas en Almería. Boletín Informativo nº 5 de la E.I.C.H.I. de Almería.

GONZÁLEZ R.; JIMÉNEZ R.; GÓMEZ J.; NOGALES A. (1987). Incidence and distribution of fusarium wilts of melon and watermelon in Andalucía, southern Spain". Proceeding of 7 th. Congress of the Mediterranean Phytopathological Union. Septiembre 1987.

TELLO J. (1984). Enfermedades criptogámicas en hortalizas. Comunicaciones I.N.I.A. Serie Protección Vegetal nº 22.

ENFERMEDAD

La podredumbre del cuello y de las raíces del tomate

AGENTE CAUSAL

Fusarium oxysporum f. sp. radicis lycopersici

PLANTAS HOSPEDADORAS

Tomate

SÍNTOMAS DE LA ENFERMEDAD

La enfermedad se manifiesta por un marchitamiento generalizado de toda la planta, combinado o no con un amarilleamiento de las hojas más viejas. En otras ocasiones, las hojas amarillean desde la base a la yema terminal, deteniendo la planta su crecimiento, pero sin llegar a morir. La aparición de los síntomas más fuertes suele presentarse en el momento de la recolección de los primeros frutos. El sistema radicular presenta podredumbres de color marrón, que en el caso más extremo implican en su totalidad a las raíces principal y secundarias (Foto 10). En ocasiones, la epidermis de la raíz principal no manifiesta podredumbre alguna, pero la médula está deteriorada por una podredumbre húmeda de intenso color marrón. El cuello de la planta muestra, a veces, una podredumbre que

rodea la zona de unión entre las raíces y el tallo. La necrosis interna de los vasos de la planta (Foto 11) puede llegar a una altura de unos 50 cm. En caso de ataque, la muerte de la planta no es sistemática: en condiciones climáticas favorables, la planta puede volver a formar su sistema radicular. El hongo puede formar, a nivel de cuello, fructificaciones de color rosa-anaranjado que son la fuente de diseminación de la enfermedad.

EPIDEMIOLOGÍA

A diferencia de las fusariosis vasculares clásicas, esta enfermedad se ve favorecida por temperaturas bajas (18-20°C).

Se disemina, por el aire, a partir de las conidias formadas en las lesiones de los tallos. Estas esporas son muy resistentes a la desecación y a considerables variaciones de la temperatura del aire, y son capaces de conservarse en las fisuras y rincones de las estructuras durante varios años y también en los sustratos y en las paredes de los contenedores.

Los residuos de los cultivos precedentes, que se han dejado próximos a los invernaderos o en un lugar ventilado, pueden ser fuentes de contaminación. Los trabajadores que pasan de un cultivo a otro pueden transportar el polvo del suelo y también las esporas en sus manos, calzado, vestimenta, etc.

La gravedad de la enfermedad depende, además, de la agresividad de las cepas, de las condiciones



Foto 10 - Síntomas inducidos en las raíces por *Fusarium oxysporum f. sp. radicis lycopersici*.



Foto 11 - Síntomas vasculares en la parte baja del tallo, inducidos por *Fusarium oxysporum f. sp. radicles lycopersici*.

ambientales y del estrés hídrico o térmico sufrido por las raíces.

CONTROL

Durante el cultivo no existe actualmente un medio eficaz para el control de la enfermedad. Evitar la berenjena o el pimiento en la rotación cultural, ya que estos cultivos pueden albergar al parásito en sus raíces, produciéndoles necrosis radiculares.

El suelo puede ser desinfectado por vapor o por bromuro de metilo, aunque la duración de la eficacia del tratamiento es aleatoria, debido a que el hongo recoloniza muy rápidamente los suelos desinfecta-

dos. Para el caso de la desinfección con vapor, ciertos autores recomiendan el aporte de captafol a la dosis de 26,8 Kg de materia activa/hectárea sobre el suelo todavía caliente. Conviene desinfectar también los plásticos y las estructuras internas de los invernaderos, pulverizando con una solución de Formol al 2%, del producto comercial al 30%, a razón de 200-250 litros por hectárea, antes y después de la desinfección, cerrando posteriormente el invernadero durante al menos 48 horas.

El control biológico de *Fusarium oxysporum f. sp. radicles lycopersici* mediante *Trichoderma harzianum* está siendo investigado con resultados prometedores.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

• BLANCARD D. (1990). Enfermedades del tomate. Observar, Identificar, Luchar.

• RANDALL C. ROWE AND JAMES D. FARLEY.(1981). Strategies for controlling *Fusarium* Crown and Root Rot in Greenhouse Tomatoes. Plant Disease Vol. 65 No. 2.

• SIVAN A. (1987). Biological Control of *Fusarium* Crown Rot of Tomato by *Trichoderma harzianum* Under Field Conditions. Plant Disease Vol. 71 No. 7.

• TELLO J.C., LACASA A. (1988). La podredumbre del cuello y de las raíces, causada por *Fusarium oxysporum f. sp. radicles lycopersici*, nueva enfermedad en los cultivos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) españoles.

ENFERMEDAD

La Verticilosis

AGENTE CAUSAL

Verticillium dahliae

PLANTAS HOSPEDADORAS

Melón, pepino, sandía, pimiento, tomate y berenjena. Es un hongo muy polífago que infecta tanto a plantas cultivadas como adventicias. En los invernaderos del "Campo de Dalías" sólo es capaz de inducir síntomas visibles en cultivos de berenjena y en los meses fríos del año.

SÍNTOMAS DE LA ENFERMEDAD

Los síntomas típicos de la enfermedad suelen ser: o un marchitamiento temporal, más acusado en las horas cálidas del día, o bien una necrosis progresiva de las hojas (Foto 12), después de un amarilleamiento transitorio, que progresa de abajo hacia arriba. Los síntomas son a menudo unilaterales sobre hojas aisladas o sobre plantas enteras. El sistema vascular

suele tomar una tonalidad dentro del marrón. A veces puede ocurrir la muerte de la planta.

En los cultivos de berenjena de invernadero, las plantas sintomáticas pueden recuperarse cuando se eleva la temperatura.

EPIDEMIOLOGÍA

El hongo se conserva durante años en el suelo en estado de microesclerocios y se disemina por conidias fácilmente transportadas por las corrientes de aire. Su temperatura óptima se sitúa entre los 18 y 24 °C.

CONTROL

Se dispone en el tomate de un gen dominante que condiciona la resistencia a *Verticillium* (gen V).

El injerto es útil, sobre todo para la berenjena en la cual no se conoce una resistencia total.

La desinfección del suelo puede ser un método de lucha aceptable para determinados cultivos de invernadero. La solarización puede ser otro método aceptable de control.



Foto 12 - Síntomas de *Verticillium dahliae* en berenjena.

**BIBLIOGRAFÍA
RECOMENDADA**

- BLANCARD D. (1990). Enfermedades del tomate. Observar, Identificar, Luchar.
- CUADRADO I.M., GÓMEZ J. (1983). Observaciones sobre el estado sanitario de los cultivos hortícolas en Almería. Boletín Informativo nº 5 de la E.I.C.H.I. de Almería.
- MESSIAEN, C.M., LAFÓN, R. (1970). *Les maladies des plantes maraicheres*.INRA.
- TELLO J., 1984. Enfermedades criptogámicas en hortalizas. Comunicaciones I.N.I.A. Serie Protección Vegetal nº 22.

BOTRYTIS CINEREA PERS.

Podredumbre Gris

CARLOS LÓPEZ HERRERA

C.I.D.A. (Málaga)

INTRODUCCIÓN

La Podredumbre gris (PG) es una de las enfermedades aéreas más importantes en los cultivos hortícolas bajo plástico. Esta enfermedad está causada por el hongo *Botrytis cinerea* Pers. y se desarrolla óptimamente en condiciones de alta humedad relativa y temperatura ambiental entre 20 y 25 °C; siendo el primer factor el más limitante para la infección. Estas condiciones están favorecidas por el abrigo bajo plástico en que se realizan los cultivos hortícolas en la costa sur de España, contribuyendo así a un mayor desarrollo de la enfermedad que al aire libre.

DESCRIPCIÓN DEL PATÓGENO

El género *Botrytis* fué citado por primera vez por Micheli en 1729 (Coley-Smith *et al.*, 1980). Desde entonces sus diferentes especies han sido conocidas por causar pérdidas económicas importantes en plantas cultivadas. Más tarde Peerson (Jarvis, 1977) confirmó el género y describió 5 especies entre las que incluyó *B. cinerea* de Micheli.

Según la descripción en la clasificación de la C.M.I. (Ellis and Waller, 1974), *B. cinerea* (de Bary) corresponde al estado asexual o conidial (clase Deuteromicetos u Hongos Imperfectos) de *Sclerotinia fuckeliana*.

Se encuentra incluido dentro del Orden Moniliales. En él, las esporas asexuales se producen directamente en el micelio, en células esporógenas sepa-

radamente o en conidióforos que pueden estar aislados, en racimos o densamente empaquetados.

En la Familia Moniliaceae a la que pertenece, las hifas, o conjunto de hifas, se presentan fuertemente coloreadas.

Las características taxónomicas de la especie son:

- Colonias grises, o grisáceas parduzcas, en medio de cultivo patata dextrosa agar (Foto 1)

- Los esclerocios son negros y normalmente más delgados y pequeños que los de *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. La producción, forma y tamaño de éstos son extremadamente variables; en medio de cultivo algunas cepas no los forman y otros los producen abundantemente (Foto 2).

- Los conidióforos tienen una longitud de unos 2 mm y 16-30 µm de espesor, ramificados con un tronco y una cabeza de ramificaciones, con las terminaciones de éstas casi hialinas (Foto 3). Las conidias son elipsoidales u ovoides con un apéndice ligeramente protuberante, hialinas a pálido oscuras, lisas y con unas dimensiones de 6-18 x 4-11 (principalmente 8-14 x 6-9) µm. La razón longitud:anchura es de 1,35 a 1,5 (Foto 4).

HUÉSPEDES VEGETALES

Es un hongo polífago que puede actuar como saprófito, o como parásito, sobre más de 200 plantas diferentes, casi todas Dicotiledóneas, algunas



Foto 1 - Aspecto de colonias de *B. cinerea* en Patata dextrosa agar.

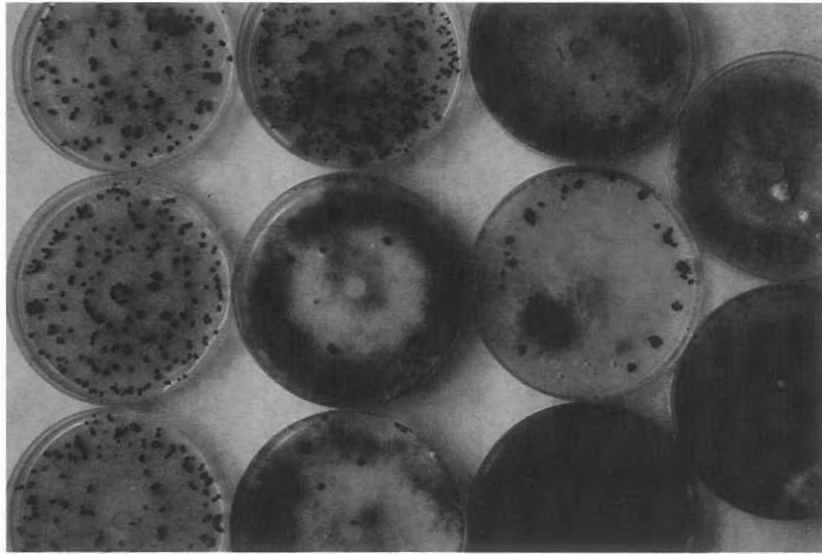


Foto 2 - Diferente producción de esclerocios en distintos aislamientos de *B. cinerea*.

Monocotiledóneas y algunas Pteridofitas. No se presenta con ninguna especialización fisiológica definida, ya que la existencia de patotipos es complicada por la heterocariosis y variación en el contenido nuclear de las especies, de lo que se deriva que no podemos obtener ninguna ayuda taxonómica de la relación huésped-parásito.

Los huéspedes, con importancia económica, pertenecen a áreas húmedas templadas o subtropicales, donde *B. cinerea* produce podredumbre blanda, inclu-

so en viveros forestales (Sato *et al.*, 1959). En España fué citado por primera vez por Sardiña (1930), describiendo los síntomas de la enfermedad en habas.

Entre las especies de cultivos hortícolas de invernadero destacan, por su alta susceptibilidad, la berenjena, *Solanum melongena* L. En cambio pimiento, *Capsicum annuum* L. y tomate, *Lycopersicon esculentum* L. Farwell, tienen una susceptibilidad media; judía, *Phaseolus vulgaris* L., y pepino, *Cucumis sativus* L., media-baja. En evaluaciones en cultivos de

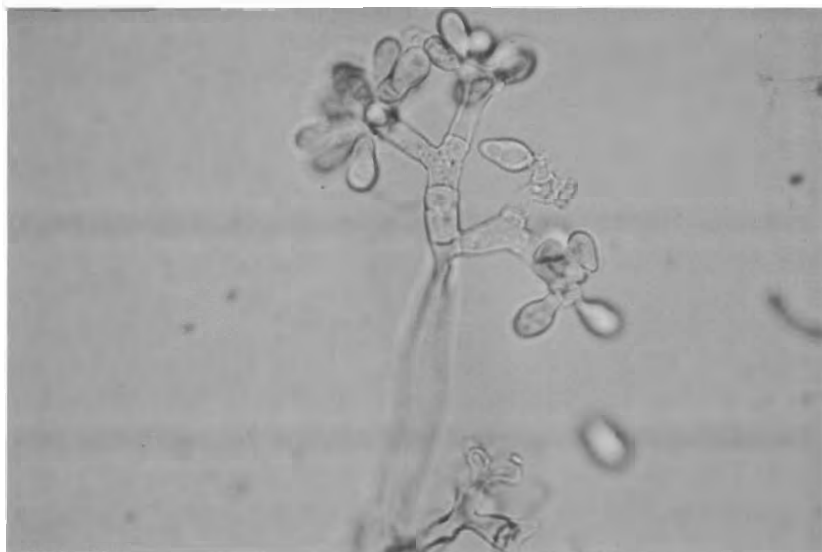
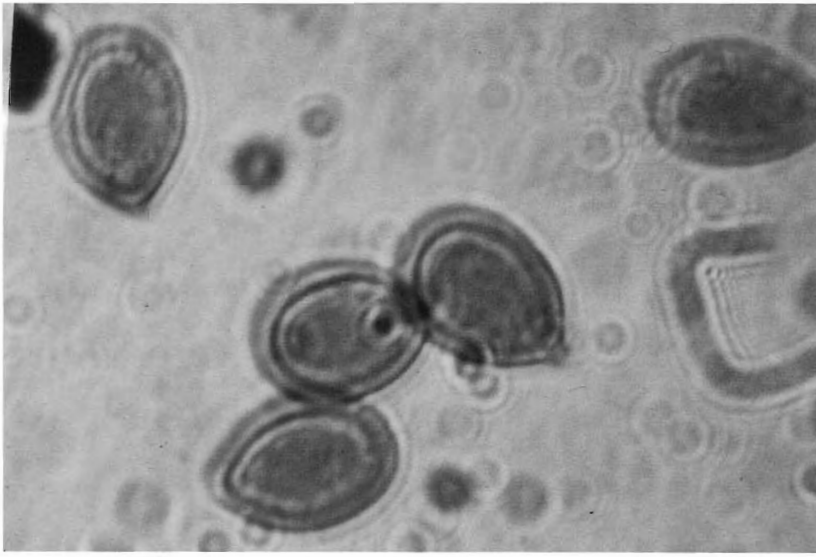


Foto 3 - Conidióforos de *B. cinerea*.

Foto 4 - Conidias de *B. cinerea*.

pimiento y berenjena bajo invernadero del litoral andaluz, realizados durante los períodos 1981-1982 y 1982-1983, el porcentaje de plantas de pimiento afectados por la enfermedad fué del 55 y 43% respectivamente, frente al 99 y 72% para el caso de berenjena en los mismos años (López Herrera, 1988).

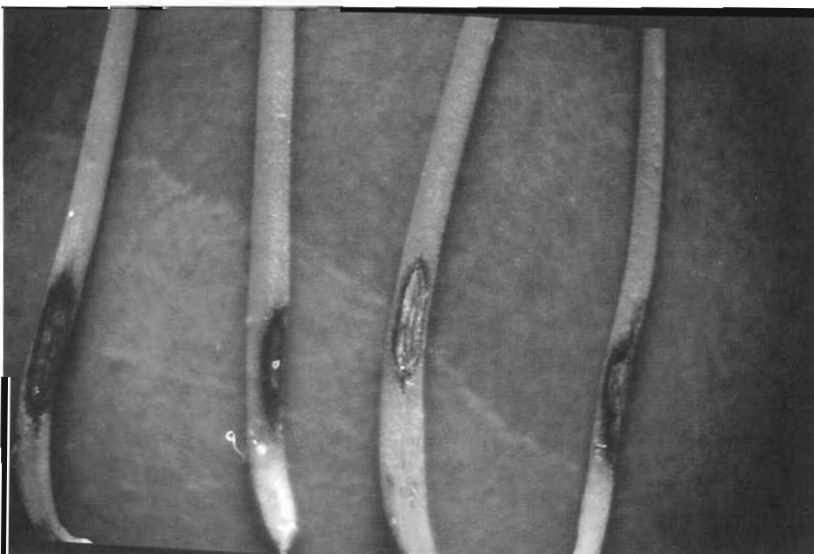
de la misma afectado. Aunque los daños importantes se presentan en el estado adulto, *Botrytis cinerea* puede causar enfermedades de plántulas en los semilleros, o inmediatamente después del trasplante (Wheeler, 1969). La sintomatología de la PG en los cultivos hortícolas bajo plástico (Judía, Tomate, Pimiento, Berenjena y Pepino) son los siguientes:

SINTOMATOLOGÍA DE LA ENFERMEDAD

JUDÍA

La sintomatología de la enfermedad es muy variada según la especie de la planta atacada y el órgano

Los primeros síntomas se observan en cotiledones, o tejidos senescentes dañados por heladas, vien-

Foto 5 - Lesiones en tallos de judía causados por *B. cinerea*.

BOTRYTIS CINEREA PERS.
Podredumbre Gris

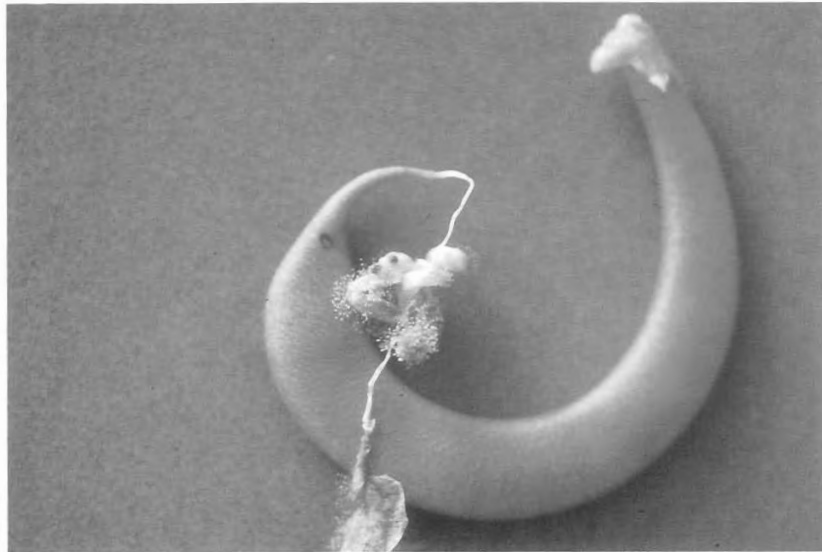


Foto 6 - Vaina de judía sana con resto de flor adherida al ápice y colonizada por *B. cinerea*.

to o maquinaria, presentándose podredumbres blandas, oscuras o traslúcidas con una zonación característica. En las hojas se producen lesiones con una zona concéntrica y un halo amarillo, bien por deposición en ellas de flores senescentes colonizadas, o de conidias del hongo transportados por el viento, que en condiciones de alta humedad relativa germinan y producen la infección. En los tallos y peciolo aparecen zonas necróticas longitudinales que pueden abrazarlos completamente (Foto 5), colapsando las partes distales de hoja y planta.

En los frutos el hongo coloniza las flores senescentes que pueden quedar adheridas a las vainas (Foto 6)

y comienzan a producir la invasión con una podredumbre blanda que va avanzando a partir del ápice (Foto 7).

Se ha de tener en cuenta el almacenaje de vainas afectadas que en condiciones adecuadas de incubación, pueden contaminar rápidamente a las restantes sanas (Dixon, 1981).

TOMATE

Dos síndromes característicos aparecen en plantas de tomate causados por *B. cinerea*: Podredumbre blanda y Mancha fantasma.

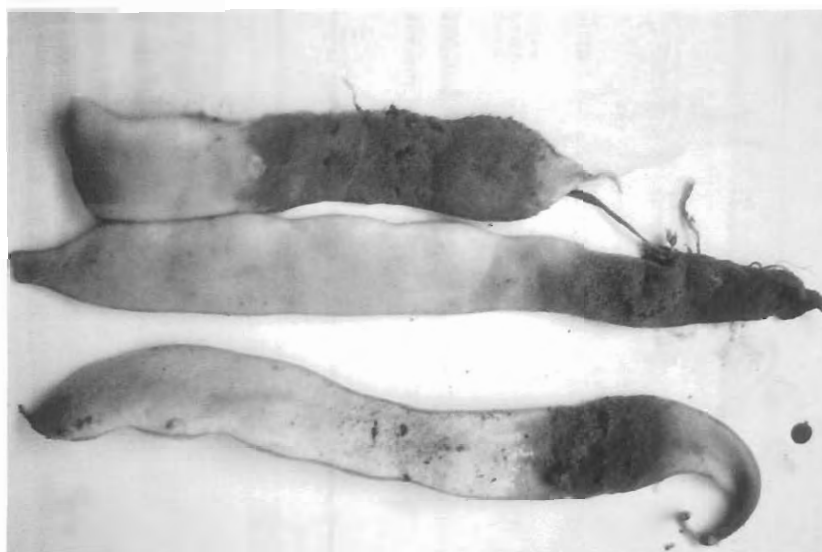


Foto 7 - Desarrollo gradual de Podredumbre gris a partir del ápice en vainas de judía.



Foto 8 - Seca de ramificación lateral en planta de tomate con necrosis elíptica en la inserción, causada por *B. cinerea*

dos de las flores y las lesiones se van expandiendo progresivamente a toda la hoja, peciolo y tallo. Los tallos pueden quedar anillados por esta invasión progresiva, o por infecciones en cicatrices de poda mal realizadas. Se originan entonces lesiones elípticas de hasta 10 cm de diámetro que producen el marchitamiento de la planta por encima de este punto (Foto 8). Donde esto ocurre, el patógeno puede tener éxito en colonizar el tejido vascular y distribuirse sistemáticamente (Dixon, 1981). La epinastia ocurre a veces en respuesta a *B. cinerea* cuando éste produce lesiones en tallos de tomate (Talboys, 1984).

La podredumbre de frutos comienza con una invasión primaria del cáliz o pistilo, que progresa durante el desarrollo del fruto (Foto 9). También los pétalos infestados pueden permanecer adheridos al fruto, creciendo el hongo directamente en él, dando lugar a una podredumbre blanda apical del fruto. A través de grietas o picaduras de insectos, los frutos pueden ser atacados dando lugar a una podredumbre que progresa rápidamente originando un área verde-grisácea, de margen definido, hasta que todo el fruto queda afectado (Letham y Penrose, 1980).

La mancha fantasma es un síntoma poco común de esta enfermedad. Esta fase de la PG ocurre después de que las esporas germinan en condiciones de alta humedad en la superficie de los frutos, y los tubos germinativos penetran en ellos, pero seguido de un rápido descenso de aquélla el micelio aborta y no se produce la colonización de los tejidos subepidérmicos. La penetración del tubo germinativo se realiza en frutos de 1,5 a 3 cm de diámetro en tamaño, pero la expresión completa de la enfermedad

La primera puede afectar a hojas, tallo y frutos. La invasión de las hojas se produce en los puntos donde se depositan los cálizos infestados desprendi-



Foto 9 - Infección en fruto de tomate vía resto floral, por *B. cinerea*.



Foto 10 - Necrosis en ramificación principal de planta de pimiento causada por *B. cinerea*.

ocurre en estado de fruto verde maduro. Las manchas que presenta son de 3 a 8 mm de diámetro, con un centro plateado y un halo pálido verdoso y aunque este síndrome no origina podredumbre de fruto, reduce su grado de calidad y deprecia comercialmente el fruto (Dixon 1981).

PIMIENTO Y BERENJENA

Al igual que en judía, la infección de estos huéspedes puede tener lugar en los primeros estadios del

desarrollo de la planta, pero es realmente importante en la floración, puesto que las flores son los principales puntos de infección.

En los puntos de ramificación (principales y secundarios) se producen podredumbres blandas con abundante esporulación, que necrosan el tejido y se extienden a las ramas confluyentes (Foto 10). Este tipo de infección, con baja incidencia, puede dar lugar a pérdida parcial de la planta, por rotura de brotes laterales a partir del punto de ramificación.



Foto 11a - Podredumbre gris en frutos de pimiento vía flor a través de pedúnculo.



Foto 11b - Podredumbre gris en frutos de berenjena vía flor a través de pedúnculo.

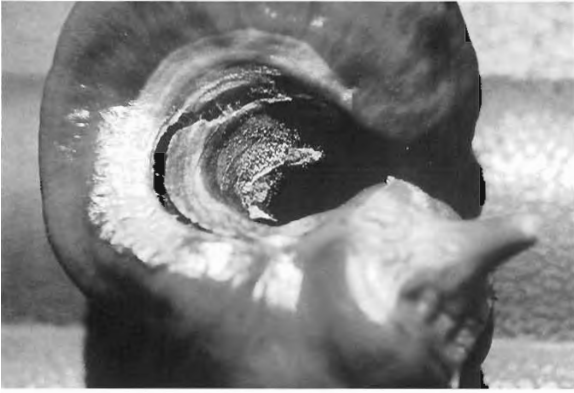


Foto 12a - Podredumbre gris en frutos de pimiento vía flor en la zona central del fruto.



Foto 12b - Podredumbre gris en frutos de berenjena vía flor en la zona central del fruto.

El patógeno puede infectar la flor y desarrollar la enfermedad en el primer estadio, antes de la fecundación, sin obtenerse el correspondiente fruto. También puede colonizar la flor y no desarrollar la PG (infección latente), aquella es entonces fecundada y da origen al fruto con resto de flor colonizada por el patógeno y adherida al fruto en tres posibles puntos: pedúnculo, zona central, o ápice. (Fotos 11, 12 y 13). A partir de cada uno de esos puntos, en condiciones favorables, se va desarrollando una podredumbre blanda, con posterior esporulación del hongo, que puede abarcar parcial o totalmente al fruto. Pueden observarse frutos con resto de flor

colonizada por el patógeno pero sin presentarse infección en el mismo (Foto 14). Estos son recolectados normalmente pero su peligro reside cuando son almacenados, como ya se ha explicado para el caso de la judía.

Se ha estudiado (López Herrera *et al.*, 1986c) la incidencia de *B. cinerea* en diferentes partes de las plantas de pimiento y berenjena, durante dos campañas, 1981-1982 y 1982-83. En el Cuadro 1, se reflejan sólo los datos de la segunda, puesto que éstos no difirieron sustancialmente de un año a otro.



Foto 13a - Podredumbre gris en frutos de pimiento vía flor a través del ápice.



Foto 13b - Podredumbre gris en frutos de berenjena vía flor a través del ápice.

BOTRYTIS CINEREA PERS.
Podredumbre Gris



Foto 14a - Frutos sanos de pimiento con restos florales colonizados por *B. cinerea*.



Foto 14b - Frutos sanos de berenjena con restos florales colonizados por *B. cinerea*.

CULTIVO	FECHA DE LECTURA	% TOTAL PLANTAS ATACADAS	RAMIFIC.	% PLANTAS ATACADAS (a) EN			
				FLOR SIN FRUTO	OVARIO	FRUTO A TRAVES CENTRAL	PEDUNCULO
PIMIENTO							
1982							
Nov.	11	0	0	0	0	0	0
Dic.	1	0	0	0	0	0	0
	15	0	0	0	0	0	0
1983							
Ene.	13	73	16	27	0	70	67
	19	77	10	47	7	23	40
	25	87	30	40	1	1	37
Feb.	1	67	17	25	6	6	42
	8	75	14	19	3	0	58
	15	75	9	31	0	0	56
Mar.	9	58	11	25	0	0	36
	16	31	9	6	0	0	19
	23	53	17	14	0	0	31
Abr.	7	66	11	22	0	0	39
	14	39	8	8	0	0	28
	20	33	6	6	0	0	25
	27	50	9	0	0	3	39
May.	4	47	19	3	0	0	33
	12	17	8	0	0	0	14
	18	17	6	0	0	0	11
Jun.	1	3	3	0	0	0	0
	8	0	0	0	0	0	0

Cuadro 1.- Incidencia de infecciones de *Botrytis cinerea* en diferentes partes de la planta, en cultivos de pimiento y berenjena en invernaderos de El Morche (Málaga) (1982-83).

(Continúa)

CULTIVO FECHA DE LECTURA	% TOTAL PLANTAS ATACADAS	% PLANTAS ATACADAS (a) EN				
		RAMIFIC.	FLOR SIN FRUTO	OVARIO	FRUTO A TRAVES CENTRAL	PEDUNCULO
BERENJENA						
1982						
Nov. 3	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
25	59	3	23	20	23	10
Dic. 1	50	3	30	27	0	7
7	58	7	37	7	17	0
15	79	25	39	21	39	4
1983						
Ene. 13	53	33	27	3	3	30
19	53	17	23	0	7	20
25	83	54	47	0	13	10
Feb. 1	100	77	83	0	77	27
8	90	67	10	0	73	47
15	97	76	17	93	3	3
Mar. 2	100	84	7	30	50	93
9	100	70	0	3	67	80
Abr. 20	100	47	0	0	0	100
27	100	40	0	7	0	93
May. 12	67	17	0	0	7	57
18	30	0	0	0	0	30

(a): Sobre un total de 36 plantas observadas.

Cuadro 1.- Incidencia de infecciones de *Borytis cinerea* en diferentes partes de la planta en cultivos de pimiento y berenjena en invernaderos de El Morcho (Málaga) (1982-83).

(Conclusión)

En pimiento, y por orden creciente de importancia, las partes más susceptibles a la infección son ramificaciones secundarias, flores y frutos atacados por pedúnculo. El número de frutos atacados por el ápice fue mucho menor y casi nulos los ataques a ramificación principal. En cambio, en berenjena no se observaron claras diferencias entre los distintos tipos de ataque, salvo las ramificaciones principales que presentaban mayor resistencia.

PEPINO

Al igual que en judía, los frutos son a menudo invadidos por el ápice con una necrosis blanda y grisácea, extendiéndose gradualmente a todo el órgano. Las hojas y las heridas de recolección, o cualquier punto dañado de la planta, o en su contacto con el suelo, son puntos primarios para la penetración (Fotos 15 y 16).

HÁBITATS PREFERENCIALES

El hongo pasa el verano, en la época de no cultivo, en forma de esclerocios o micelio; en el suelo, o adherido a restos vegetales, dentro del invernadero o en las lindes de él. Una vez que comienza el cultivo y hasta la floración, los esclerocios en condiciones de alta humedad relativa, germinan produciendo el micelio que da lugar a los conidiofóros y conidias, lo que suele ocurrir en otoño. Cuando se inicia la floración, las conidias, que son transportadas por el viento o el agua, se depositan en las flores o en hojas o en ramificaciones de la planta. Con condiciones de alta humedad relativa ambiental, germinan e invaden la planta. Como patógeno no especializado con un amplio rango de huéspedes, esto ocurre cuando los mecanismos de resistencia activa o pasiva se minimizan notablemente, en tejidos juveniles dañados o senescentes (Rayner y Body, 1986). En estas circunstancias las enzimas pectolíticas segregadas por el patógeno disuelven la sustancia intercelular de



Foto 15 - Fruto sano de pepino con resto floral colonizado por *B. cinerea*.

las células parenquimáticas, dando lugar a las podredumbres blandas (Cowling, 1978). Las zonas blandas y necrosadas originan nuevos conidióforos y conidias que completan el ciclo, volviendo a pasar la época estival en forma de micelio resistente o esclerocios. En general, el mejor estado de nutrición del patógeno es su estado saprofitico. *Botrytis* suele invadir el huésped a través de una pieza de tejido muerto, como puede ser una flor.

Los muestreos realizados durante varios años, en invernaderos hortícolas de la costa sur en el período Noviembre a Junio, ponen de manifiesto que el mico-

lio de *B. cinerea* viable, se recupera en restos vegetales en un orden del 56%, con una capacidad patogénica del 100%, aislándose con mayor incidencia desde Enero a Marzo. En cambio, no se pudieron recuperar esclerocios a partir de suelo o restos vegetales en esa época. Esto hace sospechar que se forman en la época estival y de no cultivo, cuando se presentan condiciones desfavorables de sequía y ausencia de huéspedes susceptibles (López Herrera, datos no publicados).

Para medir el nivel de esporas de *B. cinerea* presente en un invernadero, se puede utilizar una trampa cazaesporas Burkard (Manufacturing Co Ltd), que



Foto 16 - Invasión gradual de Podredumbre gris en fruto de pepino.

evalúa la concentración de conidias (conidias/m³ aire) existentes dentro de invernadero. Así, autores como Bulit y Verdu (1973) han estudiado la variación diaria y anual de las esporas de *B. cinerea* en vid. Estudios realizados sobre captación de esporas en invernadero (López Herrera, 1988) ponen de manifiesto la correlación negativa entre el número de esporas captadas y las temperaturas medidas 6 u 8 horas antes de la captación, y que el viento es el parámetro ambiental, además de la temperatura y humedad relativa que más influye en la dispersión de las conidias de *B. cinerea* dentro del invernadero (López Herrera, datos no publicados).

FACTORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS QUE INFLUYEN EN LA EPIDEMIOLOGÍA DE LA ENFERMEDAD

La iniciación y mantenimiento de una epidemia de PG, depende de una compleja secuencia e interacción de acontecimientos biológicos, tales como, Producción (PI) y Dispersión de inóculo (DI), Infección (IF) por conidias y micelios y Supervivencia del patógeno (S) en forma de micelio o esclerocios. Cada una de estas fases del desarrollo de la enfermedad están influenciadas por factores bióticos (huésped vegetal y otros) y factores abióticos de tipo climático (lluvia, temperatura, viento, humedad relativa) o de tipo cultural (control de malas hierbas, riego, aplicación de fertilizantes y fungicidas) que predisponen potencialmente a la enfermedad.

INFLUENCIA DE FACTORES BIÓTICOS

El estado fenológico del cultivo influye en todas las fases del desarrollo de la enfermedad:

FASE PI: La concentración de esporas de *B. cinerea* en el aire aumenta con la maduración de los cultivos (Jarvis, 1962b; Corbaz, 1972).

Fase DI: La dispersión del hongo se realiza en un alto porcentaje (64%), en pétalos infestados y desprendidos que se adhieren a frutos sanos (Jarvis, 1962c), o por abejas (Kovacs, 1968).

FASE IF: Las partes necrosadas de frutos maduros facilitan la adherencia del inóculo y son causa del paso de infecciones latentes a extensas.

FASE S: Los frutos infectados son sustratos de dispersión del patógeno en frutos almacenados, así como los restos vegetales dentro y fuera del inver-

nadero, que dispersan el inóculo en forma de micelio y esclerocios (López Herrera, 1986a).

El tiempo de infección varía según los huéspedes (Hennebert y Gilles 1958, Stellwaag y Kitler 1969, Bulit et Lafon 1972).

Extractos de pétalos, cáliz, y anteras estimulan la germinación de conidias (Kawakubo y Nasuda, 1978). La presencia de polen estimula el desarrollo del patógeno, produciendo una rápida germinación de la conidia y rápida elongación del tubo germinativo (Ogawa y English, 1960; Chou and Preece, 1968; McClellan y Hewitt, 1973), lo que hace reducir considerablemente el número de conidias necesarias para la infección.

Los altos niveles de infección pueden ser compensados por altos crecimientos vegetativos de la planta (Grainger, 1950).

INFLUENCIA DE FACTORES ABIÓTICOS

Fase PI: Puede verse afectada por la rotación de cultivos al disminuirse o eliminarse los huéspedes susceptibles al patógeno (Maude, 1980).

El retirado, enterrado y quema de restos vegetales infestados reducen el nivel de inóculo (Kochenco 1972; López Herrera, 1986a).

FASE DI: La dispersión de conidias es realizada por el viento (Harrison y Lowe, 1987; Jarvis, 1962a), por gotas de agua, como las de condensación del plástico de invernaderos, y agua de riego (Beaumont *et al.*, 1936).

La dispersión del micelio está influenciada por el viento y lluvia que lo dispersa en flores senescentes y pétalos infestados (Jarvis, 1962 c).

Las labores culturales influyen en la dispersión de esclerocios despositados en suelo o en restos vegetales (Ellerbrock y Lorbeer, 1977).

FASE IF: El agua de condensación favorece la iniciación de la infección en flores a partir de conidias y favorece la adherencia del inóculo en zonas necrosadas de frutos maduros (Jarvis, 1964). La temperatura y humedad relativa actúan conjuntamente en la determinación inicial de la infección por conidias. El micelio, en cambio, no es tan dependiente de los factores ambientales (Garret, 1970).

La infección se acelera si hay un suministro de nutrientes exógenos del suelo, o de materia orgánica

descompuesta. Así, se requieren aportes de Zinc para la formación de los apresorios de *B. cinerea* en infecciones de judía (Huber, 1980).

FASE S: Las conidias son viables a bajas temperaturas en suelo, pero pierden su capacidad patógena colonizando solo zonas necróticas (Javed, 1977, Coley-Smith, 1980). Las temperaturas cercanas a 0 °C afectan su viabilidad (Vanev, 1966).

La supervivencia del micelio depende de la temperatura, humedad relativa y aislamiento del hongo, aunque suele ser muy breve en el suelo (Hsu y Lockwood, 1971).

La humedad afecta negativamente a la supervivencia de los esclerocios enterrados en suelo (Towsend, 1952).

Además de la influencia de los factores abióticos sobre las fases descritas del patógeno, también influyen en conjunto sobre el desarrollo de la enfermedad.

La temperatura influye por si misma, y, a veces, conjuntamente con la humedad relativa y ventilación del cultivo (Blazquez, 1975; Morgan, 1980; Kovacs, 1968). Asimismo, el espaciado y orientación de los cultivos influyen en la epidemiología de la enfermedad (Campbell, 1949). En cuanto a la fenología del cultivo, hay diferencias de resistencia a la enfermedad según el desarrollo fenológico de las plantas (Verhoeff, 1965). A veces concentraciones tóxicas de contaminantes aéreos, como dióxido de sulfuro y ozono, pueden incrementar la cantidad de enfermedad (Heagle, 1973). En el Cuadro 2 se relaciona la influencia de varios nutrientes sobre la enfermedad (Huber, 1980).

PATÓGENO	HUÉSPED	NUTRIENTES				
		NH4	NO3	P	K	B
Botrytis cinerea	Judía y Tomate	I	D	D	D	I

I: Incrementa la enfermedad
D: Decrece la enfermedad

Cuadro 2.- Influencia de nutrientes en el desarrollo de la PG en cultivos de tomate y judía.

PÉRDIDAS OCASIONADAS

Se han evaluado las pérdidas debidas a la PG, en invernaderos de cultivos hortícolas bajo plástico de la costa sur de España, en los que se observaban abundantes brotes secos, mediante observaciones desde Diciembre a Marzo durante varios años. Las pérdidas fijas anuales oscilaron entre un 25-30% y, en casos excepcionales, se elevaron a un 80-100%, haciendo limitantes algunos cultivos muy susceptibles a *B. cinerea* como la berenjena.

También se observan pérdidas posteriores en postcosecha, debido a frutos almacenados, con infección latente, que en condiciones de incubación con una alta humedad relativa, producen contaminación de frutos sanos en contacto con aquéllos. Estas pérdidas de postcosecha no han sido evaluadas hasta el momento.

MEDIDAS DE CONTROL

Se pueden considerar diferentes métodos de lucha para controlar la PG de cultivos hortícolas bajo invernadero.

BIOLÓGICOS

Estos incluyen la acción de microorganismos antagonistas y estudio de resistencia.

Como microorganismos antagonistas de *B. cinerea* existen hongos, bacterias y nematodos que inciden directamente sobre las estructuras del patógeno, o tienen una marcada acción sobre el desarrollo de la enfermedad. La literatura cita a los hongos como los microorganismos antagonistas más importantes de cultivos hortícolas.

Parasitan a los esclerocios hongos como *Terafosperma oligoladum* (Backman y Rodríguez Kabana, 1975), *Coniothynum minitans* (Turner y Tribe, 1976), *Verticillium spp.*, *Penicillium spp.*, *Mucor spp.* (Jarvis, 1977; Roulston y Lane, 1988), *Sporidesmium sclerotivorum* (Ayers y Adams, 1981), *Gliocladium catenulatum* (Simay, 1988) y varias especies de *Trichoderma*, afectando unas con más intensidad (*viride* y *koningii*) y otras con menor grado (*harzianum* y *hamatum*) según Khol y Schloser (1988).

Las esporas y micelio de *B. cinerea* son parasitadas también por las especies de *Trichoderma*:

hamatum, *harzianum*, *koningii*, *longibrachiatum* y *viride* (Jailloux y Froidefoud, 1987).

Extractos de *Nigrospora oryzae* inhiben la germinación de las estructuras citadas (Szewawnack *et al.*, 1991).

Algunos antagonistas "in vitro". *Trichoderma lignorum* y *Phoma sp.*, también actúan como tal "in vivo" en las plantas, si son previamente inoculados en lesiones producidas por daño de heladas. En este sentido, también actúan *Cladosporium*, *Verticillium* y *Alternaria* (Newhook, 1957), así como *Streptomyces* (Tahvonen y Lahdenperä, 1988).

Con respecto a la actividad de estos microorganismos antagonistas se ha de tener presente que una esterilización del suelo puede dar lugar a una ausencia de competitividad entre ellos, pudiendo originar severos ataques de *B. cinerea*.

En referencia al control de la enfermedad mediante genes de resistencia, no se conoce ninguno contra *B. cinerea*. Su estudio se ha dejado aparte debido al amplio espectro de condiciones ambientales y de las distintas formas en que el hongo puede producir la enfermedad.

También se ha de citar, que la aplicación de extractos fermentados de materiales orgánicos reducen la incidencia de la PG en judía (Weltzien, 1989).

FÍSICOS

Dentro de estos métodos de lucha se pueden considerar métodos culturales (Cuadro 3) y el manejo de factores ambientales (Cuadro 4).

MÉTODO	ACTUACIÓN SOBRE	EFFECTO	REF. BIBLIOGRÁFICA
Rotación de cultivo	Disminución de huéspedes susceptibles	Esclerocios y micelio del suelo	(Maude, 1980)
Retirado y quema de restos vegetales dentro y fuera del invernadero	Decrecimiento fuente de inóculo Disminución de la infección posterior a nuevos cultivos	Esclerocios y micelio en restos	(López Herrera, 1986a)
Adecuada densidad de plantación	Reducción de puntos susceptibles Reducción de la humedad relativa	Nivel de inóculo	(Short, 1965)
Aplicación de fertilizantes	Incremento en el crecimiento vegetativo compensatorio del desarrollo de enfermedad	Desarrollo enfermedad	(Tarr, 1972)

Cuadro 3.- Métodos culturales para disminuir la PG de cultivos hortícolas.

QUÍMICOS

El control de la PG es bastante complicado, a diferencia de otras enfermedades ya que *B. cinerea* es capaz de atacar a los cultivos hortícolas en cualquiera de sus estados de desarrollo, o en su almacenaje, afectando a toda la planta, incluyendo cotiledones, hojas, tallos, flores, frutos y raíces.

Este método de lucha se puede aplicar a semillas, a la planta durante el cultivo, o en fruto postcosecha. En el Cuadro 5 se reflejan los principales fungicidas que han sido utilizados con éxito en el control de la PG y en el Cuadro 6 se presentan las ventajas e inconvenientes de los fungicidas sistémicos frente a los de contacto o no sistémicos.

MÉTODO	ACTUACIÓN	EFEECTO	VENTAJAS	INCONVENIENTES	REFERENCIA
Solarización (aplicación de cubierta de lámina de polietileno (75u) en suelo regado en época estival)	M y E en suelo o enterrado en él	Pérdida V Reducción CP	Erradica IP	Necesita tratar varios invernaderos colindantes para evitar posibles contaminaciones externas.	López Herrera, 1986b; López Herrera y Verdú, 1992
Manejo de T y HR en el invernadero	P, D, L esporas	Disminución de CE con T de 20-30 °C y HR > 70% (80-85%) y < 93%	Controla D; Reduce I Disminuye TQ	No es totalmente aplicable en invernaderos comerciales de plástico, si en los de ambiente controlado.	López Herrera, 1988 Baker, 1966
Cubierta plástica de invernadero de absorción luz UV (390-700+ nm)	EP	Reducción EP Reducción TCE		Encarece el cultivo	Honda et al., 1977 Reuveni et al., 1989
Ajuste de T, y nivel de CO y O2 en almacenaje	Desarrollo EF	Inhibición EF		Encarece el almacenaje	Kafer et al., 1978

M: Micelios
t: Inóculo
T: Temperatura
TCE: Tasa de colonización epidérmica
DI: Dispersión de inóculo
IP: inóculo potencial
EP: Esporulación
D: Dipersión
E: Esclerocios
TQ: Tratamientos químicos
HR: Humedad relativa
CP: Capacidad patogénica
V: Viabilidad
L: Liberación
P: Producción
CE: Captación de esporas
EF: Enfermedad

Cuadro 4.- Manejo de factores ambientales sobre el desarrollo de la PG en cultivos hortícolas de invernadero.

FASE CULTIVO	IMPORTANCIA	TIPO FUNGICIDAS	FUNGICIDAS
Semilla	Se han aislado <i>B. cinerea</i> en más de 50 plantas horticolas (Noble y Richardson, 1968)	Protectores o no sistémicos Sistémicos	<i>Ditiocarbamatos</i> : Thiram (Musket, 1958) <i>Benzimidazoles</i> : Benomilo y Thiabendazol (Ondrej, 1972; Orlikowski et al., 1974)
Cultivo	<i>B. cinerea</i> afecta a las estructuras vegetativas y florales de las plantas a lo largo del cultivo, causando reducción en calidad y cosecha de fruto	Protectores Sistémicos Mezcla de Protectores y Sistémicos	<i>Ditiocarbamatos</i> : Thiram (Crüger, 1962; Way y Keyworth, 1959) <i>Tiomidicos</i> : Folpet y Diclofuanida <i>Dicarbòximidas</i> : Vinclozolina e Iprodiona (Hartill, 1979) <i>Benzimidazoles</i> : Carbendazima y Benomilo (Smith y Spencer, 1971) <i>Dicarbòximidas</i> : Procimidona (Hartill, 1979; Beever y Brieven, 1983; Horksbergen y Beever, 1984) <i>Pirimidinas</i> (Maeno et al., 1990) (Yunis et al., 1991)
Postcosecha	Eliminar directamente o reducir sustancialmente el inóculo y su diseminación posterior en el almacenaje	Protectores Sistémicos	<i>Nitroderivados</i> : Dicloran (Chastagner y Ogawa, 1979a) <i>Benzimidazoles</i> : Carbendazima y Benomilo (Mass y Smith, 1972; Jordan, 1973; Kassim, 1987)

Cuadro 5.- Control químico de la PG de cultivos horticolas

VENTAJAS	INCONVENIENTE
Por su Translocación	Método aplicación
Su persistencia depende menos del ambiente	Influye en menor proporción que en los de contacto
Mayor distribución en la planta	Tolerancia

Cuadro 6.- Ventajas e inconvenientes de los fungicidas sistémicos

TOLERANCIA DE *B. CINEREA* A LOS FUNGICIDAS SISTÉMICOS

La primera cita de tolerancia de *B. cinerea* a los fungicidas sistémicos fué realizada por Bollen y Scholten (1971) en cyclamen; explicando la tolerancia de *B. cinerea* por la protección suministrada a éste por cepas tolerantes de especies de *Penicillium* antagonistas de *B. cinerea* en hojas de cyclamen (Van Dommelen y Bollen, 1973). Posteriormente, se han desarrollado muchos estudios de resistencia de *B. cinerea* a fungicidas, tales como benomilo en pepino (Iida, 1975), y en tomate (Miller y Fletcher, 1974; Smith y Worthing, 1974; Chastagner *et al.*, 1976) y al metil tiofanato en pepino, berenjena, pimiento y tomate (Tezuka y Kiso, 1977).

Los efectos del desarrollo de cepas del hongo tolerantes causan un fracaso en el control de la

enfermedad y pérdidas económicas por reducciones en la calidad y cosecha del cultivo. Para causar dichos efectos, las cepas tolerantes han de tener dos características esenciales: 1) Deben ser genéticamente estables y dominantes en la población del patógeno y, 2) Deben ser tan agresivas y virulentas como las cepas susceptibles e igualmente competitivas con ellas en la fase saprofítica (Fletcher, 1975).

La aplicación de altas dosis de fungicidas podrían retrasar la aparición de resistencia, pero si las cepas tolerantes ya han aparecido, la aplicación frecuente de altas dosis del mismo compuesto podrían mantener una alta presión de selección que promovería la formación de una población resistente.

No se conoce que se obtengan cepas totalmente tolerantes de cultivos que no hayan tenido una histo-

ría de tratamientos con fungicidas sistémicos (Smith y Worthing, 1974; Chastagner et al. 1976). Por el contrario, su persistencia puede haber sido prolongada por tratamientos con benzimidazoles, los cuales demoran la descomposición de restos vegetales. Existe evidencia de que la frecuencia de cepas tolerantes de *B. cinerea* puede disminuir donde fungicidas sistémicos, tales como Benomilo, no hayan sido aplicados durante años (Fletcher, 1975).

La tendencia en pérdidas de control de enfermedad causada por *B. cinerea* por el uso de fungicidas sistémicos, ha resultado en una revaloración de su papel en tratamientos preventivos, y en una reevaluación del valor de algunos de los compuestos no sistémicos (Smith *et al.*, 1975).

Posteriormente a los fungicidas citados se descubrieron fungicidas del grupo de las dicarboximidias: iprodiona, con acción curativa y protectora, efectivo contra cepas del hongo tolerante a la carbendazima (Burgaud *et al.*, 1975), y vinclozolina con acción específica contra *B. cinerea* (Hess y Locher, 1975). Ambas, así como la procimidona, se han utilizado con éxito en programas de control fallidos por el uso de fungicidas sistémicos basados en los benzimidazoles (Hartill, 1979).

A diferencia con los benzimidazoles, donde se obtuvo una evidente pérdida de control de benomilo, tras utilizarlo sólo durante dos estaciones seguidas; la presencia de cepas tolerantes a las

dicarboximidias no resultó en una pérdida de control de la enfermedad (Dennis y Davies, 1978). La explicación de este fenómeno puede residir en que la tolerancia ocurra a bajas concentraciones, del orden de 5 mg/l, y se pierda en ausencia de la aplicación del fungicida. Además la población tolerante a las dicarboximidias dejan de aparecer cuando se dejan de aplicar éstos (Creemers y Vanmechelen, 1990).

No obstante, más tarde también han aparecido cepas resistentes a las dicarboximidias (iprodiona, vinclozolina y procimidona) que aunque se presenten en bajos niveles en invernaderos de cultivos hortícolas (tomate, judía y pepino), han producido una pérdida del control de la enfermedad en algunos casos (Beever y Brien, 1983). En cambio en otros, el nivel de cepas resistentes a dicarboximidias hace posible la utilización de dicarboximidias tales como iprodiona, sin que haya una obvia pérdida de control (Davis y Dennis, 1981; Hoksbergen y Beever, 1984). La aparición de cepas resistentes resulta aparentemente de la presión de selección impuesta sobre el patógeno por el uso exclusivo y extensivo de dicarboximidias bajo condiciones que favorecen la PG en cultivos hortícolas protegidos. (Katan, 1982). También se han obtenido cepas tolerantes a la procimidona en invernaderos de la Costa Sur de España, en un programa de tratamientos de uno a varios años a base de dicarboximidias (Fraile *et al.*, 1986). En el Cuadro 7 se resume la aparición cronológica de cepas de *B. cinerea* tolerantes a las dicarboximidias en distintos países.

AÑO	PAÍS	REFERENCIA
1980	Israel	Katan (1981)
1980	Grecia	Panayotakou y Malthrais (1981) Pappas (1982)
1981	Nueva Zelanda	Beever y Brien (1983) Hartill <i>et al.</i> (1983)
1982	Japón	Murakishi y Hosoya (1982) Takeuchi y Nagai (1982)
1983	Canadá	Nothover y Matteoni (1984)
1983	Italia	Gullino <i>et al.</i> (1984) Gullino y Garibaldi (1985)
1985	Reino Unido	Wang <i>et al.</i> (1986)
1987	Dinamarca	Nielsen y Lundsgaard (1987)

Cuadro 7.- Desarrollo de resistencia de *B. cinerea* a las dicarboximidias en cultivos protegidos

Si se espera un desarrollo de resistencia a fungicidas, se debe considerar la aplicación combinada de los mismos (Gullino y Garibaldi, 1987), de sistémicos y no sistémicos (Gullino *et al.*, 1990), de otros fungicidas alternativos (Chiba y Northover, 1987), o la adición de ciertos aceites minerales (Channon y Thomson, 1978). Los compuestos que se usen deberían tener diferentes mecanismos de acción para evitar el fallo en el control de la enfermedad por el fenómeno de "resistencia cruzada" (Leroux y Gred 1979, 1989). El problema de aparición de resistencia podría evitarse si se realizan combinaciones de productos con "resistencia cruzada correlacionada

negativamente" (Garibaldi *et al.*, 1989); así, mutantes resistentes a uno de los fungicidas se eliminarían por el otro compuesto y a la inversa. Se ha llegado a la conclusión de que un alto nivel de resistencia puede persistir durante un largo período y decrecerá sólo parcialmente cuando la "presión de selección" disminuya (Keiding, 1967). No obstante, se ha detectado resistencia múltiple de *B. cinerea* a benomilo y dicloronitroanilina (Chastagner y Ogawa, 1979 b).

En resumen, podemos establecer que el control de la PG se ha de basar en una combinación de métodos de lucha físicos y químicos (Cuadro 8).

	MÉTODOS	MOMENTO DE APLICACIÓN
Físicos	Desinfección general del suelo mediante fumigantes	Antes del cultivo
	Solarización	Antes del cultivo
	Quema de restos vegetales apiladas en las lindes de los invernaderos	Antes y durante el cultivo
	Manejo de parámetros ambientales Temperatura, humedad relativa y viento dentro del invernadero	Durante el cultivo
Químicos	Aplicación de tratamientos químicos con fungicidas antiBotrytis con alternancia de distintos fungicidas o mezcla de sistémicos y no sistémicos	Preventiva antes de floración Curativa a partir de floración

Cuadro 8.- Métodos de lucha contra la PG en cultivos hortícolas de invernadero

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYERS, W. A. AND ADAMS, P. B. 1981. Myco-parasitism and its application to biological control of plant diseases. In: *Biological Control in Crop Production*. ed. G.C. Papavizas. Beltsville Symp. Agric. Res. 5 : 91-103. Totowa, NJ: Allnheld, Osmun.
- BACKAMN, P. A. AND RODRÍGUEZ KABANA, R. 1975. A system for the growth and delivery of biological control agent to the soil. *Phytopathology* 65:819
- BAKER, K. F. 1966. *The glasshouse environment in relation to disease and insects*. N.Y. State Flower Grw. Bull. 242:4-8.
- BEAUMONT, A. W., DILLON WESTON, W. A. R. AND WALLACE, E. R. 1936. Tulip fire. *Ann. Appl. Biol.* 23:57-88.
- BEEVER, R. E., BRIEEN, H. M. R. 1983. A survey of resistance of the dicarboximide fungicides in *Botrytis cinerea*. *New Zealand J. Agric. Res.* 26(3): 391-400.
- BLÁZQUEZ, C. H. 1975. Weather and disease surveillance in Southwest Florida. *Proceedings Florida State Hort. Soc.* 88: 243- 248.
- BOLLEN, G. J. AND SCHOLTEN, G. 1971. Acquired resistance to benomyl and some other fungicides in a strain of *Botrytis cinerea* in cyclamen. *Neth. J. Path.* 77: 83-90.

- BULIT, J. ET LAFÓN, R. 1972. Biologie du *Botrytis cinerea* Pers. et le développement de la pourriture grise dans le vignoble. Rev. Zool. Agric. Pathol. Veg. 71:1-10.
- BULIT, J. ET VERDU, D. 1973. Variation journalière et annuelle de la spore aérienne du *Botrytis cinerea* Pers. dans un vignoble. Ann. Phytopath. 5(1): 319.
- BURGAUD, L., CHEVREL, J., GUILLOT, M., MARECHAL, G., THIOLLIEVE, J. AND COLEY-SMITH, J.R. 1975. The hydanton 26019 RP, a new polyvalent fungicide. Proc. 8th Br. Insect. Fungic. Conf. 2: 645-652.
- CAMPBELL, L. 1949. Gray mold of beans in western Washington. Plant. Dis. Repr. 33: 91-93.
- CHANNON, A., G. AND THOMSON, M. C. 1978. The effect of carbendazim-generating fungicides with and without a mineral oil additive on tomato stem lesions caused by carbendazim-sensitive and tolerant strains of *Botrytis cinerea*, Ann. Appl. Biol. 90:345-353.
- CHASTAGNER, G. A., OGAWA, J. M., MANJI, B. T. 1976. Field problems due to chemical tolerance of plant pathogens. Proc. Am. Phytopath. Soc. 3:47-53.
- CHASTAGNER, G. A. AND OGAWA, J. M. 1979 a. A fungicide wax treatment to suppress *Botrytis cinerea* and protect fresh market tomatoes. Phytopathology 69(1): 59-63.
- CHASTAGNER, G. A. AND OGAWA, J. M. 1979 b. DCNA-benomyl multiple tolerance in strains of *Botrytis cinerea*. Phytopathology 69(7): 699-702.
- CHIBA, M. AND NORTHOVER, J. 1987. New benzimidazole fungicides: Their efficacy against benomyl-sensitive and benomyl-resistant isolates of *Botrytis cinerea*. Proc. 6th Int. Congr. of Pesticide Chemistry. In Pesticide Science and Biotechnology. Greenhalgh R, and Roberts, F, R, eds. Blackwell Scientific Publications Ltd. Oxford U.K. 215-216.
- CHOU, M. C., AND PREECE, T. F. 1968. The effect of pollen grains on infections caused by *Botrytis cinerea* Fr. Ann. Appl. Biol. 62: 11-22.
- COLEY-SMITH, J. R. 1980. Sclerotia and other structures in survival. In: *The biology of Botrytis* (Ed. by J.R. Coley-Smith et al.) Academic Press. pp.85-114.
- COLEY-SMITH, J.R., VERHOEFF, K. AND JARVIS, W. R. 1980. *The biology of Botrytis*. Ed. by J.R. Coley-Smith et al. Academic B. 318 pp.
- CORBAZ, R. 1972. Investigations in fungal spores trapped in a vineyard. Phytopath. Z. 74: 318-328.
- COWLING, E. B. 1978. The engineering mechanics of pathogenesis. In: *Plant Disease III*: 315. Horsfall J. G. and Cowling E. B. eds. Academic Press. London 487 pp.
- CRÜGER, G. 1962. Possibilities of *Botrytis control* of head lettuce crops under glass. Z. Pflkrankh 69: 513-515. (Abstract).
- CREEMERS, P. VANMECHELEN, A. AND BAL, E. 1990. Ten years of *Botrytis cinerea* Pers. control with dicarboximide fungicides on strawberries. Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent 55(3a): 995-962. (Abstract).
- DAVIS, R. P. AND DENNIS C. 1981. Properties of dicarboximide-resistant strains of *Botrytis cinerea*. Pesticides Science 12:521- 535.
- DENIS, C., DAVIES, R. P. 1978. Tolerance of *Botrytis cinerea* to iprodione and vinclozoline. Plant Pathology 28: 131-133.
- DIXON, G. R. 1981. *Vegetable crop diseases*. MacMillan Publishers. LTD. London. 404 pp.
- ELLERBROCK, L. A., LORBEER, J. W. 1977. Sources of primary inoculum of *Botrytis squamosa*. Phytopathology 67: 363-372.
- ELLIS, M. B. AND WALLER, J. M. 1974. *Sclerotinia fuckeliana* (conidial state: *Botrytis cinerea*). Commonwealth Mycological Institute. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria. 431.
- FLETCHER, J. T. 1975. Tolerance of fungal pathogens to systemic fungicides in relation to disease control. Proc. 8th. Br. Insect. Fungic. Conf. 3: 751-762.
- FRAILE, A., ALONSO, A., SAGASTA, E. M. 1986. Some characteristics of *Botrytis cinerea* isolates tolerant to procymidone. Plant Pathology 35: 82-85.
- GARIBALDI, A., ALOI, C. AND GULLINO, M. L. 1989. Evolution of *Botrytis cinerea* populations on strawberry and tomato under the influence of different spray strategies. Medelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gen 52 (3a): 895-900. (Abstract).

- GARRETT, S. 1970. *Pathogenic root-infecting fungi*. University Press, Cambridge. 294 pp.
- GRAINGER, J. 1950. Forecasting out breaks of potato blight in west Scotland. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 33: 82-91.
- GULLINO, M. L., GUALCO, A. AND GARIBALDI, A. 1984. Cross resistance to iprodione and tolchlofos-methyl in *Rhizoctonia solani*. *Phytopathol. Mediterr.* 23:36-38.
- GULLINO, M. L. AND GARIBALDI, A. 1985. Present situation of resistance to fungicides in Italian vineyards. In: *Fungicides for Crop Protection*. BCPC Monograph 31: 319-322.
- GULLINO, M. L. AND GARIBALDI, A. 1987. Control of *Botrytis cinerea* resistant to benzimidazoles and dicarboximidas with mixtures of different fungicides. *Mededelingen Van De Faculteit Landbouwnenschappen Rijksuniversiteit Gen 52 (3a): 895-900 (Abstract)*.
- GULLINO, M. L., ALOI, C. AND GARIBALDI, A. 1990. Chemical and biological control of grey mould of strawberry. *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent 55(3a): 967-970*.
- HARRISON, J. G. AND LOWE, R. 1987. Wind dispersal of conidia of *Botrytis spp.* pathogenic to *Vicia faba*. *Plant Pathology* 36:5-15.
- HARTILL, W.F.T., 1979. Fungicides for the control of *Botrytis cinerea* in glasshouse tomatoes. *New Zeal. J. Exp. Agric.*, 7 (1), 91, 93.
- HARTILL, W.F.T., TOMPKINS, G.R., AND KLEINSMAN, P.J. 1983. Development in New Zealand of resistance to dicarboximide fungicides in *Botrytis cinerea*, to acylalanines in *Phytophthora infestans* and to guazatine in *Penicillium italicum*. *N.Z.J. Agric. Res.* 26:261-269.
- HEAGLE, A. S. 1973. Interaction between air pollutants and plant disease. *Annual Review of Phytopathology* 11:365-388.
- HENNEBERT, G. L., GILLES, G. L. 1958. Epidemiologie de *Botrytis cinerea* Pers. sur les fraisiers. *Meded. Landbouwhogeschool. Opzoekingsstn. Staat Gent.* 23 : 864-888. (Abstract).
- HESS, C. AND LOCHER, F. 1975. Experience with vinclozolin in the control of *Botrytis cinerea* on the strawberry. *Proc. 8th Br. Insect. Fungic. Conf.* 2: 693-696.
- HOKSBERGEN, K. A. AND BEEVER, R. E. 1984. Control of low level of dicarboximide-resistant strains of *Botrytis cinerea* by dicarboximide fungicides. *New Zeal. J. Agric. Res.* 27 (1): 107-111.
- HONDA, Y., TOKI, T., AND YUNOKI, T., 1977. Control of gray mold of greenhouse cucumber and tomato by inhibiting sporulation. *Plant Dis. Repr.* 61: 1041-1044.
- HSU, S. C. AND LOCKWOOD, J. L. 1971. Lysis of mycelium of plant pathogenic fungi by natural soil. *Phytopathology* 50: 787-789.
- HUBER, D. M. 1980. The role of mineral nutrition in defense. In: *Plant Disease. An Advanced Treatise. Vol V.* Academic Press, 534 pp.
- IIDA, W. 1975. On the tolerance of plant pathogenic fungi and bacteria to fungicides Japan. *Jap. Pestic. Inf.* 23: 13-16.
- JAILLOUX, F. ET FROIDEFOND, G. 1987. Evaluation des propriétés antagonistes de *Trichoderma* sur *Botrytis cinerea* à l'aide de plusieurs méthodes de laboratoire. *Bulletin OEPP* 17 (4): 541-547.
- JARVIS, W. R. 1962 a. The dispersal of spores of *Botrytis cinerea* FR. in a raspberry plantation. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 45: 549-559.
- JARVIS, W. R. 1962 b. The epidemiology of *Botrytis cinerea* Pers. in strawberry. *XVIth Hort. Congr.* 258-262.
- JARVIS, W. R. 1962 c. The infection of raspberry and strawberry fruits by *Botrytis cinerea* Pers. *Ann. Appl. Biol.* 50: 569-575.
- JARVIS, W. R. 1964. The effect of some climatic factors on the incidence of grey mould of strawberry and raspberry fruit. *Hort. Res.* 3: 65-71.
- JARVIS, W.R. 1977. *Botryotinia* and *Botrytis* species. Taxonomy, physiology and pathogenicity. *Canada Dep. Agric. Monograph.* 15. 195 pp.
- JAVED, Z. U. R. 1977. The effect of various conditions on survival of sclerotia and conidia of *Botrytis cinerea* f. sp. *coffeeae*, the cause of "varty disease" on coffee in Kenya. *Kenya Coffee* 42: 53-62.

- JORDAN, W. L. 1973. The effects of prophylactic spray programmes on the control of pre and post-harvest disease. *Plant Pathology* 22: 67-70.
- KADER, A. A., CHASTAGNER, G. A., MORIS, L. L. AND OGAWA, J.M. 1978. Effects of carbon monoxide on decay, physiological responses, ripening and composition of tomato fruits. *J. Am. Soc. Hort. Science* 103 : 665-670.
- KASSIM, M. Y. 1987. Chemical control of post-harvest diseases of some vegetables fruit in Saudi Arabia. *J. Coll. Science, King Saud Univ.* 18 : 43-48.
- KATAN, T. 1981. Resistance to dicarboximide fungicides in *Botrytis cinerea* from cucumbers, tomatoes, strawberries and roses. *Neth. J. Plant. Pathol.* 87:244.
- KATAN, T. 1982. Resistance to 3,5 dichlorophenyl-N-cyclic imide (dicarboximide) fungicides in grey mould pathogen *Botrytis cinerea* on protected crops. *Plant Pathology* 31 (2): 133-141.
- KAWAKUBO, Y. AND NASUDA, K. 1978. Studies of grey mould of apricots caused by *Botrytis cinerea* II. Factors affecting the occurrence of disease. *Bull. Fukui Agric. Exp. Stn.* 13: 127-1376.
- KEIDING, J. 1967. Persistence of resistant populations after the relation of the selection pressure. *Wed. Rev. Rest. Control.* 6.
- KOCHENKO, Z. I. 1972. Features of sclerotial germination of *B. cinerea*. *Mikol. Fitopatol.* 6: 256-258.(Abstract).
- KOHL, J. AND SCHÖLBBER, E. 1988. Specific in decay of sclerotia of *Botrytis cinerea* by species and strains of *Trichoderma*. *Med. Fac. Landbouwn. Rijksuniv. Gent* 53(2a): 339-346. (Abstract).
- KOVACS, G. 1968. Etude de l'infection du fraisier par *Botrytis cinerea* Pers. et des modalités de lutte. *K. Vet. Landbngsk Aarsskv.* 189: 84-89.(Abstract).
- LEROUX, P. ET GREDT M. 1979. Effects du barbane, du chlorprophane et du prophane sur diverses souches de *Botrytis cinerea* Pers. et de *Penicillium expansum* Link sensibles ou résistantes au carben-dazine et au thiabendazole. *C.R. Acad. Sc. Paris* 289: 691-693.
- LEROUX, P., AND GREDT, M. 1989. Negative cross-resistance of benzimidazole-resistant strains of *Botrytis cinerea*, *Fusarium nivale* and *Pseudocercospora herpotrichoide* to various pesticides. *Neth. J. of Plant Pathology* 95: 121-127.
- LETHAM, D. B. AND PENROSE L.J. 1980. Grey mould and glasshouse tomatoes. *Agric. Gazette N.S.W.* 91 (5): 38-39.
- LÓPEZ HERRERA, C.J. 1986 a. Control preventivo sobre *Botrytis cinerea* en cultivos hortícolas de invernadero por métodos físicos. *Horticultura, Marzo-Abril:* 36-40.
- LÓPEZ HERRERA, C.J., MATEO-SAGASTA, E.M., GRANA ENCISO, E. 1986 b. Estudio de la facies esclerocial de *Botrytis cinerea*. *Phytopath. Mediterr.* 25: 19-25.
- LÓPEZ HERRERA, C.J., MATEO-SAGASTA, E.M., GRANA ENCISO, E. 1986 c. Susceptibilidad de plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) y berenjena (*Solanum melongena* L.) a la infección por *Botrytis cinerea* en invernadero. *Phytopath. Mediterr.* 25:133-139.
- LÓPEZ HERRERA, C.J., 1988. Levels of airborne *Botrytis cinerea* conidia trapped among pepper (*Capsicum annuum* L.) and eggplant (*Solanum melongena* L.) crops cultivated in polyethylene greenhouses on the Málaga Coastal plain. *Phytopathology* 122: 274- 280.
- LÓPEZ HERRERA, C.J. Y VERDÚ VALIENTE, B., 1992. Control físico de *Botrytis cinerea* mediante solarización. Resúmenes del VII Congreso de la ALF y VI Congreso Nacional de la SEF. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía.
- MAAS, J. L. AND SMITH, W. L. 1972. Preharvest fungicide treatment for increasing yields and controlling pre and postharvest fruit decay of strawberry. *Plant Dis. Rptr.* 56: 296- 299.
- MAEND, S., MIURA, I., MASUDA, K. AND NAGATA, T. 1990. Menanipyrimin (KIF-3535), a new pyrimidine fungicide. In Brighton Crop Protection Conference, Pests and Diseases Vol. 2.
- MAUDE, R. B. 1980. Disease control (pp. 275-301). In: *The Biology of Botrytis*. Coley-Smith, K. Verhoeff and W.R. Jarvis eds. Academic Press, London 318 pp.
- MCCLELLAN, W. D. AND HEWITT, W. B. 1973. Early *Botrytis* rot of Grapes: time of infection and latency of *Botrytis cinerea* Pers. in *Vitis vinifera* L. *Phytopathology* 63: 1151-1157.

- MILLER, M. W. AND FLETCHER, J.T. 1974. Benomyl tolerance in *Botrytis cinerea* isolates from glasshouse crops. Trans. Br. Mycol. Soc. 62: 99-103.
- MORGAN, W. M. 1980. The effect of temperature of grey mould (*Botrytis cinerea*) in an early tomato crop. 1980 Ann. Rep. Glassh. Crops Res. Inst.
- MURAKISHI, S., AND HOSAYA, S. 1982. Occurrence of *Botrytis cinerea* resistant to iprodione in tomato fields. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 48: 547-550.
- MUSKET, A. E. 1958. Studies on seed health. I. Flav. Ann. Apl. Biol. 46: 430-445.
- NEWHOOK, F.J. 1957. The relationship of saprophytic antagonism to control of *Botrytis cinerea* Pers. on tomatoes. N.Z.J. Technoll. A. 38:473-481.
- NIELSEN, S. L. AND LUNSGAARD, J. 1987. Resistance to dicarboximide fungicides. Present situation and fungicide strategy in Denmark. Växtskyddsrapporter 48: 70-78. (Abstract).
- NOBLE, M. AND RICHARDSON, M. J. 1968. An annotated list of seed-borne diseases. Phytopathol. Papers 8. v + 191 pp.
- NORTHOVER, J. AND MATTEONI, J. A. 1984. Iprodione-resistant *Botrytis cinerea* found in Ontario Canada vineyards and greenhouses. Phytopathology 74: 810.
- OGAWA, J. M. AND ENGLISH, H. 1960. Blossom blight and green fruit rot of almond, apricot and plum caused by *Botrytis cinerea*. Plant Dis. Repr. 44: 265-268.
- ONDREJ, M. 1972. *Botrytis convellarizae* (Kleb) comb. no. ajejioldiseni od ostatni-ch druhu hab rodu *Botrytis* Fckl. Biologia (Bratisl.) 27: 23-29.(Abstract).
- ORLIKOWSKI, L., HETMAN, J. AND TJIA, B. 1974. Control of seed borne *Botrytis cinerea* (Pers. ex FR.) on *Gerbera jamesonii* Bolus. Hort.Science 9(3): 239-240.
- PANAYIOTAKOU, M. G. AND MALATHRAKIS, N. E. 1981. Resistance of *Botrytis cinerea* Per. to dicarboximide fungicides. Neth. J. Plant. Pathol. 87:242.
- PAPPAS, A. C. 1982. Unzureichende bekämpfung des grauschimmels auf alpenveilchen mit dicarboximid-fungiziden in griechenland. Z. Pflanzenkank. Pflanzenschutz 89: 52-58. (Abstract).
- REUVENI, R., RAVIV, M. AND BAR, R. 1989. Sporulation of *Botrytis cinerea* as affected by photo-selective polyethylene sheets and filters. Ann. Appl. Biol. 115: 417-424.
- RAYNER, A.D.M. AND BODDY, L. 1986. Population structure and the infection biology of wood decay fungi in living trees. In: *Advances in Plant Pathology 5*: 151. INgram D.S. and Williams P.H. eds. Academic Press. London. 269 pp.
- ROULSFON, S. AND LANE, S. D. 1988. Observations on the interaction between *Trichoderma viride* and three *Botrytis* species. Mycologist 2(4): 176-177
- SARDIÑA, J. R. 1930. Dos nuevas enfermedades de las habas. Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola 5: 59-80.
- SATO, K., SHOJI, T. AND OTA, N. 1959. Studies of snow mould of conifers seedlings. I. Gray mold and sclerotial disease. Bull. Exp. Stn. Miguro 110: 1-153.
- SHORT. 1965. Disease control(pp. 298). In: *Biology of Botrytis*. Coley-Smith, K.Verhoeff and W.R. Jarvis eds. Academic Press, London 318 pp.
- SIMAY, E. I. 1988. In vivo occurrence of hyperparasitism of *Botrytis cinerea* Pers. by *Gliocladium catenulatum* Gilman et Abbott. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica 23 (1-2): 133-135.
- SMITH, P. M. AND SPENCER, D. M. 1971. Evolution of 14 new fungicides for the control of *Sphaeroteca fuliginea* on cucumber and *Cladosporium fulvum* (*Fulvia fulvae*) and *Botrytis cinerea* on tomato. Pestic. Sci. 2: 201-206.
- SMITH, P. M. AND WORTHING, C. R. 1974. The effect of soil sterilization on efficiency of soil applied benomyl and carbendazim for the control of some tomato diseases. Rep. Glass. Crops. Res. Inst.(1975): 106-107.
- SMITH, P. M., KEMPTON, R. J., LAST, F. T. AND CASE, M. W. 1975. Control of tomato grey mould on unheated crops using non-systemic fungicide sprays. Ann. Appl. Biol. 80 (1): 49-59.
- STELLWAAG-KITTLER, F. 1969. Mglichkeiten der *Botrytis* bekämpfung an tanben unter Bercksich-

tigung der epidemiologischen Grundlagen. Weinberg Keller 16: 109-134. (Abstract).

• SZEWAZNACK, V., KITA, W, JAROSA, B., TRUSZKOWSKA, W, AND SREWINSKI, A. 1991. Growth inhibition of some phytopathogenic fungi by organic extracts from *Nigrospora oryzae*(Berkeley and Broome) Petch. Journal of Basic Microbiology 31 (1): 69-73

• TALBOYS, P. W. 1984. Damage, symptoms and crop loss caused by vascular pathogens. In: *Plant diseases: infection, damage and loss*. Wood R.K.S. and Jellis, G.J. edit. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

• TAHVONEN, R. AND LAHDENPERÄ, M. 1988. Biological control of *Botrytis cinerea* and *Rhizoctonia solani* in lettuce by *Streptomyces sp.* Annales Agriculturae Fenniae, 27:107-116.

• TAKEUCHI, T., AND NAGAI, Y. 1982. Occurrence of strains of *Botrytis cinerea* resistant to dicarboximide fungicides in tomatoes and cucumbers in greenhouses. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 48: 210-216.

• TARR, S. A. J. 1972. *The principles of plant pathology*. Mac Millan London.,632 pp.

• TEZUKA, N. AND KISO, A. 1977. Studies on thiophanatemethyl resistant *Botrytis cinerea* l. Distribution of resistant strains in Kyushu Island and their control. Ann. Phytopath. Soc. Japan 43: 303.

• TOWNSEND, B. B. 1952. The morphology and physiology of the sclerotia and rhizomorphs of certain fungi. PhD Thesis. University of Bristol.

• TURNER, G. I. AND TRIBE, H. T., 1976. On *Coniothyrium minitans* and its parasitism of *Sclerotinia* species, Trans. Br. Mycol. Soc. 66: 97.

• VAN DOMMELEN, L. AND BOLLEN, G. J. 1973. Antagonism between benomyl resistant fungi on cyclamen sprayed with benomyl. Act. Bot. Neerl. 22: 169-170.

• VANEV, S. 1966. Bioecological studies on *Botrytis cinerea* the causal agent of grey mould of vine I. Investigation of the effect of some factors on the development of the parasite. Izv. Bot. Inst. Sof. 14: 171-190. (Abstract).

• VERHOEFF, K. 1965. Studies of *Botrytis cinerea* in tomatoes (I) Mycelial development in plant growing in soil various nutrient levels as well as in internodes on different age. Neth. J. Pl. Path. 71: 167-175.

• WANG, Z. N., COLEY-SMITH, J. R. AND WARENING, P. W. 1986. Dicarboximide resistance in *Botrytis cinerea* in protected lettuce. Plant Pathology 35 : 427-433.

• WAY, J. M. AND KEYWORTH, W. G. 1959. Experimental of the control *Botrytis* disease on lettuce. Ann. Appl. Biol. 47 : 685-697.

• WELTZIEN, H. C., 1989. Some effects of composted organic materials on plant health. Agriculture Ecosystems and Environment 27 (1-4): 439-446

• WHEELER, B.E.J. 1969. *An introduction to plant diseases*. Wiley, London.

• YUNIS, H., ELAD, Y. AND MAHRER, Y. 1991. Influence of fungicidal control of cucumber and tomato grey mould (*Botrytis cinerea*) on fruit yield. Pesticide Science 31 (3):325-335.

SCLEROTINIA SCLEROTIORUM (LIB.) DE BARY

Podredumbre Blanca

JUAN ANTONIO TORES MONTOSA

*ESTACIÓN EXPERIMENTAL "LA MAYORA"
C.S.I.C. Algarrobo-Costa (Málaga)*

DESCRIPCIÓN

ETIOLOGÍA

La enfermedad es causada por *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, cuya situación taxonómica es la siguiente (Lafon, 1979; Doms *et al.*, 1980; Torés, 1983):

* micelio con septos y reproducción sexual por ascas. Pared celular con quitina en cantidad variable y la mayor parte de las células con un solo núcleo

Clase ASCOMICETOS

* hifas ascógenas agrupadas en un órgano fructífero llamado apotecio

Subclase DISCOMICETOS

* apotecios desarrollados a partir de estromas o esclerocios

Orden HELOTIALES

* apotecios en forma de copa o disco; ascas que se abren por un poro inoperculado

Familia SCLEROTINIACEAS

* ausencia de conidios tipo *Botrytis*. La médula de los esclerocios está compuesta por hifas de paredes delgadas con espacios intercelulares

Género SCLEROTINIA

* ascosporas binucleadas, alargadas, de relación longitud/anchura mayor de 2 (2.1-2.4). Esclerocios grandes, de 2 a 22 mm, desarrollados por sucesivas ramificaciones de hifas primarias. Polífago, capaz de atacar a especies vegetales pertenecientes a más de 60 familias diferentes

Sclerotinia SCLEROTIORUM

CICLO DE VIDA

La enfermedad comienza a partir de los esclerocios presentes en el suelo como resultado de infecciones en las cosechas anteriores. Estos esclerocios pueden permanecer en el terreno un período muy variable, que depende de la naturaleza del mismo (la duración es mayor en suelos arenosos que en arcillosos), profundidad a la que están enterrados (la máxima supervivencia suele ocurrir entre 5 y 10 cm),

humedad (se conservan mejor en terrenos secos) y presencia de hiperparásitos (Merriman, 1976). Su duración media puede estimarse en alrededor de 4-5 años, siendo destruidos por parasitismo y otros factores desconocidos (Goidanich, 1964; Dueck, 1977; Adams y Ayers, 1979).

En condiciones adecuadas de alta humedad relativa y temperaturas suaves (lo que en nuestro clima sucede entre Noviembre y Enero. Torés, 1983), los esclerocios germinan produciendo un número variable de apotecios que oscila entre 1 y 10. Aparecen unos inicios de apotecios, brotes de color anaranjado de unos milímetros de largo, con marcado fototropismo positivo que crecen y desarrollan un disco terminal cuando reciben la luz (Letham, 1975), al parecer de una determinada longitud de onda (Honda y Yunoki, 1977). La producción de apotecios ocurre en las zonas húmedas y umbrías, como surcos de regadío, goteras de condensación en el invernadero, goteo de aspersores, etc (Torés, 1983).

Solamente los esclerocios maduros, que han pasado por determinadas condiciones previas, son capaces de producir apotecios. Estas condiciones son muy variables, diversos autores señalan requisitos muy diferentes, y el tiempo necesario indicado varía desde unas semanas a varios meses. En un estudio realizado en la Estación Experimental "La Mayora" (CSIC), se observó que el tratamiento previo dado a los esclerocios no tuvo influencia sobre la germinación carpogénica de los mismos y al tiempo mínimo necesario fué de 6-8 semanas (Torés y Moreno, 1986).

Un solo esclerocio de 1 cm de diámetro puede originar hasta 60 apotecios en cuatro generaciones sucesivas (Lafon, 1979). En nuestras experiencias encaminadas a la formación de apotecios en condiciones controladas, hemos encontrado un máximo de 10 apotecios por generación y hasta cuatro generaciones de apotecios en cada esclerocio (Torés y Moreno, 1986). Cuando el apotecio está maduro, comienza la descarga de esporas. El tipo de vuelo y dispersión corresponde a un modelo diurno y la mayor parte de las esporas son liberadas en 2-3 horas (Hartill y Underhill, 1976; Hartill, 1980). Según cálculos de Schwartz y Steadman (1978) un apotecio produce unas 3×10^7 esporas y un esclerocio 2.3×10^8 .

Con las esporas se descarga un material mucilaginoso que les permite adherirse a lo que encuentren durante su vuelo. No germinan de inmediato, sino que pueden vivir durante un tiempo más o menos largo hasta que tengan disponible una fuente nutritiva y exista la humedad relativa necesaria para producir la infección (Grogan y Abawi, 1975). La supervivencia

en laboratorio de las ascosporas de *S. sclerotiorum* es de 21 días al 7 % de HR, de 5 días al 100 % de HR y de 12 días sobre hojas de judías (Abawi y Grogan, 1979).

Las esporas necesitan un aporte exógeno de nutrientes para germinar; en condiciones de campo, son los pétalos (senescentes o no) los que suminis-

trarán dichos nutrientes (Haas y Bolwyn, 1972; Abawi y Grogan, 1975; Torés, 1983).

Estos pétalos infectados se desprenden, y al caer ocasionan una infección secundaria en tallo que origina la muerte de la planta (Torés, 1983).

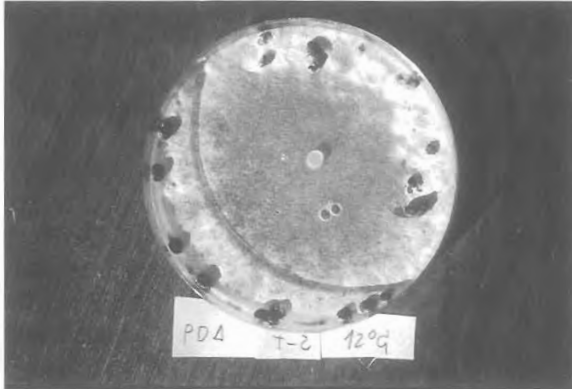


Foto 1 - Colonia de *Sclerotinia sclerotiorum* sobre PDA.

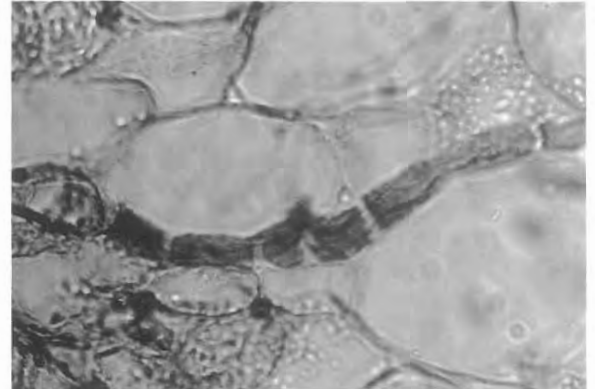


Foto 2 - Micelio intercelular de *Sclerotinia sclerotiorum* en fruto de judía.



Foto 3 - Micelio intercelular de *Sclerotinia sclerotiorum* en fruto de judía.

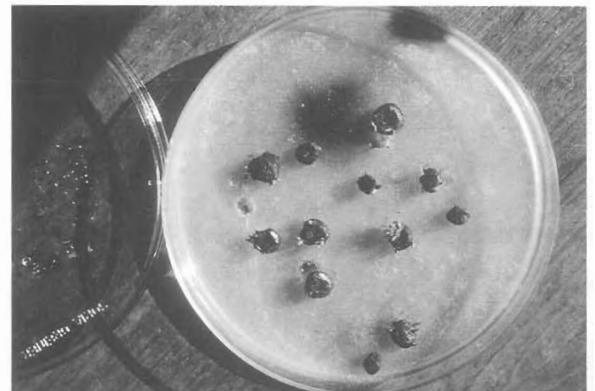


Foto 4 - Germinación carpogénica de esclerocios de *S. sclerotiorum* "in vitro".

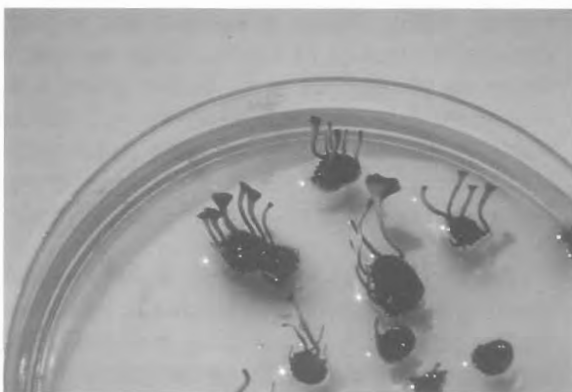


Foto 5 - Germinación carpogénica de esclerocios de *S. sclerotiorum* "in vitro".



Foto 6 - Esclerocios y apotecios de *S. sclerotiorum* obtenidos "in vitro".

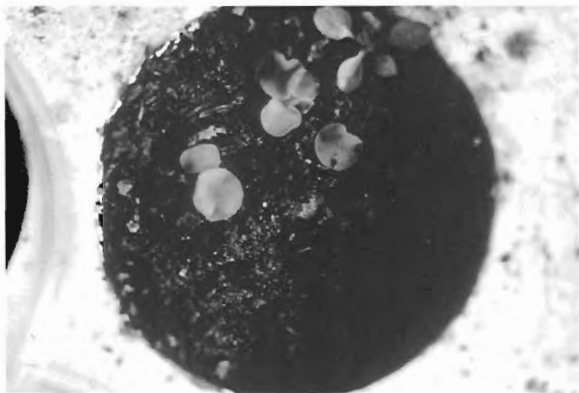


Foto 7 - Germinación carpogénica de esclerocios de *S. sclerotiorum* en semillero.



Foto 8 - Germinación carpogénica de esclerocios de *S. sclerotiorum* en campo.

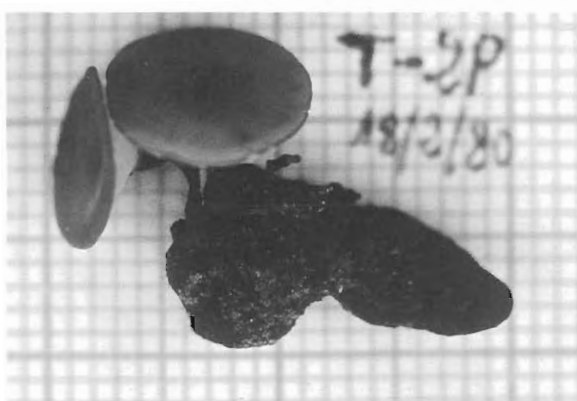


Foto 9 - Esclerocios y apotecios de *S. sclerotiorum* obtenidos en campo.

HUÉSPEDES VEGETALES

Es una de las enfermedades más polífagas que se conocen; no hay prácticamente cultivo bajo plástico (hortícola u ornamental) que se vea libre del ataque de este hongo. También ataca a cultivos extensivos (girasol, patatas, remolachas) e incluso árboles. En la lista recopilada por Torés (1983) aparecen un total de 66 familias, 227 géneros y 363 especies. Es de destacar la incidencia en Compuestas (*Asteraceae*) con 39 géneros y 62 especies y en Leguminosas (*Fabaceae*) con 21 y 52 respectivamente.

SINTOMATOLOGÍA

Los síntomas causados por *S. sclerotiorum* son muy diferentes según la planta o el órgano afectado. En general, aparece una podredumbre blanda, acuosa, que no desprende mal olor. Se observa un abundante micelio blanco algodonoso y la presencia de numerosos esclerocios, blancos al principio y negros más tarde. Los ataques se localizan en tallos, hojas y frutos, y pueden llegar hasta 1,50 metros por encima del suelo. Las manchas, que al principio son blandas y acuosas, se secan en su parte central. Una vez muerta la planta, suelen observarse esclerocios en el interior de los frutos o tallos secos (Messiaen y Lafon, 1970; Urquijo *et al.*, 1971; Purdy, 1979; Torés, 1983).

SCLEROTINIA SCLEROTIORUM (LIB.) DE BARY
Podredumbre Blanca



Foto 10 - Ataque de *S. sclerotiorum* sobre pepino. Infección natural.



Foto 12 - Ataque de *S. sclerotiorum* sobre planta de judías. Inoculación artificial en hoja con una cepa procedente de berenjenas.



Foto 11 - Ataque de *S. sclerotiorum* sobre judías. Infección natural.



Foto 13 - Ataque de *S. sclerotiorum* sobre planta de judías. Inoculación artificial en tallo proveniente de berenjenas.



Foto 14 - Ataque de *S. sclerotiorum* sobre berenjena. Infección natural. Lesión en tallo proveniente de una flor atacada.



Foto 15 - Ataque de *S. sclerotiorum* sobre berenjena. Infección natural.



Foto 16 - Ataque de *S. sclerotiorum* sobre berenjena. Inoculación artificial en hoja con una suspensión de ascosporas.



Foto 17 - Ataque de *S. sclerotiorum* sobre berenjena. Inoculación artificial en hoja con una cepa procedente de berenjenas.



Foto 18 - Ataque de *S. sclerotiorum* sobre berenjena. Inoculación artificial en tallo con una cepa procedente de berenjenas.



Foto 19 - Ataque de *S. sclerotiorum* sobre tomate. Inoculación artificial en tallo con una cepa procedente de judías.



Foto 20 - Ataque de *S. sclerotiorum* sobre tomate. Inoculación artificial en hoja con una cepa procedente de tomate.

HÁBITATS PREFERENCIALES

Dadas las características del ciclo de vida, el muestreo de poblaciones para estudiar el nivel de inóculo deberá realizarse en el suelo, mediante la búsqueda de esclerocios. Se han hecho diversos estudios para la evaluación de esclerocios en el suelo, entre ellos citaremos los trabajos de Adams y Tate (1975), Abawi y Grogan (1975) y Schwartz y Steadman (1978), aunque se tienen pocos datos sobre densidades naturales de esclerocios en suelo (Adams y Ayers, 1979).

Ya hemos señalado que los apotecios se forman en zonas húmedas y umbrías, por lo tanto deberán buscarse en estas áreas en la época apropiada, que varía mucho de unos países a otros. En la zona costera de invernaderos de la provincia de Málaga se suelen observar en los meses más húmedos, entre Noviembre y Enero (Torés, 1983).

Las infecciones comienzan tras la descarga de esporas, cuando aparecen las primeras flores, fuente de nutrientes para las esporas. Los ataques pueden establecerse en cualquier lugar, pero se observan preferentemente en flores, frutos y tallos.

ENEMIGOS NATURALES

La permanencia de los esclerocios en el suelo los hace especialmente susceptibles a la acción de agentes biológicos. A continuación revisaremos algunos organismos capaces de interferir el desarrollo de *S. sclerotiorum*.

HONGOS

Entre los parásitos de esclerocios de *S. sclerotiorum* señalaremos:

Trichoderma sp. Son varias las especies de *Trichoderma* usadas en control biológico y contra diferentes enfermedades. *T. koningii* es parásito de esclerocios. En un ensayo en campo, destruyó el 100 % de esclerocios en 25 días, en un suelo infectado con 10^6 - 10^8 conidios/gramo de suelo (Santos y Dhingra, 1982).

T. harzianum es un parásito que forma apresorios sobre las hifas de *S. sclerotiorum*. Cuando se ponen en contacto ambos hongos sobre medio de cultivo, *S. sclerotiorum* detiene su crecimiento mientras que *T. harzianum* sigue creciendo sobre el mico-

lio de su presa (Lee y Wu, 1979). Realiza un buen control "in vitro" y su actividad depende tanto de la temperatura y de la razón antagonista/inóculo del patógeno (Lynch, 1987), como de su habilidad como saprofito para persistir en el terreno (Davet, 1987). Puede infectar esclerocios, aunque permanece en la superficie del mismo (Lynch *et al.*, 1985). Es prometedor su empleo como agente de control biológico (Knudsen *et al.*, 1991).

T. viride también se ha empleado en control biológico de *S. sclerotiorum*; se ha observado que sobre discos de hojas reduce en más de un 30 % la elongación del tubo germinativo de las ascosporas, mientras que sobre plantas completas, en campo, reduce la infección en un 40-93 %. Observaciones de microscopía electrónica de barrido sugieren que la inhibición se realiza por parasitismo (Mercier y Reelder, 1987). En ensayos en campo se ha observado que destruye una buena parte de los esclerocios del suelo (Huang, 1980).

Estas especies poseen quitinasas y β (1-3) glucanases y su capacidad micoparasítica es mayor cuando la actividad de estas enzimas es máxima.

Coniothyrium minitans no es patógeno sobre plantas cultivadas. La temperatura óptima para el crecimiento en agar y para la infección de esclerocios es de 20 °C, aunque a temperaturas inferiores (10 °C) también crece bien (Turner y Tribe, 1976). Sus hifas invaden las de *S. sclerotiorum* sin formar estructuras especializadas y provoca la desintegración del micelio y de los tejidos del esclerocio (Huang y Hoes, 1976). A veces se han observado hinchamientos parecidos a apresorios, pero no relacionados con la infección de las hifas del hospedador (Huang y Kokko, 1988). Penetra en las células de la corteza del esclerocio por medios físicos y destruye el contenido celular, mientras que en las células de la médula lo hace por medios físicos y enzimáticos (Phillips y Price, 1983).

Cuando los esclerocios de *S. sclerotiorum* están atacados por este hongo se observan numerosos picnidios, cada uno de ellos con un glóbulo oscuro de esporas en el ostiolo. En algunas ocasiones, los esclerocios presentan un exudado gris-negro que está formado por una densa masa de esporas y otras veces tienen un aspecto blando, con la médula descolorida y necrótica (Turner y Tribe, 1976). Los picnidios se observan a los 14 días de la inoculación, en la superficie del esclerocio o inmediatamente debajo de la corteza, y ocasionalmente en el interior de la médula (Phillips y Price, 1983), ya que el hongo penetra en el interior del esclerocio (Lynch *et al.*, 1985).

La adición de *C. minitans* al suelo, previamente a la siembra de un cultivo de lechugas, posee una eficacia comparable a la de aplicaciones quincenales de vinclozolina (Lynch *et al.*, 1985).

En trabajos realizados en Canadá sobre girasol, se comprobó que era más eficaz sobre los esclerocios producidos dentro o en el exterior de la raíz que sobre los formados en el tallo. El hongo comienza a colonizar los esclerocios del exterior de la raíz, luego los del interior de la misma y finalmente se desplaza al interior del tallo para destruir los esclerocios situados allí (Huang, 1977).

En este mismo trabajo se observó que la mayor parte de los esclerocios eran destruidos durante la campaña, en verano, cuando la mayoría de las ascosporas se habían descargado, con lo que las infecciones eran frecuentes (Huang, 1977). No obstante, su aplicación era interesante ya que hacía disminuir el nivel de inóculo. La aplicación al suelo de esporas de *C. minitans* en el momento de la siembra, provocaba una reducción de los daños al disminuir el número de focos de infección primarios, aunque no reducía el contagio de una planta a otra (Huang, 1980).

Micropsphaeropsis centaureae. Su acción es similar a la de *C. minitans*, y se ha sugerido que pueden ser sinónimos. Crece lentamente sobre PDA (forma colonias de 1.2 cm a los tres días a 20 °C) y forma picnidios al cabo de 7 días. Cuando se aplica una suspensión de conidios de este hongo sobre esclerocios se observan picnidios a los 14 días, y al cabo de un mes comienzan a desintegrarse. El porcentaje de esclerocios parasitados es mayor a la oscuridad que a la luz. Causa manchas necróticas sobre *Centaurea diffusa* (Watson y Miltimore, 1975).

Sporidesmium sclerotivorum. Ataca y destruye los esclerocios que están vivos en el suelo, pero crece de un modo lento y ocasional en esclerocios esterilizados en el autoclave y en la mayor parte de los medios de cultivo comúnmente utilizados en micología, ya que su potencial saprofito es limitado. Aparentemente no invade las hifas de *S. sclerotiorum* (Ayers y Adams, 1979a).

En suelo húmedo, suelo humidificado con vapor, o suelo natural, este hongo puede destruir en 10 semanas más del 95 % de los esclerocios (1 % en peso de suelo) (Ayers y Adams, 1979a). Se desarrolla en el suelo mediante el paso de un esclerocio a otro, los conidios pueden germinar a una distancia de hasta 9 mm de un esclerocio, pero no a distancias superiores (Ayers y Adams, 1979b). Se puede usar en control biológico mediante el aporte de esporas al

suelo. Tiene el inconveniente de crecer poco en medios sintéticos, por lo que se hace necesario cultivarlo sobre esclerocios e incorporar estos esclerocios infectados al terreno.

Teratosperma oligocladum es parásito de esclerocios de *S. sclerotiorum*. Crece bien en terrenos húmedos y la temperatura óptima es de 20-25 °C. Muy parecido al anterior, también crece mal en medios de cultivo sintéticos (Ayers y Adams, 1981).

Sin embargo, el problema de controlar *S. sclerotiorum* en suelo no es tan sencillo como parece: por ejemplo, se ha comprobado que un nivel alto de ciertas cepas de *Pseudomonas fluorescens* impide la colonización de esclerocios por *T. harzianum* (Bin et al., 1991).

Otra posibilidad de controlar a *S. sclerotiorum* es a nivel de hojas y flores. Como ya hemos visto, las ascosporas de este hongo necesitan un aporte exógeno de nutrientes, que de ordinario es suministrado por los pétalos. En invernaderos de judías, se ha conseguido controlar las infecciones mediante el aporte de esporas de *Cladosporium cladosporoides* y de *Alternaria alternata* que al parecer, compiten con *S. sclerotiorum* por estos nutrientes (Boland y Hunter, 1988).

Otros hongos pueden actuar inhibiendo la germinación de esporas. Así se ha observado que *Trichoderma viride*, *Alternaria alternata*, *Epicoccum purpurascens* y *Cladosporium cladosporoides* inhiben la elongación del tubo germinativo de las ascosporas de *S. sclerotiorum* sobre discos de hojas, aunque sólo los tres primeros han sido capaces de reducir la tasa de infección en un cultivo de lechugas. Mediante estudios de microscopía electrónica de barrido, parece ser que *E. purpurascens* no se pone en contacto directo con las esporas, por lo que la inhibición sería debida a la producción de compuestos antifúngicos, mientras que *T. viride* y *A. alternata* actuarían por parasitismo directo (Mercier y Reeleder, 1987).

E. purpurascens ha sido utilizado para controlar *S. sclerotiorum* en cultivos de judías, mediante suspensiones de conidios en las flores (Zhou y Reeleder, 1991).

Gliocladium spp. La especie *G. catenulatum* se ha aislado de esclerocios, pero es un parásito miceliar de *S. sclerotiorum* y de *Fusarium sp.* No penetra en el interior de estos hongos, sino que forma pseudo-apresorios que destruyen y lisan las hifas del patógeno. (Huang, 1978). Otras especies que actúan como hiperparásitos de hongos son *G. deliquescens*

y *G. roseum*. Este último no influyó sobre la enfermedad cuando se aplicó al suelo, pero se mantuvo allí, se multiplicó y en la tercera cosecha controló la enfermedad con una eficacia comparable a la de aplicaciones quincenales de fungicidas.

BACTERIAS

Destaca el género *Bacillus*, capaz de destruir esclerocios "in vitro". La especie más estudiada es *B. subtilis*, antagonista que suprime o reduce la formación de los esclerocios. Esta acción es atribuida a diferentes sustancias, entre ellas ácidos de bajo peso molecular, como bulbiformina, bacillisinina y fengimicina (Zazerini et al., 1987). Algunas cepas de *B. subtilis* reducen la incidencia de *S. sclerotiorum*. Tanto *B. subtilis* como *B. cereus* inhiben la formación de esclerocios. Cuando *S. sclerotiorum* y *Bacillus* crecen en el mismo medio de cultivo, aparece un halo de inhibición muy característico (Lee y Wu, 1979).

INSECTOS

Las larvas de *Bradysia coprophila* comen esclerocios (Anas y Reeleder, 1988). Los daños no son sólo directos, sino que al perforar los esclerocios, éstos son más sensibles al ataque de hongos y bacterias. Además, las secreciones salivares de estas larvas tienen un efecto inhibitorio de la germinación de los esclerocios (Anas et al., 1989).

FACTORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS

La humedad relativa es un factor de primer orden en el desarrollo de *S. sclerotiorum*. Se ha visto que existe una relación directa entre el número de horas con humedad relativa mayor del 80 % y el número de infecciones y de plantas atacadas (Torés y Moreno, 1991). El desarrollo de la enfermedad (medido como superficie de la lesión) puede expresarse como función de las horas acumuladas de humedad relativa mayor del 80 % y de horas acumuladas de temperatura entre 10 y 15 °C (Torés y Moreno, 1987).

La temperatura de desarrollo está entre 5 y 30 °C, y fuera de este rango la enfermedad se detiene (Abawi y Grogan, 1979).

CONTROL POR MEDIOS CULTURALES Y FÍSICOS

La solarización es un método eficaz para el control de *Sclerotinia spp.* La mayor eficacia se sitúa en

la franja superior del suelo, entre 0-2 cm de la superficie (96 % de esclerocios destruidos) y entre 2-4 cm (55 %) para *S. minor* (Vanacci *et al.*, 1988). Para *S. sclerotiorum* se ha visto que la solarización es eficaz en los 10 cm superiores del suelo, con una disminución del número de apotecios 20 veces menor que en los testigos (Ben-Yephet, 1988). Este método disminuye la incidencia de la enfermedad en casi un 30 % en zanahoria en Italia (Cartia *et al.*, 1987). De un modo indirecto, la solarización también favorece la colonización de esclerocios por microorganismos (Vanacci *et al.*, 1988).

Los esclerocios pueden ser destruidos por el calor. En algunas ocasiones se ha utilizado la fermentación del estiércol para controlar la enfermedad, y se ha comprobado que durante este proceso el 80-100 % de los esclerocios son destruidos en un período de 10-14 días. Se ha observado que una temperatura superior a los 50 °C destruye la mayor parte de los esclerocios de *S. trifoliorum* "in vitro" (Dittmer y Weltzien, 1988).

Otro ejemplo de destrucción por calor se da en cultivos de alfalfa en Estados Unidos, donde recomiendan la quema de rastrojos en otoño en lugar de efectuarla en invierno, con objeto de disminuir la incidencia de *S. sclerotiorum* (Gilbert, 1991).

Ya hemos visto que para que los esclerocios germinen y formen apotecios necesitan luz. Si en el invernadero se coloca un plástico opaco a las longitudes de onda menores de 390 nm, se inhibe la formación de apotecios. En Japón se ha utilizado este sistema con un buen resultado en cultivos de berenjenas y pepinos (Honda y Yunoki, 1977; 1980); la formación de apotecios se ve grandemente disminuida y también la incidencia de la enfermedad: del 85 % de flores atacadas en el testigo se pasa al 13 % en un invernadero con este tipo de plástico.

PÉRDIDAS OCASIONADAS

Los daños ocasionados son grandes en todo el mundo, sin embargo, es difícil encontrar datos objetivos sobre el valor económico de los mismos. Solamente en ensayos de control químico o biológico, se puede evaluar el porcentaje de plantas perdidas en la parcela testigo. No posemos datos de pérdidas en cultivos bajo plástico, pero daremos a título de ejemplo algunos datos de cultivos hortícolas o extensivos.

Así en lechugas, en el valle Salinas de California se estima una pérdida media anual de un 5 %, que suponen unos 185 \$ USA por hectárea.año (Marcum

et al., 1977). En Francia, se citan pérdidas de hasta el 40 % de la cosecha (Grill, 1979).

En judías en Estados Unidos, se estiman pérdidas del 20 % en Nebraska (12 millones de \$ USA anuales) y entre el 10 y el 20 % en el Estado de Nueva York (2,6 millones) (Jones y Gray, 1977).

Purdy (1979) indica que las pérdidas globales en Estados Unidos debidas a *S. sclerotiorum* se elevan como media anual a más de 40-47 millones de dólares.

A todo esto habría que añadir los daños causados durante el almacenamiento y transporte, puesto que *S. sclerotiorum* puede vivir de modo saprofito en frutos y hortalizas cosechadas.

MEDIDAS DE CONTROL Y UMBRALES DE INTERVENCIÓN

Los estudios epidemiológicos de *S. sclerotiorum* muestran que el desarrollo de la enfermedad es función del número de horas acumuladas de humedad relativa ≥ 80 %, y se ha hecho un calendario de tratamientos contra esta enfermedad en función de este parámetro. Una vez que se ha observado el primer ataque, deben sumarse las horas de humedad relativa por encima del 80 %, y las horas de temperatura entre 10 y 15 °C; la suma de ambas nos dirá la necesidad de efectuar un tratamiento.

En Canadá se ha desarrollado una técnica para hacer pronósticos del riesgo de epidemia en colza, al parecer susceptible de ser usada comercialmente, consistente en evaluar el tanto por ciento de pétalos infectados por *S. sclerotiorum* (Turkington *et al.*, 1991).

Aunque se han hecho numerosos trabajos sobre resistencia a *S. sclerotiorum* en varios cultivos, e incluso se ha encontrado material resistente (girasol, judías, colza), todavía no se está explotando comercialmente.

COMENTARIO FINAL

Prácticas de cultivo aconsejables para disminuir la incidencia de *S. sclerotiorum* son:

1.- Espaciado de plantas: si se cambia el marco de plantación de modo que se impida la formación de zonas de alta humedad relativa entre las plantas, se consigue descender la tasa de enfermedad. En trabajos efectuados en Canadá, se consigue un des-

censo importante de la incidencia de *S. sclerotiorum* con el mero hecho de colocar los surcos de plantación paralelos a la dirección de los vientos dominantes (Haas y Bolwyn, 1973).

2.- Limitación de abonos nitrogenados (Baraer, 1979; Grill, 1979). El exceso de nitrógeno favorece la incidencia de *S. sclerotiorum*.

3.- Eliminación de malas hierbas (Baraer, 1979). Al ser *S. sclerotiorum* un hongo tan polífago, la mayor parte de las malas hierbas dentro de los invernaderos, o en sus alrededores, son susceptibles a él. Al limpiarlo de malas hierbas eliminaremos una fuente de inóculo para el cultivo.

4.- No forzar la siembra de semilla (Baraer, 1979). Como hemos indicado en el apartado 1, es conveniente eliminar las zonas de alta humedad relativa para hacer descender la tasa de enfermedad, y las zonas de follaje tupido tienen una alta humedad relativa.

5.- Evitar el exceso de riegos (Grill, 1979). Todas las medidas que tiendan a descender la humedad relativa en el invernadero serán convenientes. Los apotecios también suelen formarse en las zonas más húmedas, como surcos umbríos, goteras de aspersores o de condensación, etc.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

• ABAWI, G.S.; GROGAN, R.G. 1975. Source of primary inoculum and effects of temperature and moisture on infection of beans by *Whetzelinia sclerotiorum*. *Phytopathology*, 65:300-309

• ABAWI, G.S.; GROGAN, R.G. 1979. Epidemiology of diseases caused by *Sclerotinia* species. *hytopathology*, 69:899-904

• ADAMS, P.B.; AYERS, W.A. 1979. Ecology of *Sclerotinia* species. *Phytopathology*, 69:896-899.

• ADAMS, P.B.; TATE, C.J. 1975. Factors affecting lettuce drop caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. *Plant Disease Reporter*, 59:515-518

• ANAS, O.; REELEDER, R.D. 1988. Consumption of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* by larvae of *Bradysia coprophila*: influence of soil factors and interactions between larvae and *Trichoderma viride*. *Soil biology and Biochemistry*, 20:619-624

• ANAS, O.; ALLI, I.; REELEDER, R.D. 1989. Inhibition of germination of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* by salivary gland secretions of *Bradysia coprophila*. *Soil Biology and Biochemistry*, 21:47-52

• AYERS, W.A.; ADAMS, P.B. 1979a. Mycoparasitism of sclerotia of *Sclerotinia* and *Sclerotium* spe-

cies by *Sporidesmium sclerotivorum*. *Canadian Journal of Microbiology*, 25:17-23

• AYERS, W.A.; ADAMS, P.B. 1979b. Factors affecting germination, mycoparasitism and survival of *Sporidesmium sclerotivorum*. *Canadian Journal of Microbiology*, 25:1021-1026

• AYERS, W.A.; ADAMS, P.B. 1981. Mycoparasitism of sclerotial fungi by *Teratosperma oligocladium*. *Canadian Journal of Microbiology*, 27:886 - 892

• BARAER, J. 1979. *Revue Horticole. Pepinieristes, Horticulterus, Maraichers*. nº198, Juin/Juillet:52-54

• BEN-YEPHET, Y. 1988. Control of sclerotia and apothecia of *Sclerotinia sclerotiorum* by metham-sodium, methyl bromide and soil solarization. *Crop Protection*, 7:25-26

• BIN, L.; KNUDSEN, G.R.; ESCHEN, D.J. 1991. Influence of an antagonistic strain of *Pseudomonas fluorescens* on growth and ability of *Trichoderma harzianum* to colonize sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* in soil. *Phytopathology*, 81:994-1000

• BOLAND, G.J.; HUNTER, J.E. 1988. Influence of *Alternaria alternata* and *Cladosporium cladosporioides* on white mold of bean caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 10: 172-177

• CARTIA, G.; CIPRIANO, T.; QUARTARONE, G. 1987. Impiego della solarizzazione del suolo e di

fumiganti nei confronti parassiti ipogei della carota in Sicilia. *Informatore Fitopatologico*, 37:43-46

• DAVET, P. 1987. Critères de sélection de clones de *Trichoderma* antagonistes de champignons telluriques à sclérotos. *Bulletin OEPP*, 17:535-540

• DITTMER, U.; WELTZIEN, H.C. 1988. Untersuchungen zue Überlebensrate von *Sclerotinia trifoliorum* Eriks. Sklerotien in Kompostierungsprozessen. Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent, 53:329-346

• DOMS, K.H.; GAMS, W.; ANDERSON, T.-H. 1980. *Compendium of soil fungi*. Academic Press, London.

• DUECK, J. 1977. *Sclerotinia* in rapeseed. *Canada Agriculture*, 22:7-9

• GILBERT, R.G. 1991. Burning to reduce sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* in alfalfa seed field of southeastern Washington. *Plant Disease*, 75:141-142

• GOIDANICH, G. 1964. *Manuale di Patologia Vegetale, vol. II*. Edizione Agricole, Bologna

• GRILL, D. 1979. *Botrytis* et *Sclerotinia* de la laitue. *Revue Horticole. Pépiniéristes, Horticulteurs, Maraîchers*, n° 198, Juin / Juillet:47-48

• GROGAN, R.G.; ABAWI, G.S. 1975. Influence of water potential on growth and survival of *Whetzelinia sclerotiorum*. *Phytopathology*, 65:122-128

• HAAS, J.H.; BOLWYN, B. 1972. Ecology and epidemiology of *Sclerotinia* wilt of white beans in Ontario. *Canadian Journal of Plant Science*, 52:525-533

• HAAS, J.H.; BOLWYN, B. 1973. Predicting and controlling white mold epidemics in white beans. *Canada Agriculture*, 18:28-29

• HARTILL, W.F.T. 1980. Aerobiology of *Sclerotinia sclerotiorum* and *Botrytis cinerea* spores in New Zealand tobacco crops. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 18:405-407

• HARTILL, W.F.T.; UNDERHILL, A.P. 1976. 'Puffing' in *Sclerotinia sclerotiorum* and *Sclerotinia minor*. *New Zealand Journal of Botany*, 14:355-358

• HONDA, Y.; YUNOKI, T. 1977. Control of *Sclerotinia* disease of greenhouse eggplant and cucumber by inhibition of development of apothecia. *Plant Disease Reporter*, 61:1036-1040

• HONDA, Y.; YUNOKI, T. 1980. Inhibition of fungal sporulation by ultraviolet-absorbing vinyl film and its application to disease control. *JARJQ*, 14:78-83

• HUANG, H.C. 1977. Importance of *Coniothirium minitans* in survival of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* in wilted sunflower. *Canadian Journal of Botany*, 55:289-295

• HUANG, H.C. 1978. *Gliocladium catenulatum*: hyperparasite of *Sclerotinia sclerotiorum* and *Fusarium* species. *Canadian Journal of Botany*, 55:2243-2246

• HUANG, H.C. 1980. Control of sclerotinia wilt of sunflower by hiperparasites. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 2:26-32

• HUANG, H.C.; HOES, J.A. 1976. Penetration and infection of *Sclerotinia sclerotiorum* by *Coniothirium minitans*. *Canadian Journal of Botany*, 54:406-410

• HUANG, H.C.; KOKKO, E.G. 1988. Penetration of hyphae of *Sclerotinia sclerotiorum* by *Coniothirium minitans* without the formation of apresoria. *Journal of Phytopathology*, 123:133-139

• JONES, D.; GRAY, E.G. 1977. Crop losses due to the soil-borne fungus *Sclerotinia sclerotiorum*. *ARC Research Review*, 3:79-81

• KNUDSEN, G.R.; ESCHEN, D.J.; DANDURAND, L.M.; BIN, L. 1991. Potential for biocontrol of *Sclerotinia sclerotiorum* through colonization of sclerotia by *Trichoderma harzianum*. *Plant Disease*, 75:446-470

• LAFON, R. 1979. Etude comparative des champignons de la famille des Sclérotiniacées. *P.H.M. Revue Horticole*, n° 198, juin-juillet: 43-56

• LEE, Y.-A.; WU, W.-S. 1979. Management of the *Sclerotinia* disease with biological and chemical methods. *Memoirs of the College of Agriculture National Taiwan University*, 19:96-107

• LETHAM, D.B. 1975. Stimulation by light of apothecial initials by Nre South Wales isolates of *Sclerotinia sclerotiorum*. *APPS Newsletter*, 5:4-5

• LYNCH, J.M. 1987. In vitro identification of *Trichoderma harzianum* as a potential antagonist of plant pathogens. *Current Microbiology*, 16: 49-53

• LYNCH, J.M.; EBBEN, M.H.; WHIPPS, J.M.; CLAYDON, N.; MAGAN, N.; HAND, P.; BUDGE, S.P.;

MOYNEUX, S.A.; RIDOUT, C.R.; COLEY-SMITH, J.R.; HANSON, J.R. 1985. Biological control of soil-borne diseases. Annual Report Glasshouse Crops Research Institute, 1985, 140-146

• MARCUM, D.B.; GROGAN, R.G.; GREATHEAD, A.S. 1977. Fungicides control of lettuce drop caused by *Sclerotinia sclerotiorum* 'minor'. Plant Diseases Reporter, 61:555-559

• MERCIER, J.; REELEDER, R.D. 1987. Interactions between *Sclerotinia sclerotiorum* and other fungi on the phylloplane of lettuce. Canadian Journal of Botany, 65:1633-1637

• MERRIMAN, P.R.; 1976. Survival of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* in soil. Soil Biology and Biochemistry, 8:385-389

• MESSIAEN, C.M.; LAFON, R. 1970. *Les maladies des plantes maraichères*. 2^a edic. INRA Paris, 1970

• PHILLIPS, A.J.L.; PRICE, K. 1983. Structural aspects of the parasitism of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary by *Coniothyrium minitans*. Camp. Phytopathologische Zeitschrift, 107:193- 203

• PURDY, L.H. 1979. *Sclerotinia sclerotiorum*: history, diseases and symptomatology, host range, geographic distribution and impact. Phytopathology, 69:875-880

• SANTOS, A.F. DOS, DHINGRA, O.D. 1982. Pathogenicity of *Trichoderma* spp. on the sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum*. Canadian Journal of Botany, 60:472-475

• SCHWARTZ, H.F.; STEADMAN, J.R. 1978. Factors affecting sclerotium populations of, and apothecial productions by, *Sclerotinia sclerotiorum*. Phytopathology, 68:383-388

• TORES, J.A. 1983. Epidemiología del ascomiceto *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.

• TORES, J.A.; MORENO, R. 1986. Factors affecting carpogenic germination of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. Parasitica, 42:45-53

• TORES, J.A.; MORENO, R. 1987. Lesion development factors following inoculation of *Sclerotinia sclerotiorum* mycelium to eggplant, tomato and french bean. Phytoparasitica, 15:325-33

• TORES, J.A.; MORENO, R. 1991. *Sclerotinia sclerotiorum*: Epidemiological factors affecting infection of greenhouse aubergine crops. Journal of Phytopathology, 132:65-74

• TURKINGTON, T.K.; MORRALL, R.A.A.; GUGEL, R.K. 1991. Use of petal infestation to forecast *Sclerotinia* stem rot of canola: evaluation of early bloom sampling. Canadian Journal of Plant Pathology, 13:50-59

• TURNER, G.J.; TRIBE, H.T. 1976. On *Coniothyrium minitans* and its parasitism on *Sclerotinia* species. Transactions of the British Mycological Society, 66:97-105.

• URQUIJO P., SARDIÑA J.R., SANTAOLALLA G. 1971. *Patología Vegetal Agrícola*, 2^a edición, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

• VANACCI, G.; TRIOLO, E.; MATERAZZI, A. 1988. Survival of *Sclerotinia minor* Jagger sclerotia in solarized soil. Plant and soil, 109:610-612

• WATSON, A.K.; MILTIMORE, J.E. 1975. Parasitism of the sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* by *Microsphaeropsis centaureae*. Canadian Journal of Botany, 53:2458 -2461

• ZAZERINI, A.; TOSI, L.; ROSSI, J. 1987. Antagonistic effects of *Bacillus* spp. on *Sclerotinia sclerotiorum* sclerotia. Fitopatologia Mediterranea, 26:185-187

• ZHOU, T.; REELEDER, R.D. 1991. Colonization of bean flowers by *Epicoccum purpurascens*. Phytopathology, 81:7874-778

OIDIOS

JUAN ANTONIO TORES MONTOSA

*ESTACIÓN EXPERIMENTAL "LA MAYORA"
C.S.I.C. Algarrobo-Costa (Málaga)*

DESCRIPCIÓN

ETIOLOGÍA

Han sido señalados numerosos hongos como causantes de esta enfermedad en cultivos hortícolas, todos ellos pertenecientes a los géneros *Erysiphe*, *Leveillula* y *Sphaeroteca*. (Goidànich, 1964; Urquijo *et al.*, 1971; Ballantyne, 1975; Khan, 1983). En los oidios de plantas herbáceas, algunos autores consideran cinco grupos: a) tipo *Sphaeroteca fuliginea*, b) tipo *Erysiphe cichoracearum*, c) tipo *Erysiphe polygoni*, d) tipo *Erysiphe graminis* y e) tipo *Uncinula* (Van Jaarsveld, 1981). En cultivos hortícolas solamente nos interesarán los tres primeros y *Leveillula taurica*, que corresponde al tipo *Oidiopsis*. En los invernaderos de melón y pepino de Málaga y Almería solamente se ha encontrado *S. fuliginea* (Torés *et al.*, 1990).

La posición taxonómica de estos hongos es la siguiente:

* micelio con septos, reproducción sexual por ascas y la mayor parte de las células con un solo núcleo

Clase ASCOMICETOS

* hifas ascógenas y ascocarpos presentes, ascas persistentes y formadas en una cavidad de la masa estromática. La estructura que acompaña a los órganos sexuales es anterior a la formación del cuerpo fructífero

Orden PERISPORALES

* ascas dispuestas en empalizada en una cavidad previamente formada.

Familia ERYSIPHACEAE

* fructificaciones tipo *Oidium*, con micelio extramatricial. Fulcros miceliformes, sin características especiales en su extremidad. Peritecas con dos o más ascas.

Género ERYSIPHE

* fructificaciones tipo *Oidium*, con micelio extramatricial. Fulcros basales, miceliformes, ramificados irregularmente. Peritecas con una única asca.

Género SPHAEROTECA

* fructificaciones tipo *Oidiopsis*, micelio intra y extramatricial. Fulcros numerosos, ramificados irre-

gularmente. Peritecas voluminosas, de 140-250 μm de diámetro.

Género LEVEILLULA

Las especies *S. fuliginea* (Schlecht. ex Fr.) Poil. y *E. cichoracearum* DC ex Mérat, presentan anamorfos muy similares, caracterizados por poseer un micelio que se desarrolla en el exterior del hospedador, con hifas de unos 5 μm de ancho, conidios de forma cilíndrica o elipsoidal, de 30 x 16 μm de tamaño medio, formados en conidióforos en cadena, (Boerswinkel, 1980).

La diferenciación de ambos géneros se suele realizar basándose en sus teleomorfos, según el número de ascas presentes en el cleistotecio, como hemos visto en la clave anterior. Estas peritecas son muy raras de encontrar en los países de clima mediterráneo (Whitaker y Davis, 1962), lo que hace que no siempre sea fácil determinar la etiología de esta enfermedad.

Otras diferencias de menor cuantía entre estos dos hongos son la presencia de cuerpos de fibrosina en *S. fuliginea*, los cuales se ponen de manifiesto mediante tinción con KOH o eosina amarillenta (Reifschneider *et al.*, 1985), y el modo de germinación; las esporas de *S. fuliginea* forman un tubo germinativo lateral, que suele bifurcarse rápidamente, mientras que los tubos germinativos de *E. cichoracearum* se forman apical o subapicalmente y se dividen más tarde (Reifschneider *et al.*, 1985; P.-M. Molot, comunicación personal). Algunos autores incluyen la relación longitud/anchura de los conidios; esta relación suele ser de 1.5-1.7 para *S. fuliginea*, con conidios de forma elipsoidal y para *E. cichoracearum*, de conidios cilíndricos, esta relación está alrededor de 2 (Lebeda, 1983).

Khan (1978) ha citado dos hospedadores diferenciales para estos patógenos: *Lagenaria leucantha* es resistente a *E. cichoracearum* y sensible a *S. fuliginea*, mientras que *Coccinia cordifolia* es sensible a *E. cichoracearum* y resistente a *S. fuliginea*.

El saber distinguir estos dos patógenos será de capital importancia en un programa de introducción de resistencia, muy adecuado para combatir oidios en cultivos hortícolas.

Erysiphe polygoni (DC) St.-Am. presenta conidióforos con un único conidio terminal, lo que le diferencia de las otras dos especies que hemos visto. Los conidios miden 25-37 x 12-16 μm (Van Jaarsveld, 1983).

Leveillula taurica (Lév.) Arn. se caracteriza por desarrollarse en el interior de la planta huésped (Oidiopsis) y tiene conidioforos ramificados, y conidios grandes, lanceolados, que miden 30-80 x 10-30 μm (Braun, 1980).

CICLO DE VIDA

La enfermedad se origina a partir de las esporas llevadas por el viento. Estas germinan produciendo una hifa corta en cuya extremidad se forma un apresorio, dispositivo con el cual se fija a la hoja. El desarrollo continúa y se originan nuevas hifas que se alargan y comienzan a formar haustorios dentro del

hospedador (Fischetti, 1975). El desarrollo es siempre externo para *Erysiphe* y *Sphaeroteca*, excepto para los haustorios que penetran en el interior de las células atacadas, e interno para *Leveillula* salvo para los conidióforos que salen por los estomas. La estructura asexual consta de estos tres elementos: el micelio, los haustorios y los conidióforos.

El desarrollo de la enfermedad corresponde a lo que VAN DER PLANK (1968) ha llamado "enfermedades de interés compuesto", con una expansión de la epidemia en función del tiempo como curva sigmoidea. Suele aparecer bajo nuestras condiciones climáticas al comienzo de la primavera, tanto en invernadero como al aire libre.

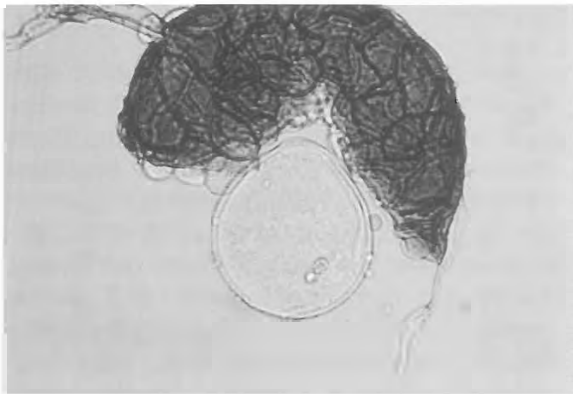


Foto 1 - Periteca y asca de *Sphaeroteca fuliginea*.



Foto 2 - Asca y ascosporas de *Sphaeroteca fuliginea*.

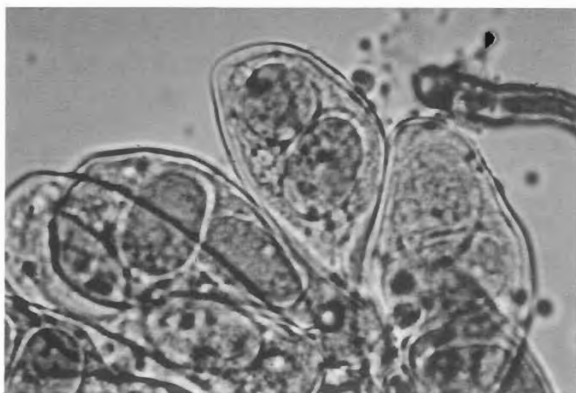


Foto 3 - Ascus y ascosporas de *Erysiphe cichoracearum*.



Foto 4 - Periteca y ascas de *Erysiphe cichoracearum*.

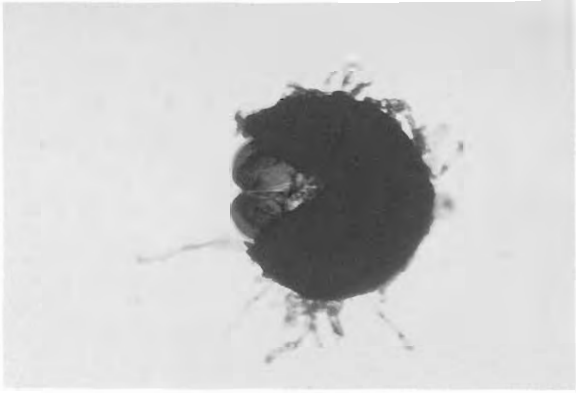


Foto 5 - Periteca y ascas de *Erysiphe polygoni*.

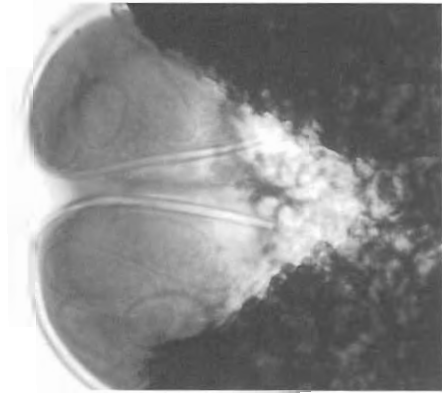


Foto 6 - Periteca y ascas de *Erysiphe polygoni* (detalle).

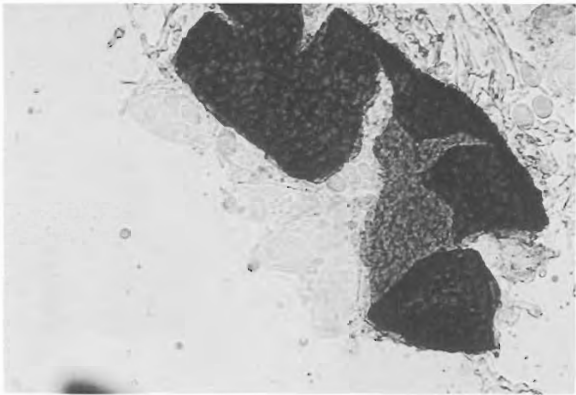


Foto 7 - Periteca, ascas y ascosporas de *Erysiphe polygoni*.

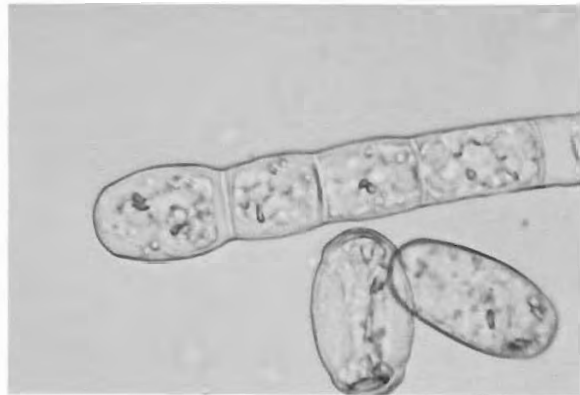


Foto 8 - Conidióforo de *Sphaeroteca fuliginea* (detalle).

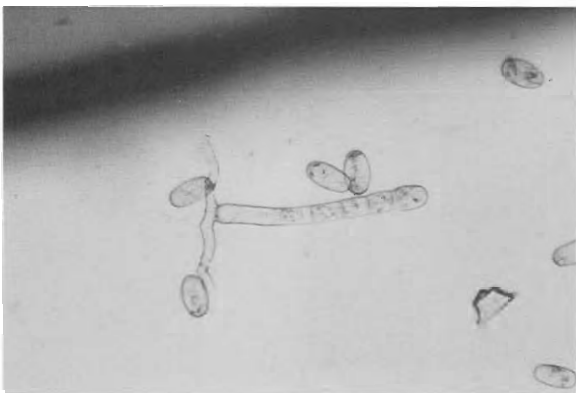


Foto 9 - Conidióforo de *Sphaeroteca fuliginea*.

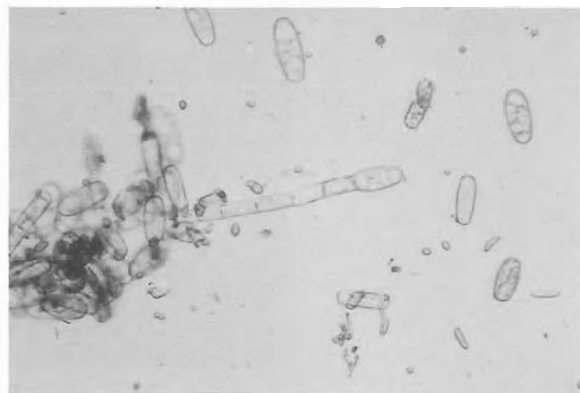


Foto 10 - Conidióforo de *Erysiphe polygoni*.

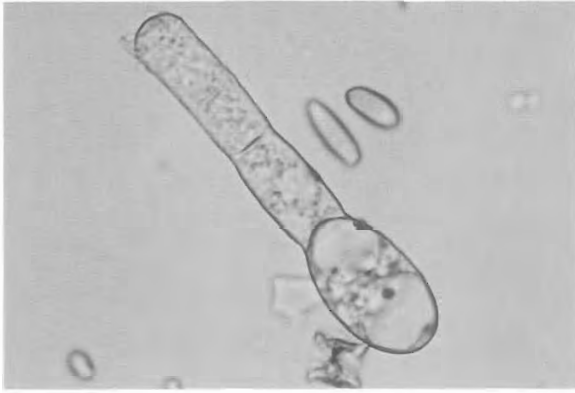


Foto 11 - Conidióforo de *Erysiphe polygoni* (detalle).



Foto 12 - Conidio de *Sphaeroteca fuliginea* con cuerpos de fibrosina.

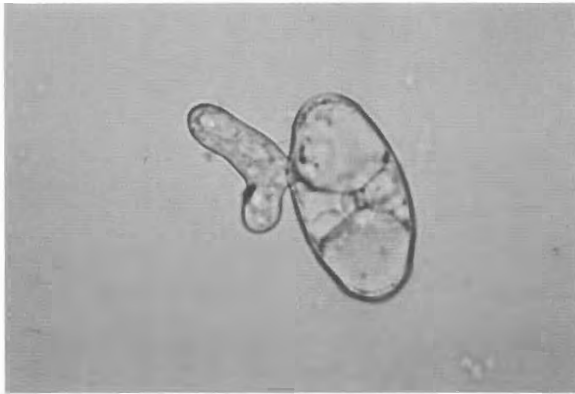


Foto 13 - Germinación de conidios de *Sphaeroteca fuliginea*.

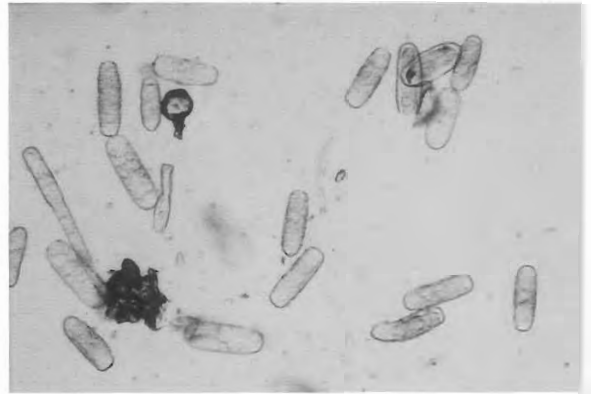


Foto 14 - Germinación de conidios de *Erysiphe cichoracearum*.

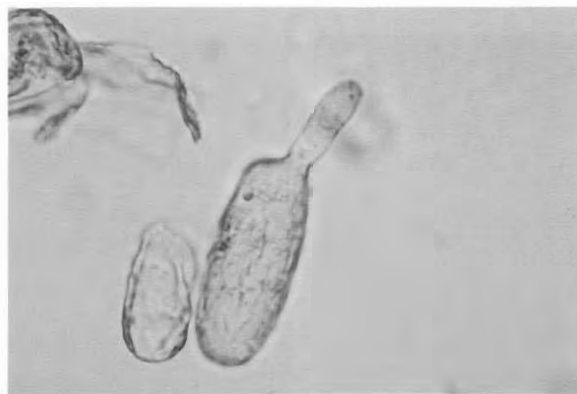


Foto 15 - Germinación de conidios de *Erysiphe polygoni*.

HUÉSPEDES VEGETALES:

E. cichoracearum es patógeno sobre melón, pepino, calabaza y calabacín (Whitaker y Davis, 1962); a veces se ha observado sobre tomate y pimiento (Wicks, 1981). Como hospedantes alternativos se han señalado *Calendula*, *Helianthus*, *Cichorium*, *Sonchus*, *Mentha*, *Nicotiana* y *Verbena* (Fischetti, 1975). Es abundante en nuestra región en *Plantago*, *Lamium*, *Chrisantemum*, *Sonchus*, *Senecio*, *Crepis*, *Barbarea*, *Picridium*, *Antirrhinium* y *Centaurea* (Alvarez y Torés, sin publicar).

S. fuliginea es patógeno de cucurbitáceas. A veces lo hemos observado sobre otras plantas, como *Calendula*, *Matthiola* y *Erigeron*, pero no hemos podido cultivar estas cepas sobre cotiledones de melón (Alvarez y Torés, sin publicar).

L. taurica ataca a tomates, pimientos, berenjenas y ocasionalmente a cucurbitáceas; como hospedadores alternativos se han citado *Nicotiana* spp., *Solanum* spp., *Datura stramonium* y *Petunia hybrida* (Fletcher et al., 1988). En la revisión de Palti (1988) se registran 74 familias, 390 géneros y 1000 especies vegetales susceptibles a *Leveillula* spp.

E. polygoni es patógeno sobre leguminosas. Se ha citado sobre zanahoria como sinónimo de *E. heraclei* (Abercrombie y Finch, 1976). Entre otros huéspedes se han citado *Capsicum frutescens*, *Cucumis melo*, *Erodium moschatum*, *Inula graveolens*, *Medicago litoralis*, *Nicotiana tabacum*, *Pisum sativum*, *Solanum tuberosum*, y *Sonchus oleraceus* (Van Jaarsveld, 1983). En Málaga se observa abundantemente sobre *Phaseolus*, *Vicia*, *Papaver*, *Medicago*, *Diplotaxis*, *Sinapis*, *Chenopodium* y *Taraxacum* (Alvarez y Torés, sin publicar).

SINTOMATOLOGÍA

Aparecen unas manchas blanquecinas y pulverulentas en el haz de las hojas. A medida que la enfermedad avanza, estas manchas van cubriendo todo el aparato vegetativo, hojas, pedúnculo y tallo. Finalmente, las hojas y tallos afectados se vuelven de color café y se secan (Messiaen & Lafon 1970; Miller y Pollard, 1976). En el caso de *Leveillula*, se observan en el haz de las hojas unas manchas amarillas que se necrosan por el centro, debajo de las cuales puede verse un micelio blanquecino en el envés (Messiaen & Lafon 1970). Estas manchas aumentan de tamaño y número, y en caso de un ataque fuerte, la hoja se seca y se desprende.



Foto 16 - Detalle de una colonia de *Sphaeroteca fuliginea* sobre hoja de melón.



Foto 17 - Hoja de melón atacada de oídio (*Sphaeroteca fuliginea*).

HÁBITATS PREFERENCIALES

No existe una zona determinada de un cultivo donde se pueda encontrar el oídio con mayor facilidad. Habitualmente, la enfermedad se inicia en primavera y en el haz de las hojas bajas. Acostumbran a observarse varios focos a partir de los cuales se extiende rápidamente por todo el cultivo.

En el caso de *S. fuliginea* en melón, se ha observado que la enfermedad se detiene en pleno verano, al final de la cosecha, cuando las temperaturas en el invernadero se elevan considerablemente. En los cultivos de oídio en laboratorio se ha comprobado que las esporas de este hongo no germinan a temperaturas superiores a 35 °C (Alvarez y Torés, 1992).

ENEMIGOS NATURALES

El hongo más estudiado para controlar *S. fuliginea* es *Ampelomyces quisqualis*, especialmente en pepino y en melón. Jarvis y Slingsby (1977), consiguieron controlar *S. fuliginea* en invernaderos de pepino mediante aplicaciones de agua y de suspensiones de esporas de *A. quisqualis*. Dividieron un invernadero en cuatro partes, una de ellas se trató con suspensiones acuosas del hongo, otra sólo con agua, la tercera con ambos tratamientos y la cuarta quedó sin tratar. Se observaron fuertes diferencias entre las parcelas tercera y cuarta. Las diferencias correspondían a la media de ataque de oidio, número de frutos comerciales y peso de los mismos.

La razón de alternar las aplicaciones de esporas de *A. quisqualis* con aplicaciones de agua, es debido a que la humedad relativa elevada favorece el desarrollo del hiperparásito, mientras que dificulta el desarrollo de oidio. Para algunos autores, el mojado intensivo durante la inoculación es un requisito previo para la obtención de un alto grado de parasitismo (Philipp *et al.*, 1984).

Algunos autores han intentado disminuir esta necesidad de humedad relativa, y consiguen un parasitismo del 97.5 % a una humedad relativa del 80 %, mediante la adición de un 1 % de parafina líquida (Philipp & Hellstern, 1986). La adición de parafina a la suspensión de conidios incrementa el parasitismo más que otros compuestos (Philipp *et al.*, 1990).

Diop-Bruckler y Molot (1987) han estudiado el poder preventivo y curativo de este hongo sobre melón y calabacín. No realizan el trabajo en campo o invernadero, sino en hojas sobre papel de filtro húmedo en placas de Petri de 14 mm. No aparece efecto preventivo; la inoculación de *A. quisqualis* y tres días más tarde de *S. fuliginea* no reduce de un modo significativo el crecimiento con respecto a los testigos, e igualmente ocurre con la inoculación simultánea de ambos hongos. Por contra, cuando se inocula *S. fuliginea* y tres días después *A. quisqualis*, el crecimiento del oidio se ve reducido en más del 50 % con respecto al de los testigos.

El crecimiento de *L. taurica* no se ve muy afectado por la acción del hiperparásito en tratamiento curativo, pero cuando ambos hongos son inoculados simultáneamente, el control es aceptable (Diop-Bruckler y Molot, 1987).

En campo, la adición de esporas de *A. quisqualis* sobre *S. fuliginea* en pepino causa una reducción de

la incidencia de la enfermedad y un notable incremento de la cosecha, pero el rendimiento es aún mayor si se combina el hiperparásito con aplicaciones de pirazofos (Sztenjberg *et al.*, 1989).

Es importante señalar aquí dos hechos: en primer lugar, que *A. quisqualis* puede producir, a veces, manchas superficiales en los frutos que inciden en su precio (Jarvis y Slingsby, 1977); en segundo lugar, que es muy sensible al quinometionato (Philipp *et al.*, 1984), aunque no se ve afectado por otros fungicidas antioidio (Sztenjberg *et al.*, 1989).

Otras especies del género *Ampelomyces* también utilizadas como hiperparásitos en cucurbitáceas son *A. artemisiae*, *A. gypsophilae* y *A. novovae*. De *A. artemisiae* se obtiene la ampelomicina, que también se ha empleado como antioidio sobre pepino en invernadero (Puzanova, 1984).

Tilletiopsis sp. es otro género de hongos antagonistas cuya acción es tanto preventiva como curativa. Los trabajos de Hoch y Provvidenti (1979) han mostrado que puede ser usado para el control del oidio, y también necesita de humedad alta para desarrollar su acción. En este caso no existe una penetración directa; mediante observación microscópica, se ha visto que la destrucción del micelio de *S. fuliginea* es un fenómeno de superficie y raras veces se observa penetración.

La aplicación de una suspensión de esporas de *T. minor* a un cultivo de pepinos, dos veces en tres días, mantiene a éste protegido contra *S. fuliginea* durante tres semanas (Hijwegen, 1986).

La aplicación de una suspensión de conidios a una hoja de pepino, protege a ésta de posteriores infecciones por *S. fuliginea* durante un período de más de ocho días. Las hojas inoculadas solamente con *Tilletiopsis* no mostraron crecimiento de este hongo durante un período de 21 días.

La especie *T. albescens* también controla *E. cichoracearum* sobre hojas de pepino, se ha sugerido que mediante hiperparasitismo (Knudsen y Skou, 1989).

Otro hongo que se ha utilizado como antagonista del oidio es *Acremonium alternatum*. Se aísla con frecuencia en plantas atacadas por *S. fuliginea* y crece lentamente en PDA a una temperatura óptima de 29 °C. Las esporas germinan en un rango amplio de temperaturas, con un óptimo de unos 27 °C. Su acción como hiperparásito ha sido estudiada por Malathrakis (1985), sobre discos de hoja y sobre plántulas.

Sobre discos de hoja, a las 24 horas se observaban las primeras hifas del hiperparásito sobre el talo del patógeno a 27 y 30 °C. A los 3 días, el parasitismo era fuerte a 27 y 30 °C, moderado a 21 °C, y a 15 °C eran visibles pocas hifas de *A. alternatum*.

Sobre plántulas, las primeras hifas del hiperparásito eran visibles a las 24 horas de inoculación artificial e incubación a 27 y 30 °C; a las 72 horas el parasitismo era severo a 24, 27 y 30 °C, moderado a 21 °C y limitado a 18 °C.

Necesita una humedad relativa menos elevada de la requerida por *A. quisqualis*, y temperaturas más altas, lo que en nuestro clima son dos ventajas indudables. No parece tener efectos sobre la planta hospedadora.

Otros hongos susceptibles de ser utilizados para el control biológico del oidio en cucurbitáceas, son *Cephalosporium sp.*, *Paecilomyces farinosus*, con un efecto curativo sobre calabacín más elevado que el de *A. quisqualis* (Diop-Bruckler y Molot, 1987), *Cinnobolus cesatii* aislado sobre oidio en diversas cucurbitáceas (Gupta *et al.*, 1985) y finalmente *Stephanoascus flocculosus* y *S. rugulosus*, que necesitan una temperatura óptima de 26 °C y humedad relativa superior al 80 % (Jarvis *et al.*, 1989).

FACTORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS

El rango de temperatura se sitúa entre 10 y 35 °C, con un óptimo de alrededor de 26 °C y una humedad relativa del 70 % (Messiaen y Lafon 1970). La humedad relativa óptima para la germinación de esporas de *E. cichoracearum* es de 70-100 % (Paul y Kauschal, 1986).

Yarwood (1954) señala una temperatura óptima para *E. cichoracearum* de 28 °C en cantalupo y de 15 °C en calabacín; 25 °C para *E. polygoni* y 28 °C para *S. fuliginea*; otros autores indican otras temperaturas, por lo que este autor señala que las condiciones óptimas pueden variar tanto en función del patógeno como del huésped. Del mismo modo, Palti (1972) indica que *L. taurica* ataca al pimiento en regiones húmedas y secas, mientras que al tomate sólo en regiones secas.

Yarwood (1954) indica que la temperatura óptima media para los oidios es de alrededor de 21 °C, cuatro grados por debajo de la media de hongos fitopatógenos que es de 25 °C.

En trabajos realizados sobre cotiledón de melón en cultivo en laboratorio, se ha observado que el

óptimo de germinación de *S. fuliginea* es a 26 °C, siendo los valores extremos, 3 y 32 °C (Alvarez y Torés, 1992).

PÉRDIDAS OCASIONADAS

En el caso de *L. taurica*, se han hecho estimaciones. En tomate, las parcelas tratadas con fungicidas producen un incremento de cosecha con respecto al testigo no tratado entre el 40-50 % y en berenjenas la reducción era del orden del 45 %. En pimiento, las pérdidas son más fuertes: las parcelas no tratadas rendían por debajo de la mitad del mejor tratamiento anti *Leveillula* (Palti, 1988). De todos modos, estas pérdidas están muy relacionadas con las condiciones climáticas y las prácticas culturales de las diferentes áreas de cultivo.

Nuestra experiencia en la Estación Experimental "La Mayora" (CSIC), nos ha hecho evaluar el coste de 6-8 tratamientos (incluida la mano de obra) contra oidios de cucurbitáceas en alrededor de 20-25 Pt/m² (Sánchez Pulido, comunicación personal).

MEDIDAS DE CONTROL Y UMBRALES DE INTERVENCIÓN

El medio de control más eficaz será el uso de variedades resistentes. El empleo de estas variedades no va a suponer que tengamos el cultivo libre de oidio; solamente retrasaremos su aparición. Cuando se cultiva una línea resistente, en realidad se está seleccionando la aparición de otra raza capaz de vencer el gen de resistencia, pero como la proporción de ésta debe ser más baja que la primera, retrasaremos la aparición de la enfermedad, la incidencia será menor y será más fácil de controlar.

El uso alternativo de cultivares, tanto en el espacio como en el tiempo, con diferentes genes de resistencia, nos debe reducir la incidencia del oidio. Si este control genético es complementado con frecuentes aplicaciones de agua y un hiperparásito, podremos mantener el cultivo libre de la enfermedad. De todas formas, serán especialmente interesantes aquellas variedades que presenten una resistencia poligénica, de preferencia de tipo horizontal (*sensu var der Plank*).

En melón se han establecido tres razas de *S. fuliginea*, que son (Thomas *et al.*, 1984):

Cultivar	Raza 1	Raza 2	Raza 3
Piel de Sapo	sensible	sensible	sensible
PMR 45	resistente	sensible	sensible
PMR 6	resistente	resistente	sensible
PI 124112	resistente	resistente	resistente

En su lista de genes de cucurbitáceas, Esquinas-Alcázar y Gulick (1983) señalan los siguientes genes de resistencia a *S. fuliginea* en melón: *Pm-1*, que determina resistencia a la raza 1, *Pm-2* que determina resistencia a la raza 2, *Pm-3* que determina resistencia a las tres razas de *S. fuliginea* en la variedad PI 124111, y *Pm-4* y *Pm-5* que determinan resistencia a *S. fuliginea* en la variedad 'Seminole'.

En sandía se ha encontrado un gen recesivo llamado *pm* que confiere susceptibilidad a este patógeno (Robinson *et al.*, 1975).

Omara (1979) ha encontrado resistencia a *S. fuliginea* en pepino, en la variedad PI 197088 originaria de la India, resistencia que está controlada por un gen de efectos mayores y recesivo denominado *s* (resistencia del hipocotilo), un gen dominante *A1* y un gen recesivo *b*.

A.E.A. El-Jack (1984), también sobre pepino, ha encontrado que la variedad 'SS 717' tiene un gen de resistencia con dominancia parcial que es epistático a los genes de susceptibilidad dominantes presentes en 'Marketmore 70'.

Contin y Munger (1977) han encontrado en cruces de poblaciones de (*Cucurbita pepo* x *C. moschata*) x *C. martinizii* con la F₁ de *C. moschata* x *C. martinizii* que la resistencia al oidio está controlada por un gen de efectos mayores, que muestra dominancia parcial y está además influido por modificadores.

Con respecto a *E. cichoracearum*, se han realizado muchos trabajos y se han encontrado numerosas resistencias al oidio, en buena parte condicionadas por más de un gen. Veamos algunos casos:

- Pryor y Whitaker (1942) establecieron dos razas de *E. cichoracearum* sobre melón, que son:

- Raza 1: virulenta sobre las variedades 'Hale Best', 'Casaba' y 'Tip Top Cantaloupe'.
- Raza 2: virulenta sobre las tres variedades anteriores y además sobre las variedades PMR 45 y PMR 8.

- Jagger y Scott (1937) encontraron resistencia, a partir de material resistente procedente de la India, a la raza 1 controlada por un solo gen dominante al que llamaron *Pmr*¹.

- Bohn y Whitaker (1964), usando variedades resistentes a la raza 2 (también de origen indio), demostraron que la resistencia a esta raza 2 estaba controlada por un gen parcialmente dominante llamado *Pm*², que estaba sujeto a la acción de dos genes modificadores.

- Harwood y Markarian (1966), más tarde, a partir de 'Seminole', demostraron que la resistencia en esta línea estaba controlada por dos pares de genes cuyos efectos eran desiguales y parcialmente aditivos. El gen de efectos mayores mostraba dominancia incompleta, mientras que el gen de efectos menores mostraba dominancia completa. La resistencia era idéntica, alélica o estrechamente relacionada con el gen *Pm*² de Bohn y Whitaker.

- Takada *et al.* (1975), en Japón, han encontrado que la resistencia del melón a *E. cichoracearum* es controlada por dos genes con dominancia incompleta, *Pm*₁*Pm*₁ *Pm*₂*Pm*₂ en 'Georgia 47' y 'C48' (resistentes) y *Pm*₁*Pm*₁ *pm*₂*pm*₂ en 'Wess' y 'Rio' (también resistentes).

- En pepino se ha observado que un alelo llamado *s* confiere resistencia sobre el tallo y parcialmente en hojas, y se han encontrado alelos de otros loci, *a* y *b* que confieren mayor grado de resistencia en hoja cuando son homocigotos. Al parecer hay más de dos alelos en uno de estos loci y hay presentes fenómenos de epistasis (Morales, 1975).

- En trabajos realizados en la Universidad de Nebraska sobre *Cucurbita moschata* (Adeniji y Coyne, 1983) se ha visto que varios alelos del mismo locus determinan la reacción de las variedades de *C. moschata* "La Primera" (resistente), "Butternut Ponca" y "Waltham" (ambas sensibles).

En cuanto a la resistencia del tomate a *L. taurica*, se sabe que la especie *Lycopersicon chilense* es resistente, así como los cruces *L. esculentum* x *L. chilense* (Iordanov y Stamova, 1983; Stamova y Iordanov, 1986). Esta fuente de resistencia no ha sido utilizada comercialmente y tampoco se ha estudiado en profundidad.

También se ha citado material resistente en pimiento, con al menos tres genes implicados (Daubèze *et al.*, 1989), aunque no esté a punto su explotación comercial.

Muy poco se conoce sobre los mecanismos de resistencia a *E. cichoracearum* y *S. fuliginea*. Se pueden encontrar en la bibliografía numerosas referencias, en las cuales se estudian las diferencias bioquímicas entre una variedad susceptible y otra resistente, y se han observado distintos niveles de determinadas enzimas, de compuestos fenólicos, de azúcares y de otras sustancias, pero no se ha podido establecer de modo concluyente la relación entre la resistencia y estas diferencias bioquímicas.

En cuanto a otros tipos de control, recientemente se ha observado que extractos acuosos o etanólicos de *Reynoutria sachalinensis* controlan diversos oidios, entre ellos *S. fuliginea* sobre pepino en invernadero (Herger y Klingauf, 1990).

También puede ser importante el tipo de plástico utilizado. D'Ercole (1987) ha estudiado la incidencia de diversas enfermedades en invernaderos con tipos de plástico diferentes (cloruro de polivinilo, etil vinil acetato y polietileno). Para lo que nos

interesa, diremos que la incidencia de *E. cichoracearum* en pepino es menor en los invernaderos de polietileno. Estas variaciones son atribuidas a las diferentes humedades relativas, formación de gotas por condensación y transmisión de luz de cada tipo de plástico.

COMENTARIO FINAL

Un hecho que puede resultar interesante, es que *S. fuliginea* ha sido citado como vector de virus en Quenopodiáceas en los Estados Unidos (Yarwood, 1971).

Se tienen muy pocos conocimientos acerca de las condiciones adecuadas para efectuar un tratamiento químico o un aporte de parásitos. Normalmente suelen efectuarse aplicaciones de fungicidas en cuanto se observan los primeros síntomas, y los ensayos de control biológico están todavía muy poco estudiados.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

• ABERCROMBIE, K.; FINCH, H.C. 1976. Powdery mildew on carrots in California. *Plant Disease Reporter*, 60:780-781.

• ADENIJI, A.A. & COYNE, D.P. 1983. Genetics and nature of resistance to powdery mildew in crosses of Butternut with Calabaza Squash and "Semino-le Pumpkin". *Jl. Amer. Hort. Scien.*, 108: 360-368

• ALVAREZ, B.; TORES, J.A. 1992. Influencia de determinados factores abióticos sobre la germinación de *Sphaeroteca fuliginea* (Schlecht. ex Fr.) Poll. VI Congreso de la Asociación Latinoamericana de Fitopatología, Torremolinos, España, 11-15 mayo de 1992, pg. 14 (editado por F. Romero y A. Gómez-Barcina). Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca.

• BALLANTYNE, B. 1975. Powdery mildew on cucurbitaceae: Identity, distribution, host range and source of resistance. *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales*: 99:100-120

• BOESEWINKEL, H.J. 1980. The morphology of the imperfect states of powdery mildew (Erysiphaceae). *The Botanical Review*, 46:167-224

• BOHN, G.W. & WHITAKER, T.W. 1964. Genetics of resistance to powdery mildew race 2 in musmelon. *Phytopathology*, 54:587-597

• BRAUN, U. 1980. The genus *Leveillula*. - A preliminary study. *Nova Hedwigia*, 32:565-583

• CONTIN, M. & MUNGER, H.M. 1977. Inheritance of powdery mildew resistance in interspecific crosses with *Cucurbita martinuzzi* (Abstract). *Hortscience*, 12:397

• DAUBEZE, A.M.; POCHARD, E.; PALLOIX, A. 1989. Inheritance of resistance to *Leveillula taurica* and relation to other phenotypic characters in the haplodiploid progeny issued from an African pepper line. In EUCARPIA Vllth meeting on genetics and breeding on capsicum and eggplants. Kragujevac, Yugoslavia, 27-30 June 1989. Smederevska Palanka, Yugoslavia; Institute for Vegetables "Palanka" (1989):229- 232

- D'ERCOLE, N. 1987. Le malattie in rapporto al materiale di copertura. *Colture protette*, 16:27-29
- DIOP-BRUCKLER, M. & P.-M. MOLOT. 1987. Intérêt de quelques hiperparasites dans la lutte contre *Leveillula taurica* et *Sphaeroteca fuliginea*. *Bulletin OEPP* 17:593-600
- EL-JACK, A.E.A. 1984. The inheritance of partially dominant resistance to powdery mildew (*Sphaeroteca fuliginea*) in cucumber (*Cucumis sativus*) (Abstract). *Dissertation International Abstracts B (Sciences and Engineering)* 45:1375B
- ESQUINAS-ALCAZAR, J.T. & GULICK, P.J. 1983. Genetic resources of Cucurbitaceae. IBPGR Secretariat, Roma, 1983
- FISCHETTI, D.L. 1975. Oídios. En:(A.A. SARA-SOLA y M.A. ROCCA) *Fitopatología, Curso Moderno. Tomo II*. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina.
- FLETCHER, J.T.; SMEWIN, B.J.; COOK, R.T.A. 1988. Tomato powdery mildew. *Plant Pathology*, 37: 594-598
- GOIDANICH, G. 1964. *Manuale di Patologia Vegetale, vol. II*. Edizione Agricole, Bologna.
- GUPTA, R.B.L.; ASHA SHIVPURI, R.P.; MAHRISHI, R.P. 1985. A new record of hiperparasite *Cicinnobolus cesatii* on powdery mildew of *Momordica charantia*. *Indian Journal of Micology and Plant Pathology*, 15:230
- HARWOOD, R.R. & MARKARIAN, D. 1966. Genetics of resistance to powdery mildew in the Michigan cantaloupe breeding program. *Proc. XVII Int. Hort. Congr.*, 1:454
- HERGER, G.; KLINGAUF, F. 1990. Control of powdery mildew fungi with extracts of the giant knotweed, *Reynoutria sachalinensis* (Polygonaceae). *Mededelingen van the Faculteit Landbouwetenschappen Rijksuniversiteit Gent*, 55:1007-1014
- HIJWEGEN, T. 1986. Biological control of cucumber powdery mildew by *Tilletiopsis minor*. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 92:93-95
- HOCH, H.C. & PROVVIDENTI, R. 1979. Mycoparasitic relationship: Cytology of the *Sphaeroteca fuliginea* - *Tilletiopsis* sp. interaction. *Phytopathology*, 69:359-362
- JORDANOV, M.; STAMOVA, L. 1983. Breeding for resistance to fungus disease in tomato. *Tagungsbericht, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der Deutschen Demokratischen Republik* No. 216, II, 617-622
- JAGGER, J.C. & SCOTT, G.W. 1937. Development of powdery mildew resistant cantaloupe. No. 45. *Circ. U.S. Dept. Agric.* 441, 5 pp.
- JARVIS, W.R.; SHAW, L.A.; TRAQUAIR, J.A.; 1989. Factors affecting antagonism of cucumber powdery mildew by *Stephanosascus flocculosus* and *S. rugulosus*. *Mycological Research*, 92:162-165
- JARVIS, W.R. & SLINGSBY 1977. The control of powdery mildew of greenhouse cucumber by water sprays and *Ampelomyces quisqualis*. *Plant Dis. Repr.*, 61:728-730
- KHAN, M.W. 1978. *Coccinia cordifolia* and *Lagenaria leucantha*, differential hosts for powdery mildew of cucurbits. *Plant Dis. Repr.*, 62:793-796
- KHAN, M.W. 1983. The identity of powdery mildew - a critical appraisal. *Acta Botanica Indica*, 11:97-126
- KNUDSEN, I.M.B.; SKOU, J.P. 1989. Biologisk bekaempelse af agurkemeldug med *Tilletiopsis*-arter. *Växtskyddsnotiser*, 53:19-24
- LEBEDA, A. 1983. The genera and species spectrum of cucumber powdery mildew in Czechoslovakia. *Phytopath. Z.*, 108-71-79
- MALATHRAKIS, N.E. 1985. The fungus *Acremonium alternatum* Linc: Fr., a hiperparasite of the cucurbit powdery mildew pathogen *Sphaeroteca fuliginea*. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 95:509-515
- MESSIAEN, C.M. & LAFON, R. 1970. *Les maladies des plantes maraichères*. 2^a edic. INRA Paris, 1970.
- MILLER, P.R. & POLLARD, H.L. 1976. *Multilingual compendium of plant diseases*. Amer. Phytopathol. Soc., Minnesota 1976
- MORALES, A. 1975. Genes in cucumber (*Cucumis sativus*) conferring resistance to powdery mildew. *Dissertation Abstract International* B, 36:519B-520B
- OMARA, S.K. 1979. Dominant genes for resistance to powdery mildew (*Sphaeroteca fuliginea* Poll.) in cucumber (*Cucumis sativus* L.) (Abstract). *Dissertation Abstract International* B, 40:514B

- PALTÍ, J. 1972. Epidemiology of powdery mildews in Israel. Actas III Congreso de la Unión Fitológica Mediterránea, Oeiras, Portugal, : 177-183.
- PALTÍ, J. 1988. The *Leveillula* mildews. The Botanical Review, 54: 423- 535
- PAUL, Y.S.; KAUSHAL, R.P. (1985, publ. en 1986). Effect of relative humidity on germination of powdery mildew conidia. Indian Phytopathology, 38:757-758
- PHILIPP, W.-D.; HELLSTERN, A. 1986. Biologische Mehltaubekämpfung mit *Ampelomyces quisqualis* bei reduzierter Luftfeuchtigkeit. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 93: 384-391 (Abstract en Review of Plant Pathology, 66:378, 1987)
- PHILIPP, W.D.; BEUTHER, E.; HERMANN, D.; KLINKERT, F.; OBERWALDER, C.; SCHMIDTKE, M.; STRAUB, B. 1990. Zur Formulierung des Mehltauhyperparasiten *Ampelomyces quisqualis* Ces. Zeitschrift fürpflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 97:120-132
- PHILIPP, W.-D.; GRAUER, U.; GROSSMANN, F.; 1984. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 91:438-443
- PRYOR, D.E. & WHITAKER, T.W. 1942. The reaction of cantaloupe strains to powdery mildew. Phytopathology, 32:995-1004
- PUZANOVA, L.A. 1984. Hyperparasites on the genus *Ampelomyces* Ces. ex Schlecht. and the possibility of their use in the biological control of the pathogens of powdery mildew in plants. Mikologiya i Fitopatologiya, 18:333-338 (Abstract en Review of Plant Pathology, 64:1344, 1985)
- REIFSCHNEIDER, F.J.B.; BOITEUX, L.S. & OCHIENA, E.M. 1985. Powdery mildew of melon (*Cucumis sativus*) caused by *Sphaeroteca fuliginea* in Brazil. Plant Disease, 69:1069-1070
- ROBINSON, R.W.; PROVIDENTTI, R. & SHAIL, J.W. 1975. Inheritance of susceptibility to powdery mildew in the watermelon. Journal of Heredity, 66:310-311
- STAMOVA, L.; IORDANOV, M. 1986. (Resistencia al oidio *Leveillula taurica* (Lev.) Arn. en tomates). P'rvá natsionalna konferentsiya po imunogenetika na rasteniyata, Sofiya, 24-35 yuni, 1986. Dokl. T. 2. Sofia, Bulgaria, (1986) 118-127
- SZTEJNBERG, A.; GALPER, S.; MAZAR, S.; LISKER, N. 1989. *Ampelomyces quisqualis* for biological and integrated control of powdery mildew in Israel. Journal of Phytopathology, 124:285-295
- TAKADA, K.; KANAZAWA, K. & TAKATSUKA, K. 1975. Studies on breeding for resistance to *Erysiphe cichoracearum* in melon. II Inheritance of resistance and correlation with other characters. Bulletin of the Vegetables and Ornamental Crops Research Station, No. 2:11-31 (Abstract en Plant Breeding Abstracts, 47:2776, 1977)
- THOMAS, C.E.; KISHABA, A.N.; MCCREIGHT, J.D.; NUGENT, P.E. 1984. The importance of monitoring races of powdery mildew in muskmelon. Cucurbit Genetics Cooperative, 7:58
- TORES, J.A.; CANOVAS, I.; VELASCO, M.V. 1990. Nota sobre *Sphaeroteca fuliginea* (Schlecht. ex Fr.) Poll., agente causante del oidio de las cucurbitáceas en la zona costera de las provincias de Málaga y Almería. Investigación Agraria, Prod. Prot. Veg., 5: 475-479
- URQUIJO P., SARDIÑA J.R., SANTAOLALLA G. 1971. *Patología Vegetal Agrícola*. 2ª edición, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- VAN DER PLANK, J.E. 1968. *Disease resistance in plants*. Academic Press, New York-London.
- VAN JAARVELD, A.B. 1981. Powdery mildew fungi in South Africa. Phytophylactica, 16:155-166
- VAN JAARVELD, A.B; 1983. Alternative hosts of powdery mildew on *Lupinus angustifolius*
- WHITAKER, T.H. & DAVIS, G.N. 1962. *Cucurbits. Botany, Cultivation and Utilization*. Interscience Publishers Inc., New York
- WICKS, T.J.; 1981. Powdery mildew on tomatoes. Australasian Plant Pathology, 10:36-37
- YARWOOD, C.E. 1971. Erysiphaceae transmit virus to *Chenopodium*. Plant Disease Reporter, 55:342-344
- YARWOOD, C.E. 1954. Temperature relations of powdery mildews. Hilgardia, 22:603-622

OTROS HONGOS AFECTANDO PARTES AÉREAS

VIRTUDES GÓMEZ GARCÍA

Dig. Agricultura (Almería)

MILDIÚ DE CUCURBITÁCEAS

Pseudoperonospora cubensis (Berk. & Curt).
Rostow.

DESCRIPCIÓN

El mildiú, causado por *Pseudoperonospora cubensis* (Berk & Curt), es una enfermedad ampliamente extendida que ocasiona importantes pérdidas en cultivos de cucurbitáceas de todo el mundo, y ha sido considerada, en algunas zonas, como un factor limitante para la producción de pepinos y melones.

El género *Pseudoperonospora* se encuadra dentro de la Fam. Peronosporaceae, Orden Peronosporales, Clase Oomycetes.

La infección comienza con la llegada del esporangio a la hoja que, en presencia de agua, libera

zoosporas biflageladas. Las zoosporas, capaces de nadar en agua, llegan hasta la abertura del estoma, se enquistan y emiten un tubo germinativo que penetra por el ostiolo, para posteriormente desarrollar las hifas y haustorios.

El micelio cenocítico, hialino, prolifera, sobre todo, en los tejidos del mesófilo desarrollándose las hifas y haustorios de forma intercelular.

Más tarde, a través de los estomas emite esporangióforos en grupos de 1 a 5 que están ramificados de forma dicotómica, terminando en esterigmas.

Los esporangióforos portan los esporangios que son de color gris-violáceo, forma elipsoidal y tienen una papila en su extremo distal. Los esporangióforos miden $180-400 \mu \times 5 - 7 \mu$ y los esporangios $20-40 \times 14-25 \mu$ (Palti, 1975).

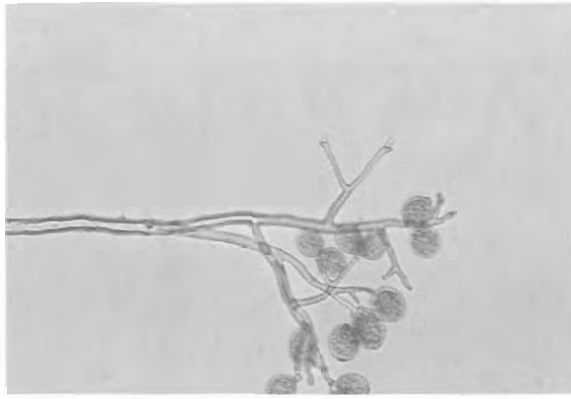


Foto 1 - Esporangióforos y esporangios de *Ps. cubensis*.

La forma sexual del hongo está representada por las oosporas, globulares, de $22-42 \mu$ de diámetro, de color amarillo claro e hialinas. Las oosporas, con gran capacidad de resistencia, tan sólo se han encontrado en algunas zonas de la antigua URSS, Japón y China.

HUÉSPEDES VEGETALES

Descrito por primera vez en Cuba en 1.868, *Pseudoperonospora cubensis* se encuentra actualmente ampliamente distribuido por el mundo, tanto en cucurbitáceas silvestres como cultivadas.

Una lista completa de plantas huéspedes fue publicada en 1.980 por Palti y Cohen. *Cucumis sati-*

cus L; *Cucumis melo* L; *Cucurbita* spp. y *Citrullus lanatus* L. figuran entre las especies cultivadas afectadas por el mildiú.

Está considerada como una enfermedad de climas cálidos y húmedos, ya que se desarrolla en todas las regiones tropicales, así como en algunas zonas semiáridas y templadas de los 5 continentes, causando importantes epidemias en cultivos al aire libre y en invernaderos de cristal y bajo plástico (Palti).

En España la primera referencia se hizo en 1977 (García Jiménez *et al.*) que la detectaron en cultivos al aire libre de Valencia, donde apareció de forma epidémica en pepinos, melones y sandías. Actualmente está extendida por todo el país, afectando a cultivos, al aire libre y protegidos, de cucurbitáceas.

En Almería, se tienen referencias de su presencia en los cultivos de invernadero con anterioridad a 1.977 (Borrás, 1980). Su incidencia todos los años en cultivos de pepino (tipo Pepinex) es elevada, provocando importantes ataques, pudiendo ser considerada como la micosis aérea más importante de este cultivo. También afecta a pepino de tipo corto. Aparece en melón tanto al aire libre como en invernadero, aunque su incidencia es menor, así como la importancia de sus ataques. En sandía, su presencia es mucho más esporádica, detectándose al aire libre y en invernadero.

Distintos trabajos señalan la presencia de varias razas fisiológicas del hongo, distribuidas por el mundo, y cuya determinación se efectúa basándose en la compatibilidad con las especies huéspedes. Iwata (1953) señala 3 razas en Japón: "tipo *Cucumis*", "tipo *Cucurbita*" y "tipo *Benincasa*", y ninguna de ellas ataca a *Citrullus lanatus*. Thomas y Cohen (1987) señalan 5 patotipos basados en la compatibilidad con los huéspedes específicos, encontrados al ensayar aislamientos locales de *P. cubensis* (proce-

denes de Israel, Japón y USA) en 26 cultivares de melón y otras cucurbitáceas.

SÍNTOMAS

En condiciones favorables los síntomas en pepino aparecen a los 3 días de la inoculación, si la concentración de inóculo es alta (1.000 esporangios/cm²), y a los 7 días cuando las dosis de inóculo son bajas (10 esporangios cm²) (Cohen, 1977).

Los síntomas aparecen sólo en hojas, observándose, en Almería) tanto en hojas viejas como en jóvenes, y se manifiestan, al principio, por manchas en el haz de color verde claro y después amarillentas, de forma angulosa y delimitadas por los nervios. En melón esta delimitación por nervios es menos evidente por lo que son más redondeadas. En el envés, se observa un fieltro gris-violáceo que corresponde a los esporangióforos y esporangios del hongo. Posteriormente estas manchas se necrosan tomando aspecto apergaminado.



Foto 2 - Síntomas de mildiú en pepino.



Foto 3 - Detalle de síntomas de mildiú en envés, observándose esporangióforos.



Foto 4 - Síntomas de mildiú en melón.



Foto 5 - Síntomas de mildiú en sandía.

El rango de temperaturas para el desarrollo de síntomas en pepino se encuentra comprendido entre 10 y 35 °C, aunque pueden aparecer lesiones estériles a 40 °C con altas dosis de inóculo (Cohen, 1980).

El potencial de esporulación es más elevado en lesiones cloróticas, siendo despreciable en las necróticas (Cohen y Rotem, 1969).

Según nuestras observaciones de campo en melón y sandía, la necrotización de las manchas es muy rápida, así como escasa su esporulación.

En plantas resistentes pueden aparecer pequeñas manchas cloróticas circulares, que son el resultado de las primeras fases de la infección, aunque en ellas no se desarrolle el micelio (Cohen, 1978), ni se forman pequeños haustorios.

EPIDEMIOLOGÍA

FUENTES DE INÓCULO

Existe poca información sobre las fuentes de inóculo primario, incluso en países donde el Mildiu está presente desde hace muchos años.

El papel de la oospora como iniciadora de la epidemia, aún no ha sido clarificado. Se han encontrado oosporas en pepinos en Japón (Hiura y Kawada, 1933) y en China (Chen *et al.*, 1961), y en cucurbitáceas silvestres en otros países (Bains *et al.* 1977, Khosla *et al.* 1973).

Parece ser que en China (Tang, Cohen 1980) a partir de estas oosporas se producen pequeños focos, que posteriormente van a provocar el ataque en cultivos colindantes.

En el Norte de India y Sur de USA, el patógeno inverna como micelio activo en cucurbitáceas silvestres y cultivadas (Bains y Joothy, 1976; Van Haltern, 1938). Desde aquí son aerotransportadas a grandes distancias hasta la Costa Atlántica para causar infecciones en primavera y principios de verano.

En Israel se produce el inóculo inicial en fuentes desconocidas y posiblemente recorra grandes distancias, ya que las cucurbitáceas silvestres cercanas, que crecen durante el invierno, nunca se han visto afectadas. Pero en la agricultura moderna existen cucurbitáceas cultivadas durante todo el año, con lo que las fuentes primarias de inóculo carecen de importancia epidemiológica (Cohen, 1980).

INFECCIÓN

Para que ocurra la infección existen tres factores fundamentales: presencia de agua líquida en la hoja, temperatura y concentración de inóculo. Todos ellos están interrelacionados, de tal forma que aquel factor que falte o falle será el principal y el que condicione al resto de ellos.

La humedad es imprescindible para la infección. El mínimo período de humedad, requerido para establecer la infección, se incrementa gradualmente a medida que la concentración de inóculo o la temperatura disminuyen (Cohen, 1977).

Período mínimo	Concentración inóculo	Temperatura
2	100 esporangios/cm ²	20-25°C
6	10 esporangios/cm ²	10-25°C

La humedad necesaria viene determinada, en cultivos al aire libre, en especial por los períodos de rocío, y también por el agua de gutación, en cuyo caso los síntomas se desarrollan en los bordes y puntos de gutación (Duvdevani *et al.*, 1946).

En invernaderos y túneles de plástico este papel lo realiza el agua de condensación. El riego por aspersión, u otro sistema de riego por encima de las plantas, lluvia, etc.. pueden proporcionar la humedad necesaria.

El mínimo, óptimo y máximo de temperaturas son más bien absolutos que relativos. El rango es mayor cuando alguno de los otros factores es óptimo.

En general: Temperatura mínima 5° C
 " óptima 25° C
 " máxima 28° C

En Israel (Cohen, 1977) el factor determinante es la concentración de inóculo, pudiendo ocurrir la infección de 8 a 50 días desde la siembra según la proximidad a las fuentes de inóculo (normalmente campos infectados) y siempre que la ausencia de humedad no sea un factor limitante.

PRODUCCIÓN DE SÍNTOMAS

El tiempo que transcurre desde la inoculación hasta la aparición de síntomas, depende de la concentración de inóculo, de la temperatura y de la variedad (Cohen, 1977).

En condiciones favorables las temperaturas son:

- Óptima: 25 °C
- Mínima: 10 °C
- Máxima: 35 °C

A 40 °C pueden formarse lesiones necróticas estériles. Las manchas necróticas tienen una menor esporulación que las cloróticas.

La necrotización es más rápida según la temperatura, en especial con altas temperaturas nocturnas se produce de forma más rápida la necrotización de las manchas, por tanto el potencial de esporulación es inferior (Palti and Rotem, 1971).

La edad de la hoja afecta tanto al desarrollo de la lesión como a la del hongo. La enfermedad aparece más tarde y se desarrolla más lentamente en hojas jóvenes que en viejas, pero el potencial de esporulación es más elevado en las primeras.

ESPORULACIÓN

En condiciones óptimas la esporulación ocurrirá a los 4-12 días de la inoculación.

El nº de esporangios por unidad de superficie depende de:

- Especie y variedad
- Edad y tamaño de las lesiones
- Estado nutricional del huésped
- Temperatura
- Iluminación

En condiciones favorables el número de esporangios es:

- Pepinos susceptibles : $70 \times 10^3 \text{ cm}^{-2}$
(Cohen y Rotem, 1968).
- Cantaloup " : $100 \times 10^3 \text{ cm}^{-2}$
(Cohen, 1980).
- Sandía " : $4 \times 10^3 \text{ cm}^{-2}$
(Thomas, 1970).

Las condiciones favorables para la formación de esporangios son:

- Un período mínimo de 5 horas de rocío (Thomas, 1.970).
- Temperaturas:
- Mínimas: 5 °C (Van Haltern, 1973).

- Máximas: 30 °C " "
- Óptimas:

- Pepino: 16 - 22 °C
(Doran, 1932)
- Cantaloup: 18 - 22 °C
(Bains and Fhoot, 1979).

Según Palti (1975) las temperaturas óptimas oscilan alrededor de 15 °C en la noche y 25 - 28 °C de día.

- Fotoperíodo: 18 horas de luz, 6 horas de oscuridad (Palti, 1975).

Todos los factores que favorecen la fotosíntesis del huésped incrementarán la producción de esporangios. La longitud del período de luz, la intensidad de la luz, el espectro de la luz, etc., pueden favorecer la esporulación en la oscuridad (Cohen and Rotem, 1970).

Se puede inhibir la esporulación en invernaderos y túneles de plástico sometiéndolos a luz incandescente (5-10 min cada hora) (Cohen *et al.*, 1978).

DISPERSIÓN

La dispersión de los esporangios se produce especialmente por el viento, siendo el factor ambiental más importante la humedad relativa, que ha de ser moderada. La temperatura y la iluminación tienen un efecto mínimo sobre la dispersión.

Alrededor del 70%, del total de esporangios dispersados en un día, se dispersa en una hora con $40\% \pm 5\%$ de HR, comparado con un 35% a $80\% \pm 5\%$ de HR.

El pico de la dispersión se produce alrededor de las 08.00 h en pepino (Israel), 09.30 h en Cantaloup (Georgia) y entre 09.00 - 10.00 h en sandía (Florida), (según Cohen y Rotem, 1971; Van Haltein, 1933; Schenck, 1968). Thomas (1977) observó un pico en Cantaloup a 13.00 h, cuando antes se había producido rocío a las 09.30 h.

Por otra parte, se comprobó que la máxima dispersión se produjo en pepinos cuando la incidencia de la enfermedad era del 33 % (2/3 de la hoja estaba cubierta con lesiones cloróticas) y continuó durante dos semanas (Cohen and Rotem).

Thomas (1977) en Cantaloup observó que la mayor dispersión está asociada con un índice de enfermedad de 4 sobre 5 y dura 2 semanas.

En sandía, los esporangios se recogen durante un período de 30 días (Schenck, 1968).

Cohen y Rotem (1971) demostraron que la infectividad está inversamente relacionada con la temperatura y la humedad relativa. Así 22 horas permaneciendo a 30°C, tenían una infectividad de 1, 10, 30 y 100% con una humedad relativa de 90, 50 y 30% respectivamente, comparado con una infectividad de 0,0 y 50% a 35°C.

PÉRDIDAS OCASIONADAS

No existen datos cuantitativos sobre las pérdidas causadas por el mildiu de cucurbitáceas, pero está considerado como un factor limitante de la producción (Cohen, 1980).

El mildiu en cultivos al aire libre aparece de forma epidémica, arrasando los cultivos si las condiciones son favorables, ya que la enfermedad se desarrolla de forma muy rápida y muy virulenta.

Los invernaderos y tunelillos, sobre todo si son cerrados, presentan una barrera para la entrada del patógeno, pero por otro lado en su interior se dan las condiciones adecuadas para el establecimiento y desarrollo de la enfermedad (Palti y Rotem, 1980).

En los cultivos almerienses, el mildiu afecta tanto a hojas jóvenes como de mayor edad y nunca a frutos u otros órganos de la planta. Ocasiona pérdidas importantes en la producción, así como la muerte de la planta en estados avanzados de ataque.

MEDIDAS DE CONTROL.

VARIETADES RESISTENTES

El tipo de resistencia que presentan es poligénico. Las plantas en condiciones normales muestran una importante protección contra la enfermedad, siempre que el inóculo no sea excesivamente elevado.

En general, las plantas resistentes, tanto de pepino como de melón, se caracterizan por tener un menor desarrollo de la enfermedad, bien porque presentan menor número de lesiones (Thomas 1978), o bien porque estas lesiones producen menos esporulación (Cohen, 1976, Thomas, 1977).

En pepino y melón parece ser que las plantas resistentes a *Sphaerotheca* son menos sensibles al mildiú.

En melón y sandía existen genitores con resistencia al mildiú.

MÉTODOS CULTURALES

La manipulación de todos los factores de forma que podamos evitar que se produzca agua en la hoja es la mejor forma de actuar sobre *P. cubensis* en campo, en especial esto tiene importancia cuando las condiciones de humedad son subóptimas para el patógeno.

Una medida conveniente es evitar las condensaciones de agua en plásticos y tunelillos por medio de una adecuada ventilación o de productos químicos.

El exceso de follaje implica la formación de un microclima en la hoja que favorece el desarrollo del mildiú, por lo que esto se debe evitar (Palti and Rotem, 1980).

El riego por aspersión induce la gutación, que juega un importante papel, tanto en la infección y desarrollo de la enfermedad como en la diseminación de la misma (Duvdevani *et al.*, 1946). Sin embargo Cohen y Rotem (1971), en cultivos de pepino, realizando cortos riegos por aspersión durante el día, redujeron el número de esporangios viables, siempre que el período de humedad fuera insuficiente para completar la producción de zoosporas.

Los riegos copiosos, y el mal drenaje del suelo, suponen un aumento de la humedad y persistencia de la misma, con lo cual se favorece la enfermedad.

Otras medidas deben ir encaminadas a huir de cierta forma de la presencia de abundante inóculo, ya que cuando éste es elevado las condiciones ambientales son menos estrictas, pudiendo desarrollarse la enfermedad en condiciones subóptimas (Rotem *et al.*). En Israel, la restricción de siembras en invierno de pepino y melón bajo cubierta en aquellas regiones donde el cultivo de primavera es importante, ha servido para disminuir los ataques de *P. cubensis* en este último período.

Las plantas de semillero deben estar libres del patógeno, ya que estas plantitas serán una importante fuente de inóculo en la parcela. Hay que advertir que en tejidos jóvenes el potencial de esporulación es mayor y que, además, en los semilleros el riego por aspersión y la alta densidad de plantas favorecen el mildiú, por lo cual se debe extremar la vigilancia y el control en estos lugares.

Se debe de evitar la proximidad de jóvenes cultivos junto a los viejos, que estén infectados.

CONTROL QUÍMICO

Los métodos culturales juegan un papel relativo en el control del mildiu, siendo necesario el uso de fungicidas para obtener una buena protección.

Los fungicidas de contacto han sido durante años los únicos disponibles, con resultados no siempre satisfactorios por su limitada acción curativa. La llegada de materias activas de acción sistémica, eficaces contra Oomycetos, ha supuesto un importante avance en el control de estos hongos.

Desgraciadamente, la aparición de cepas tolerantes a fungicidas sistémicos, en especial al metalaxil, ha sido detectada en numerosos países, entre ellos Grecia e Israel, describiéndose en este último país resistencias cruzadas a más de una materia activa (Cohen, 1984). Probablemente existan en Almería, aunque no hay datos cuantitativos de ello, lo que debe suponer una actuación cautelosa cuando se utilicen los fungicidas sistémicos. Por ello es importante cambiar de materias activas en aplicaciones sucesivas.

Las materias activas con acción sobre *Pseudoperonospora cubensis* son:

Acción por contacto:

- . Derivados cúpricos: sulfato de cobre.
- . Ditiocarbamatos: tiram, ziram, zineb, maneb.
- . Alquil derivados: captan, folpet, diclofuanida.
- . Ftalonitrilos: clortalonil.

Acción sistémica:

- . Carbamatos: protiocarb, propamocarb.
- . Derivados de etil - urea: cimoxanilo
- . Etil - fosfito: fosetil aluminio.
- . Acilamidas: metalaxil, oxadixil, ofurace.

Aun con la inestimable ayuda de todos estos fitosanitarios, la protección eficaz del cultivo dependerá, en gran medida, de realizar las aplicaciones en el momento adecuado, ya sea de forma preventiva o en las primeras etapas de la enfermedad, pero siempre buscando el momento en que la concentración del inóculo es baja.

La progresión del mildiu es tan rápida que en un período muy corto de tiempo pueden producirse daños severos en la plantación, sobre todo si las condiciones han sido favorables.

Además, cuando la concentración de inóculo es elevada, los valores de los otros dos factores, agua y HR, necesarios para la infección no son tan restrictivos.

En diversas zonas se han realizado estudios de la epidemiología de la enfermedad, para averiguar de qué manera influyen los distintos factores bióticos y abióticos en el desarrollo de la misma, y sobre todo cuál es el factor que determina la explosión de la enfermedad, para poder actuar sobre él o estimar los momentos de mayor riesgo, y de este modo planificar los tratamientos de una forma más racional.

Thomas (1977) determinó que la presencia de períodos de 6 h de rocío era el factor principal que desencadenaba la epidemia de mildiu en cantaloup en Tejas. En Israel, son las temperaturas nocturnas (Cohen *et al.*, 1969) las que determinan el ataque de *P. cubensis* en pepino, siempre que la humedad no sea limitante.

En Almería, año tras año, los cultivos de pepino, en especial, se ven amenazados por el mildiu causado por *P. cubensis*. El agricultor se ve obligado a realizar continuas aplicaciones de fungicidas con los consiguientes problemas de aumento de costos. Además, con frecuencia, la enfermedad aparece en la época de recolección, lo que hace muy difícil su control, sin "violiar" los plazos de seguridad de los productos. Además, algunas de las materias activas, antes citadas, son fitotóxicas en el pepino cultivado en invernadero.

Sería necesario realizar distintos trabajos que pudieran dar alguna luz sobre las características epidemiológicas del mildiu en las cucurbitáceas almerienses para poder establecer estrategias de control adecuadas y evitar los problemas citados.

Sería conveniente, asimismo, conocer cuál es el nivel de tolerancia de las cepas almerienses de *Pseudoperonospora cubensis*, a las distintas materias activas.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- BLANCARD, D.; LECOQ, M.; PITRAT. 1991. *Maladies des Cucurbitaceas*. INRA.
- BORRAS, V., 1981. Informe sobre el Mildiu en las Cucurbitaceas. Patronato Provincial de Capacitación Agraria. Diputación Provincial de Valencia.
- COHEN Y ROTEM, J., 1971. Rate of lesion development in relation to sporulating potencial of *Pseudoperonospora cubensis* in cucumber. *Phytopathology* 61: 265-268.
- COHEN Y ROTEM, J., 1971. Field and Growth Chamber Approach to Epidemiology of *Pseudoperonospora cubensis* on Cucumbers. *Phytopathology* 61: 736 - 737.
- COHEN Y RENVENI, M. and SAMOUCHA, Y. 1983. Competition between metalaxil-resistant and sensitive strains of *Pseudoperonospora cubensis* on cucumber plants. *Phytopathology* 73: 1.516 - 1.520.
- COHEN, Y.; and SAMOUCHA, Y. 1984. Cross-resistance to four systemic fungicides in metalaxil resistance strains of *Phytophthora infestans* and *Pseudoperonospora cubensis*. *Plant Disease* 68: 137-139.
- GARCÍA - JIMÉNEZ, J. ALBAU Y ALFARO A., 1977. Una enfermedad nueva en España: el mildiu de cucurbitáceas. *Jornadas Nacionales sobre Investigación Hortícola*, Murcia 1.977. Página: 241 - 245.
- GROVE, M.D., 1980. Downy mildew control on susceptible cantaloup. *Plant Disease* 64: 390 - 391.
- MESSIAEN, C., BLANCARD, D., ROUXEL, F., y LAFON, R.; 1991. *Les maladies des plantes maraichères*. INRA.
- MOSS, M.A., 1.987. Resistance to metalaxil in the *Pseudoperonospora cubensis* Population causing Downy Mildew of Cucumber in South Florida. *Plant Disease* 71: 1.045. 1.987.
- PALTÍ, J., 1.975. *Pseudoperonospora cubensis*. CMI Descriptors of Pathogenicity Fungi and Bacteria.
- PALTÍ, J., COHEN, Y. 1.980. Downy mildew of cucurbit. (*Pseudoperonospora cubensis*) the fungus and its host, distribution, epidemiology and control. *Phytoparasitica*, 8 (2), 109 - 147.
- PALTÍ, J. and ROTEM. 1.981. In: *The Downy Mildews* (D.M. Spencer, Ed.) 289 - 304. Academic Press, London and New York.
- PAPPAS, A.C. 1.982. Metalaxil Resistance and Control of Cucumber Downy Mildew with Oomycete Fungicides. *Ann. Inst. Phytopath.* Benaki, (N.S.) 13: 194 - 212.
- SAMOUCHA, Y. and COHEN, Y. 1984. Sinergy between metalaxil-sensitive and metalaxil-resistant strains of *Pseudoperonospora cubensis*. *Phytopathology* 74: 376-378.
- SCHWINN, F.J., 1.981. Chemical Control of Downy Mildews. In: *The Downy Mildews*. (D.M. Spencer, Ed.) 305 - 320. Academic Press, London and New York.
- THOMAS, C.E., 1.977. Influence of dew on downy mildew of Cantaloups in South Texas. *Phytopathology* 67: 1.368 - 1.369.
- THOMAS, C.E. INABA, T. and COHEN Y 1.987. Physiological specialization in *Pseudoperonospora cubensis*. *Phytopathology* 77: 1.621 - 1.624.
- THOMAS, C.E., 1.982. Resistance to downy mildew in *Cucumis melo* plant production and America cultivars. *Plant Disease* 66: 500 - 502.
- THOMAS, C.E., et al.- 1.988. Inheritance of resistance to downy mildew in *Cucumis melo*. *Plant Disease* 72: 33 - 35.

MILDIÚ DEL TOMATE

Phytophthora infestans (Mont.) de Bary.

DESCRIPCIÓN

El Mildiú del tomate está causado por *P. infestans*, hongo que también causa el Mildiú en la patata. *P. infestans* pertenece a la familia PYTHIACEAE, O. PERONOSPORALES, Cl. OOMYCETES.

Con humedad relativa elevada, el esporangio, de forma alimonada y semipapilado, al llegar a la superficie del tejido del huésped, si la temperatura es de 12 - 15°C, libera zoosporas biflageladas, que nadan en la película de agua y se enquistan emitiendo un tubo germinativo que penetra por los estomas. A temperaturas superiores (15 - 24°C) la germinación del esporangio se realiza directamente. Si las condiciones son favorables, a partir del tubo germinativo se desarrolla un micelio cenocítico, que prolifera muy rápidamente emitiendo haustorios.

Los esporangióforos, claramente diferenciados del micelio, salen al exterior por los estomas. Son ramificados, con crecimiento simpoidal, y con típicos hinchamientos en la base de las ramas. Sobre ellos se forman los esporangios que se desprenden y son transportados por lluvias, vientos, etc.

La reproducción sexual es heterotálica de forma que han de encontrarse aislamientos de compatibilidad opuesta A1 y A2, para formar anteridios (anfigonios) y oogonios, que tras la fecundación forman la oospora, con doble pared y gran capacidad de resistencia. A partir de la oospora, en condiciones favorables, se desarrollan esporangios o micelio.

La reproducción sexual en la Naturaleza se ha encontrado tan sólo en Méjico y recientemente en Holanda (Frinking, 1.987).

HUÉSPEDES VEGETALES

Las primeras referencias del mildiú de tomate son las realizadas por Tulase en 1854. Esta enfermedad originaria de Méjico ha sido gradualmente introducida en América Central, Europa y Estados Unidos.

Entre sus huéspedes figura una larga lista de solanáceas. Entre las especies afectadas destaca la patata. Es histórica la devastadora epidemia que produjo en los cultivos de Irlanda en 1840 y cuyas consecuencias fueron la muerte por hambre de un

millón de irlandeses y la emigración de 2 millones a Estados Unidos. En Israel produce, en la berenjena, daños en planta pequeña, ya que la planta adulta se hace inmune. (Messiaen, 1.991)

En el cultivo de patata se ha llegado a establecer la relación gen a gen, existiendo actualmente varios genes de resistencia, y varias razas fisiológicas del hongo.

En tomate, existen tres razas (T0.0, T.0, T.1) en las que la especificidad de la cepa sólo afecta a tallo y hojas, ya que los frutos verdes pueden ser invadidos por todas las cepas de *Phytophthora infestans*. Incluso las razas de patata pueden atacar las hojas de tomate, tras varias pasadas sobre ellas (Stemps, 1985). Todas las razas de tomate afectan a patata.

SÍNTOMAS

En tomate el cultivo puede verse afectado en cualquier etapa de su ciclo. En plántula causa Damping-off y muerte de la misma. En hojas de plantas adultas la enfermedad se manifiesta con manchas irregulares, de aspecto aceitoso, que se necrosan rápidamente. Alrededor de la mancha, apenas se observa un lívido margen, en el que se puede apreciar, en el envés un tímido fieltro blanco que corresponde a los esporangios del hongo. En el tallo se desarrolla un chancro pardo, que va agrandándose, y que con frecuencia lo circunda. Los frutos sólo son atacados cuando están verdes y los síntomas que manifiestan son grandes manchas pardas, vítreas, que se alargan lentamente, su superficie y contorno es irregular. Las infecciones suelen producirse a partir del cáliz, por lo que las manchas suelen cubrir la mitad superior del fruto.

EPIDEMIOLOGÍA

FUENTES DE INÓCULO

A pesar de ser una enfermedad conocida desde hace años no se sabe en muchos países cuáles son las fuentes primarias de inóculo. En especial, en aquellas zonas, donde hay varios meses secos y con temperaturas medias superiores a 30°C, es difícil imaginar de qué modo el hongo se perpetúa.

La reproducción sexual, presente en la Naturaleza tan sólo en Méjico, además de constituir una importante fuente de diversidad para el hongo, supo-



Foto 6 - Síntomas de mildiú en hoja de tomate.



Foto 7 - Síntomas de mildiú en fruto.

ne a través de la Oospora una forma de hibernación importante, ya que es capaz de resistir condiciones adversas durante largos períodos.

La patata es la principal fuente de inóculo en numerosas zonas, no hay que olvidar que las cepas tomate afectan también a este cultivo. En el tubérculo, puede permanecer en forma de micelio y posteriormente pasar a infectar la parte aérea de la planta. A partir de cultivos afectados puede pasar a plantas de tomate.

Existe una larga lista de plantas adventicias pertenecientes a las solanáceas que pueden actuar como reservorio de la enfermedad.

Las semillas de frutos enfermos no sólo pueden contener el hongo en el tegumento y endospermo, sino que además pueden transmitir la enfermedad. (Vartanian, 1985). Pero esta vía no tiene importancia si se utilizan semillas certificadas, ya que los tratamientos rutinarios que en ellas se realizan (Cl O Na, Cl H, Fermentación,...) elimina el inóculo.

Si los frutos enfermos no son destruidos, estas semillas contaminadas serían las responsables de las infecciones de los cultivos posteriores o de otras plantas huésped, perpetuando, así, el inóculo. Los restos de cultivos afectados, si las condiciones son adecuadas, actúan de igual forma (Vartanian, 1985). En algunas zonas, son los distintos ciclos de cultivo de tomate los que perpetúan el hongo durante todo el año.

INFECCIÓN

La humedad y la temperatura son sin duda los factores que gobiernan la germinación del esporangio.

Para que se produzca la germinación es imprescindible un período con agua libre sobre la hoja. Su duración dependerá de la temperatura, ya que ésta influye en que la germinación sea directa, o se produzca por emisión de zoosporas.

Cuando los esporangios de *P. infestans* son colocados en agua a 9-15 °C, el 40-50% germina indirectamente en 3 h, y el 20% a 3, 6 y 18 °C, mientras que tan sólo el 4% germina directamente después de 12 h a 24°C, temperatura que es la óptima para la germinación directa (Croiser, 1934; Erwin, 1983).

La germinación indirecta contribuye de una forma más eficaz a la infección por su rapidez y por su abundancia (cada esporangio es capaz de producir de 15-35 zoosporas), especialmente cuando es el rocío la principal fuente de humedad en la hoja (Duniway, 1983)

Todo esto coincide con los datos de campo en los que las temperaturas y períodos de humedad de mayor producción de enfermedad están correlacionados, de forma especial, con los correspondientes a la germinación indirecta (Deweille, 1964; Erwin, 1983).

Tras la germinación, se requiere un período de 2 a 2,5 horas a 15-25°C para la penetración y desarrollo del tubo germinativo en el interior del tejido del huésped.

Otro factor que influye en la infección es la cantidad de inóculo, que en mildiú de patata oscila entre 15 y 1.200 esporangios por centímetro de hoja.

La relatividad de los valores standard de temperatura, humedad y cantidad de inóculo fué puesta de manifiesto en Israel por Cohen (1970), en *P. infestans* en patata.

Los valores mínimos y óptimos no son absolutos sino que dependen de los otros factores, de forma que el rango del valor de uno de los factores es mayor o menor, según sean favorables o desfavorables los valores de los otros dos factores. Los tres factores influyen en el inicio y en la intensidad de la infección, por lo que un nivel favorable de los dos factores puede compensar cierta deficiencia del tercer factor. Esto tiene una especial importancia en condiciones semiáridas.

PRODUCCIÓN DE SÍNTOMAS

El desarrollo del micelio depende sobre todo de las temperaturas, siendo más rápido a 17-21°C. A 30°C se para el crecimiento del micelio en campo pero no muere pudiendo volver a empezar si las condiciones son adecuadas.

ESPORULACIÓN

Para la esporulación de *P. infestans* la condición óptima es atmósfera saturada durante 8 horas a 18-22°C.

Si las temperaturas se desvían del óptimo, el tiempo requerido de atmósfera saturada va aumentando. Los límites de temperatura se encuentran en 3°C y 26°C. *P. infestans* no forma esporangios por debajo del 91 % de H.R.

Varios trabajos demuestran que el exceso de agua en la hoja paraliza la esporulación (Rotem et al. 1978). Esto se debe a que las medidas de humedad relativa no coinciden exactamente con las condiciones de humedad en la hoja (Duneway, 1983).

DISPERSIÓN

Una vez formados los esporangios, éstos se desprenden y pueden ser dispersados por el viento, lluvias, nieblas, riegos, etc., pero siempre que exista humedad, ya que pierden su viabilidad en 3-6 horas con humedades relativas inferiores al 80%.

El componente U.V. de la luz solar influye en la germinación del esporangio. De forma que pequeñas dosis estimulan la germinación y grandes dosis afectan a la viabilidad del mismo. Si un esporangio está 2 horas de exposición a la luz solar reduce su germinabilidad en el 65-40% (De Weille, 1.964; Duneway, 1983).

Es por esta razón que en los días nublados la dosis de luz solar es estimuladora, siendo sus efectos negativos cuando la luz solar es evidente.

INFLUENCIA DE FACTORES CULTURALES

- Fenología

Las plantas jóvenes y plántulas son más sensibles a la infección en tomate.

En Inglaterra, realizar los cultivos de patata en épocas más tempranas ha supuesto una importante medida de control, ya que cuando se dan las condiciones adecuadas para el desarrollo de la planta, ésta es ya adulta y menos susceptible a la infección.

La fenología, según Hirst, tendría un efecto más bien indirecto ya que influiría sobre todo en el microclima del tallo y hojas, siendo más susceptibles las plantas adultas en patata.

Los frutos verdes de tomate son susceptibles a todas las razas de *P. infestans*.

- Abonado

Al aumentar la concentración de la solución de tomates en cultivos hidropónicos se desarrolla la enfermedad en variedades con resistencia poligénica (Wilson y Gallegly, 1960).

La explicación puede estar en el aumento de crecimiento de la hoja y su succulencia (Wilson y Gallegly, 1960). Pero Langbein y Pehl (1962) y Herlihy (1970) sugieren que se debe a que un aumento en el follaje implica un aumento en la humedad relativa y, por tanto, un mejora en las condiciones ambientales para la formación de esporangios y para la de su germinación.

Las hojas cloróticas de patata son más susceptibles que las verdes y esta susceptibilidad ha sido asociada con el aumento de degradación de proteínas en las hojas (Grumen, 1955).

- Riego

El riego actúa de forma indirecta ya que influye en la humedad relativa. Además actúa en la dispersión de la enfermedad, en especial, en el riego por aspersión.

La condensación de agua en el plástico del invernadero, así como el agua de gutación, juegan un

importante papel en la epidemiología, al aumentar el agua en la superficie foliar.

MODELOS PREDICTIVOS

Debido a los altos requerimientos de humedad del mildiu, ésta constituye el factor limitante en la mayoría de las zonas tomateras, lo que hace que la explosión de la enfermedad ocurra tras fuertes lluvias o rocíos intensos.

Así, se esperan fuertes ataques con temperaturas nocturnas de 13 °C y lluvias o fuertes rocíos, seguidos de temperaturas diurnas de 15-24 °C con alta humedad, niebla, rocío o riegos.

El desarrollo de las epidemias de mildiu dependen sobre todo de la climatología por lo que se han desarrollado distintos modelos predictivos, muchos de ellos computerizados, para poder realizar programas de tratamientos preventivos, que disminuyan el número de aplicaciones sin riesgo para el cultivo.

Incluso se utiliza la fotografía aérea para la detección del brote de la enfermedad tanto en tomate como patata (Blázquez, 1990).

El modelo aplicado en los cultivos de tomate al aire libre de Málaga y Almería, se basa en la comprobación diaria de las condiciones climáticas necesarias para la infección y el cálculo del tiempo de incubación a partir de ese momento. Concretamente:

* Momento sensible. Han de cumplirse las tres fases siguientes:

- **Esporulación:** el déficit de saturación (DS) a las 3 y 6 h solares ha de ser menor o igual a 0,4 mm de Hg.

Para establecer este déficit se utiliza un termohigrógrafo o termopluviohumectógrafo colocado a la altura de las plantas.

- **Maduración de esporas:** el número de horas de sol (medidas con heliógrafo) antes de las 12 horas solares ha de ser inferior a 2.

- **Germinación de esporas:** tiene que haber cualquier tipo de precipitación (incluyendo niebla y rocío) entre las 12 y 18 horas.

Si se cumplen estas tres condiciones puede existir infección, en cuyo caso se calcula el período de incubación para lo que se utilizan las temperaturas medias y se aplica la siguiente escala.

t °C media diaria(T)	Unidades
$T \leq 10 \text{ °C}$	0
$10.1 \text{ °C} < T \leq 12 \text{ °C}$	0,25
$12.1 \text{ °C} < T \leq 14 \text{ °C}$	0,50
$14.1 \text{ °C} < T \leq 17 \text{ °C}$	1
$17.1 \text{ °C} < T \leq 20 \text{ °C}$	2
$20.1 \text{ °C} < T \leq 25 \text{ °C}$	1
$T > 25 \text{ °C}$	0

La incubación finalizará cuando se alcance un total de 7 unidades, contabilizadas a partir del día siguiente al de la infección.

Los ciclos pueden superponerse y los tratamientos han de realizarse antes de que terminen los ciclos.

PÉRDIDAS OCASIONADAS

El rápido desarrollo de la enfermedad, debido a su elevado potencial infeccioso (en una mancha hay millares de esporangios) y a la brevedad de su ciclo de desarrollo, hace que sea una enfermedad muy grave, una vez establecida.

Sus efectos sobre la cosecha son directos pues daña los frutos y además produce la muerte de plantas, pudiendo provocar la destrucción total del cultivo. Si los ataques aparecen en plántulas su efecto es fulminante.

Sin embargo, debido a la sensibilidad del esporangio, en especial a la desecación, sus ataques son mas esporádicos que otras enfermedades similares.

Además, actualmente la incidencia del mildiu ha disminuido considerablemente a causa de los programas de certificaciones de tubérculos de patata, y a la eficacia de los sistemas de predicción de la enfermedad, establecidos en casi todo el mundo.

En Almería, el mildiu de tomate es una enfermedad que no aparece todos los años, tan sólo se puede presentar, de forma generalizada, en inviernos precedidos de otoños lluviosos. Las condiciones climáticas de nuestra provincia, en especial el microclima de los invernaderos, dificulta su desarrollo. De todas formas la gravedad de los ataques requiere mantener la alerta contra la enfermedad.

La aplicación de modelos predictivos a las condiciones de cultivos bajo plástico es muy difícil, ya que las condiciones climáticas de su interior dependen de numerosos factores como fenología, regímenes de riego, características del invernadero, ventilación, etc., de forma que en cada uno de ellos se crea un clima diferente.

De todas formas, deben de desarrollarse trabajos encaminados a establecer períodos de riesgo de tipo general, que ayuden a disminuir el número de aplicaciones de fungicidas contra el mildiú.

CONTROL

Una vez establecido el mildiú, su control es muy difícil a menos que el clima se vuelva cálido (35 °C o más) y seco. Además, debido al rápido desarrollo de la enfermedad y los graves daños que provoca, la actuación ha de ser eminentemente preventiva.

Debe de actuarse sobre las fuentes primarias de inóculo. Los programas de certificación de tubérculos de patata han contribuido de forma eficaz a disminuir, e incluso erradicar, el mildiú en muchas zonas del mundo. Las semillas deben estar siempre tratadas y certificadas. Las plántulas de semillero han de estar libres del patógeno. Se deben vigilar los cultivos de patata contiguos.

Los restos de cultivos enfermos han de eliminarse y destruirse, así como las malas hierbas que puedan ser hospedadoras.

Otras medidas para el control son todas aquellas encaminadas a evitar las condiciones ambientales favorables para su desarrollo, en especial se puede actuar sobre la humedad relativa con una ventilación adecuada de los invernaderos, evitar el exceso de follaje con una densidad de plantación adecuada, evitar riegos copiosos, y sobre todo, riegos por aspersión.

El control químico ha de ser eminentemente preventivo, realizando las aplicaciones en épocas de riesgo. Para ello es fundamental seguir las instrucciones de las Estaciones de Avisos en aquellas zonas donde se realicen programas de seguimiento de mildiú.

En patata y tomate se han encontrado cepas de *P. infestans* tolerantes a distintas materias activas, por lo que es aconsejable alternar los productos en aplicaciones sucesivas. Actualmente existen distintos formulados que combinan materias activas de distintos grupos y que son aconsejables para prevenir la selección de cepas tolerantes (Samoucha, 1987).

En caso de que aparezca la enfermedad deben utilizarse materias activas con acción sistémica o translaminar.

Materias activas de contacto:

- sulfato de cobre
- ditiocarbamatos: tiram, ziram, zineb, maneb.
- alquilderivados: captan, folpet, diclofuanida.
- ftalonitritos: clortalonil

Materias activas con acción sistémica o translaminar:

- acilamida: benalaxil, metalaxil, oxadixil, ofurace.
- derivados de etil-urea: cimoxanilo
- etil-fosfitos: fosetil-Al.

Dos tipos de genes de resistencia para mildiú han sido introducidos en tomate. Ph1 cuya protección y estabilidad es poca y Ph2, actualmente presente en diversas variedades comerciales, cuya estabilidad es aceptable y supone una buena protección siempre que las concentraciones de inóculo no sean demasiado elevadas.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

• COHEN, Y.; SAMOUCCHA, Y., 1984. Cross-resistance to four systemic fungicides in metalaxyl-resistant strain of *Phytophthora infestans* y *Pseudoperonospora cubensis*. Plant Disease 68: 137-139.

• ERWIN, D.C., BARTNICKI-GARCIA, S., TSAO P.H., 1983. *Phytophthora its Biology, Taxonomy,*

Ecology and Pathology. The American Phytopathological Society, 391 pp.

• FRINKING, H.D., DAVIDSE, L.C., LIMBURG, H., 1987. Oospore formation by *Phytophthora infestans* after inoculation with isolates of opposite mating type found in Netherlands. Neth. Journ. Plant Pathol. 93: 147-149.

• HIRST, J.M.; STEDMAN, O.J., 1960. The epidemiology of *Phytophthora infestans*. I Climate, Ecocli-

mate, and phenology of disease outbreak. *Ann. Appl. Biol.* 48(3): 471-488.

- KABLE, P.F.; MCKENZIE, D.R., 1980. Survival of *Phytophthora infestans* in potato stems lesions at high temperatures and implications for disease forecasting. *Plant Disease* 64: 165-167.

- MESSIAEN, C.; BLANCARD, D.; ROUXEL, F.; LAFON, R., 1991. *Les maladies des plantes maraicheres*. INRA. 552 pp.

- ROTEM, J.; COHEN, Y.; PUTTER, J., 1971. Relativity of limiting an optimum inoculum loads, wetting durations and temperatures for infection by *Phytophthora infestans*. *Phytopathology* 61: 275-278.

- ROTEM, J.; COHEN, Y., 1974. Epidemiological patterns of *Phytophthora infestans* under semiarid conditions. *Phytopathology* 64: 711-714.

- SAMOUCCHA, Y.; GISI, U., 1987. Use of two and three-way mixtures to prevent build-up of

resistance to phenylamide fungicide against *Phytophthora* and *Plasmopara*. *Phytopathology* 77: 1045-1049.

- SAMOUCCHA, Y.; LEVY, R.S.; COHEN, Y., 1988. Efficacy over time of cimoxanil mixtures in controlling late blight in potatoes incited by a phenylamide-resistant isolate of *Phytophthora infestans*. *Crop Protection* 7: 210-215.

- STAMP, J., 1985. *Phytophthora infestans*. Description of fungi. CMI n° 591.

- VARTANIAN, V.G.; ENDO, R.M., 1985. Overwintering host compatibility types, and races of *Phytophthora infestans* on tomato in southern California. *Plant Disease* 69: 516-519.

- VARTANIAN, V.G.; ENDO, R.M., 1985. Survival of *Phytophthora infestans* in seeds extracted from infected tomato fruits. *Phytopathology* 75: 375-378.

ALTERNARIOSIS DEL TOMATE

Alternaria solani (Ellis & Martin) Sorauer.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de tomate puede verse afectado por distintas especies del género *Alternaria*. La más frecuente en los cultivos almerienses es *Alternaria solani* que produce daños en plántulas y manchas en hojas, tallos y frutos de plantas adultas.

Los síntomas en fruto no deben confundirse con los daños debidos a otras especies de *Alternaria*, también observados en Almería, y que se caracterizan por causar manchas deprimidas de pequeño tamaño, al final presentan un moho negro en el centro de la misma. Estos síntomas son debidos a la invasión de especies, casi saprofitas, de *Alternaria* (*A. tenuis*, Auct., *A. tenuissima* (Fr) Wilt, y *A. chartarum*, Preuss) sobre heridas mecánicas o fuentes de crecimiento en frutos maduros de tomate (Blancard, D. y col., 1984).

En la bibliografía americana se describen como patógenos del tomate: *A. alternata* f.sp. *lycopersici*

(Grogan R.G y col, 1975) que produce en el Sur de California chancros negros en tallo y *A. tomato* (Cke) Brinkmann como causante de manchas negras en forma de "cabeza de clavo" en frutos. (Messiaen 1990).

DESCRIPCIÓN

El género *Alternaria* (Cl. HYPHOMYCETES, O. HYPHALES) presenta diversas especies patógenas en distintos cultivos, y corresponden a las formas imperfectas de PLEOSPORACEAE.

Alternaria solani (sinónimos *A. porri* f.sp. *solani* (E. et M.) Neerg) se caracteriza por formar un micelio oscuro marrón. más o menos pálido, con hifas de pared fina, que se desarrollan de forma intercelular en los tejidos del huésped. Los conidióforos son septados, de color marrón, y forman conidias en solitario de color marrón oliváceo que van oscureciendo con la edad. Las conidias presentan un cuerpo con tabiques transversales y longitudinales cuyas medidas son 50-10 micras x 15-25 micras y una prolongación filiforme hialina a veces bifurcada de 150 x 1-2 micras.

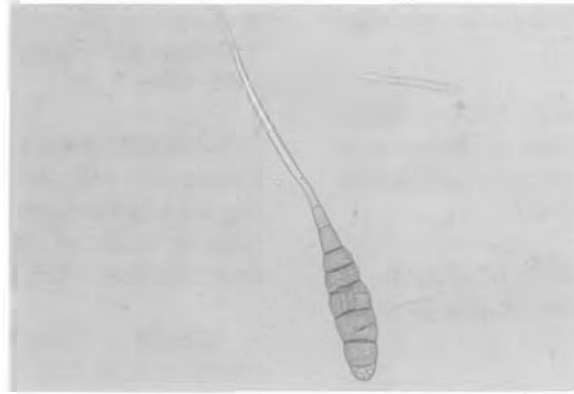


Foto 8 - Conidia de *A. solani*.

A partir del micelio se pueden producir hinchamientos de las células hifales que posteriormente se diferencian en clamidosporas, presentes tanto en tejidos del huésped (hojas) como en el suelo. Las clamidosporas son marrón oscuro, unicelulares y de gruesa pared con un diámetro de 8-15 micras, pudiendo aparecer en forma aislada y en cadenas (Patterson, 1991).

En las conidias en condiciones de desecación se producen también clamidosporas.

HUÉSPEDES VEGETALES

Enfermedad conocida desde hace muchos años, actualmente está extendida por todo el mundo.

Entre sus huéspedes figuran numerosas malas hierbas y plantas, silvestres y cultivadas.

Entre las cultivadas destaca la patata, en la que produce manchas circulares con sintomatología muy similar a la del tomate. También puede afectar a los tubérculos, provocando podredumbre de los mismos. En semilleros produce Damping-off y daños en cuello.

En berenjena, se producen, en hojas pequeñas, manchas necróticas de tamaño inferior a 3 mm, y si las manchas son muy numerosas la hoja puede morir. En fruto puede producir manchas deprimidas de 1 centímetro de diámetro, en las que suelen observarse las conidias del hongo.

En frutos de pimiento están descritos podredumbres, causadas al penetrar *A. solani* o *A. tenuis* por heridas.

SÍNTOMAS

En semillero puede producir Damping-off y chancros en cuello (Collar-rot), que también aparecen tras el trasplante, y se caracterizan por una mancha oscura, hundida, que rodea todo el tallo a nivel del suelo. A partir de él se secan las hojas inferiores, pudiendo morir la planta.

En plantas adultas, los síntomas en hoja (Early blight) se caracterizan por manchas bien delimitadas, circulares, pardas, en las que se observan anillos concéntricos. El tamaño de la mancha aumenta según sea el de la hoja, observándose un halo amarillo en su alrededor cuyo tamaño depende del de la lesión. Las manchas empiezan a partir de las hojas viejas, pudiendo llegar a producir defoliación de la planta en ataques fuertes.

En tallos y peciolo se producen unas lesiones ovales, negras, muy bien delimitadas, no muy grandes y que no aumentan de tamaño. Se observa en ellas anillos concéntricos.

Los sépalos son muy sensibles necrosándose por completo. Es a partir de ellos por donde comienzan los ataques al fruto, caracterizados por manchas negras hundidas de tamaño variable y bien delimitadas, con ennegrecimiento interno del fruto. La superficie de la lesión se recubre de un moho negro.

EPIDEMIOLOGÍA

FUENTES DE INÓCULO

Las diferentes plantas huéspedes, silvestres y cultivadas constituyen una importante fuente de inóculo

de *A. solani*. Entre ellas destacan los cultivos de papa que pueden verse afectados en su parte aérea, y además el hongo puede permanecer en los tubérculos como micelio durante bastante tiempo.

Las semillas de tomate pueden estar contaminadas, pudiendo permanecer el micelio de *A. solani* en el tegumento y transmitir la enfermedad al ser sembradas. Esta vía afecta especialmente a semilleros, provocando en ellos Damping-off y chancros en cuello.

Las plántulas de semillero contaminadas pueden ser una vía de entrada del inóculo en la parcela de cultivo.

Los restos de cultivos contaminados constituyen una importante fuente de inóculo, ya que las conidias de *Alternaria solani* tienen una gran capacidad de resistencia a las condiciones adversas, en especial a la desecación, pudiendo permanecer un año sobre los restos que quedan en estructuras, tutores y sobre el suelo, y provocar la enfermedad en los cultivos siguientes.

Recientemente, se le ha asignado a las clamidosporas, procedentes de los celulas hifales y de las conidias, un primordial papel como fuentes de inóculo primario, ya que son capaces de permanecer en el suelo durante 12 meses, e iniciar las infecciones en raíces, hipocotilos y tallos de plantas de tomate. Son capaces de sobrevivir en condiciones adversas de temperatura, desde -5 a 33°C (Patterson, 1991).

INFECCIÓN Y PRODUCCIÓN DE SÍNTOMAS

Las conidias de *Alternaria solani* al llegar al tejido susceptible emiten un tubo germinativo que penetra a través de los estomas o heridas, desarrollándose, de forma rápida y profusa, un micelio intercelular. Cada célula de la conidia tiene capacidad de germinar, de forma que una sola conidia es capaz de producir una mancha entera.

La penetración y la germinación se realiza por la noche, requiriéndose un período de humedad en la hoja y temperaturas entre 10-30°C.

12 horas _____ 10 °C
8 horas _____ 15 °C
3 horas _____ 20-30 °C

Normalmente, en campo, esta humedad proviene de las lluvias, rocíos y condensaciones en hojas.

Según sea la receptividad del huésped, manifestarán rápidamente los síntomas, o quedará una

infección latente, que puede manifestarse en épocas de mayor receptividad.

En tomate, la receptividad es mayor al trasplante y en el período de engorde de los frutos.

Otros factores como el estercolado, el nivel de Nitrógeno de la planta y la salinidad pueden variar ésta receptividad.

ESPORULACIÓN Y DISPERSIÓN

Para que se produzca la esporulación se requiere un lavado por lluvia y posterior iluminación solar.

La esporulación se ve favorecida por la franja del ultravioleta de la luz solar. Concretamente con valores inferiores a 331 nm., encontrándose tres picos a 230, 270 y 285 nm. (Vakalounakis, 1991).

La esporulación en hojas y tallos de tomate es poco abundante, pero bastante elevada en los frutos.

La liberación de las conidias de *Alternaria solani* se realiza durante período seco, mediante la torsión del conidióforo, siendo el viento y la lluvia los encargados de su dispersión.

A partir de suelo contaminado, y por riego o gotas de agua que saltan hasta las hojas, podría producirse la contaminación de las hojas inferiores. (Patterson, 1991).

Para una progresión importante de la alternariosis son necesarios repetidos períodos de humedad y sol (rocíos, condensaciones,...) y temperaturas elevadas (20-28 °C).

MODELOS PREDICTIVOS

Se han desarrollado distintos modelos predictivos para conocer el momento inicial de aplicación de fungicidas para el control de *Alternaria solani*. Por ejemplo, Harrison y col (1965) detectan el comienzo de la epidemia con trampas cazasporas.

El más utilizado es la metodología desarrollada para tomate por Madden, (1978), y cuyo programa recibe el nombre de FAST (Forecast system for *Alternaria solani* on tomato), y que está basado en la identificación de los períodos con condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad.

Para ello se utiliza, por un lado, las horas de humedad y temperatura media durante el período de humedad para calcular el valor de severidad diaria (S), según la matriz adjunta (Cuadro I).

Por otro lado, se calcula diariamente el grado de severidad (R), basada en la temperatura media diaria de los últimos 5 días, horas de humedad relativa superiores a 90% de los últimos 5 días y total de precipitaciones de los últimos 7 días. R se calcula según la matriz adjunta (Cuadro II).

El programa analiza los datos ambientales y acumula los valores S desde el principio de campaña (TS), los últimos 7 días de S (CS) y los 5 últimos días de R (CR).

Cuando el valor TS llega a 35 se recomienda la primera aplicación y las siguientes aplicaciones se realizan cuando CS o CR toman valores iguales o superiores al límite crítico.

t MEDIA (°C)	0	1	2	3	4
13-17	0-6	7-15	16-20	+21	
18-20	0-3	4-8	9-15	16-22	+23
21-25	0-2	3-5	6-12	13-20	+21
26-29	0-3	4-8	9-15	16-22	+23

(1) Promedio de temperaturas en °C de los últimos 5 días.

(2) Horas de HR > 90% durante los últimos 5 días.

(3) Total precipitaciones (cm) de los últimos 7 días.

(4) Valores de R: 0 indica condiciones desfavorables para la formación de esporas e infección de *Alternaria solani* en tomate y 3 indica altamente favorables.

Cuadro 1.- Horas de humedad en hojas requeridas para producir valores S. (Los valores S van del 0, condiciones desfavorables para la formación de esporas. a 4, condiciones altamente favorables).

TEMPERATURA (1)	HORAS HR > 90 (2)	TOTAL LLUVIA (3)	R (4)
< 22	< 60	< 2.5	0
> 22	< 60	< 2.5	0
< 22	> 60	< 2.5	1
> 22	< 60	> 2.5	1
< 22	> 60	> 2.5	1
> 22	> 60	< 2.5	2
< 22	< 60	> 2.5	2
> 22	> 60	> 2.5	3

Cuadro 2.- Cálculo del grado, R, de severidad

PÉRDIDAS OCASIONADAS

Los daños de alternariosis en semillero pueden llegar a ser bastante importantes, causando la muerte de las plántulas.

En plantas adultas puede provocar importantes pérdidas de producción, ya que los frutos son atacados directamente.

En Almería, en especial en las zonas tomateras del Levante donde se realizan monocultivos de tomate, es frecuente observar parcelas con daños de *Alternaria solani*, pero la importancia de la enfermedad varía según la climatología.

MEDIDAS DE CONTROL

Las medidas higiénicas tienen una gran importancia en el control de la enfermedad.

Las semillas deben ser sanas y estar tratadas con fungicidas. A la hora del trasplante hay que asegurarse de que la plántula esté libre del patógeno.

Es de gran importancia la eliminación de los restos de cultivo y frutos enfermos, que deben ser destruidos. Tras la recolección, los tallos y hojas enfermos deben retirarse de las parcelas. Los tutores han de renovarse para el siguiente cultivo y las estructuras del invernadero deben desinfectarse.

Para eliminar el inóculo del suelo han de realizarse desinfecciones de suelo para garantizar la sanidad de los cultivos siguientes.

El uso de plásticos o materiales que absorben la luz ultravioleta da excelentes resultados (Sasaki, 1985; Vakalounakis, 1991 y 1992).

El control químico debe realizarse en semillero, y al trasplante y engorde de frutos, que son los períodos de mayor receptividad de la planta, y además siempre que las condiciones ambientales sean favorables.

Dentro de las materias activas se recomiendan: clortalonil, diclofuanida, folpet, iprodiona, maneb, mancozeb y propineb.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

BLANCARD, D.; LA SAMME, M.; LEMAIRE, J.M. 1.984. L'alternariosis des fruits des cultures de tomate de conserve. PHM. Revue Horticole nº 252.

MADDEN, L.; PENNYPACKER, y MACNAB, A.A. 1.978. FAST, a forecast system for *Alternaria solani* on tomato. Phytopathology 68: 1.354-1.358.

MESSIAEN, C.M.; BLANCARD, D.; ROUXEL, F.; LAFON, R. 1.991. *Les maladies des plantes maraîchères*. INRA. 552 pp.

PATTERSON, C.L.; 1.991. Importance of chlamydospores as Primary Inoculum for *Alternaria solani*, Incitant of Collar Rot and Early Blight on tomato. Plant Disease 75: 274-278.

PENNYPACKER, S.P.; MADDEN, L.U. y MACNAB, A.A.; 1.983. Validation of an Early Blight System for tomatoes. Plant Disease 67: 287-289.

PSCHEIDT, J.W. y STEVENSON, W.R.; 1.986. Comparison of forecasting methods for control of potato Early Blight in Winconsin. 70: 915-920.

SASAKI, T.; HONDA, Y.; UMEKAWA, M y NEMOTO. 1.985. Control of certain diseases of greenhouse vegetables with ultraviolet absorbing vinyl film. Plant Disease 69: 530-533.

VAKALOUNAKIS, D.J.; 1.991. Control of Early Blight of greenhouse tomato, caused by *Alternaria solani* by inhibiting sporulation with ultraviolet-absorbing vinyl film. Plant Disease 75: 795-797.

VAKALOUNAKIS, D.J. 1.992. Control of fungal disease of greenhouse tomato under long-wave infrared-absorbing plastic film. Plant Disease 76: 43-46.

DIDYMELLA

Didymella bryoniae (Auersw) Rehm.

DESCRIPCIÓN

Este hongo puede infectar hojas, tallos y frutos de diversas cucurbitáceas provocando manchas en hoja, chancros y podredumbres en tallo, marchitez de las plantas y podredumbres en fruto.

La presencia en numerosas especies y partes de plantas es probablemente la razón por la que ha sido descrito con diferentes sinónimos. *Mycosphaerella melonis* (Pass) Chiu y Walker, nombre por el que se conoce la enfermedad en Almería, *Mycosphaerella citrullina* (C.O.Sm) Gross. Actualmente, se considera el nombre correcto *Didymella bryoniae* (Auersw) Rehm para la fase perfecta y para el estado conidial *Phoma cucurbitacearum* (Fr) Sacc.

La fase conidial presenta picnidios de diámetro 80 -170 μ . Las picnidiosporas de tamaño variable, las procedentes de ciertos picnidios son más pequeñas 5-11 x 3-6 μ , y las de otros de tamaño superior, bi o tricelulares 13-20 x 4-6 μ .

La fase sexual presenta peritecas de diámetro 80-170 μ , ascas de 44-56 x 7-11 μ , 44-56 x 7-11 μ , y ascosporas ovoides con 2 células desiguales de 9-13 x 4-5 μ .

Tanto los picnidios como las peritecas pueden encontrarse sobre el material vegetal. Los dos tipos de esporas son capaces de producir la infección, siendo las conidias las que se encuentran en mayor proporción, aunque las ascosporas juegan un importante papel epidemiológico en la conservación del hongo.

HUÉSPEDES VEGETALES

Esta enfermedad fue encontrada por primera vez en pepino en tres países: Francia (Roumeuguère, 1891), Italia (Saccardo, 1891), Estados Unidos (Chester, 1891). Ampliamente distribuida por todo el mundo es característica de climas tropicales y subtropicales húmedos. Afecta a numerosas cucurbitáceas provocando daños en hojas, tallos y frutos, en cualquier etapa de su ciclo, siendo de gran importancia los ataques a plántulas. Puede afectar a cultivos al aire libre y en invernadero.

Entre las cucurbitáceas afectadas figuran: Melón (*Cucumis melo* L.), Sandía (*Citrullus lanatus* L), Pepino (*Cucumis sativus* L), Calabacín (*Cucurbita pepo* L), e incluso *Cucurbita moschata* L.

En Almería se encuentra desde hace años provocando daños en melón, sandía, pepino y calabacín.

SÍNTOMAS

D. bryoniae puede infectar cotiledones, hojas, tallos y frutos de distintas cucurbitáceas.

En plántula puede producir damping-off y manchas pardas en los cotiledones, y, generalmente, la planta muere.

En tallo, los síntomas más frecuentes (en especial en melón y sandía) aparecen en la base del mismo, cerca de la cruz, aunque también, aparecen en nudos y peciolo. Al principio se desarrollan manchas alargadas de aspecto aceitoso, que evolucionan hacia un chancro de color pardo más bien seco. En él se observan pequeños puntos marrones o negros correspondientes a los cuerpos fructíferos del



Foto 9 - Tallo de melón con síntomas de *Didymella bryoniae*.

hongo. El chancro suele estar acompañado de exudaciones gomosas de color rojizo, de ahí el nombre de la enfermedad "Chancro gomoso del tallo" (gummy stem blight). La planta, al final, se colapsa y muere.

En hojas de pepino aparecen pequeñas manchas de aspecto aceitoso y color verde oscuro, con margen amarillo, que se van extendiendo, y secándose en el centro.

Los frutos de pepino pueden presentar podredumbres externas, con manchas circulares negras con una lesión parduzca en su interior, y con picnidios y peritecas. Además se producen podredumbres internas, de gran importancia económica, ya que pueden declararse en el transporte y es difícil de reconocer externamente si el fruto está infectado al comienzo de la enfermedad. Inicialmente en el tejido central del extremo del fruto aparece una zona parda de 1 a 2 cm de longitud y 2 mm de diámetro, que se va extendiendo por los carpelos. En un estado avanzado, la podredumbre se manifiesta también externamente. El fruto gradualmente se estrangula y se vuelve negruzco en su parte distal. En los tejidos enfermos pueden observarse los cuerpos fructíferos del hongo. Tan sólo pequeñas áreas hundidas, a pocos centímetros del extremo del fruto recolectable, pueden indicar que existe una infección interna.

En sandía, en fruto aparecen manchas pardas de contorno aceitoso que pueden dar lugar a resquebrajamientos con podredumbre interna.

En Almería, el síntoma más frecuente es el chancro gomoso en melón, sandía y pepino. Es frecuente, en las plántulas, la aparición de chancros en las zonas de injerto en sandía sobre pie de calabaza.

EPIDEMIOLOGÍA

FUENTES DE INÓCULO

Las primeras infecciones pueden producirse a través de semillas procedentes de frutos enfermos, en cuyo caso, suele producirse en plántulas la infección, causando graves daños en semilleros. A veces, la plántula con cotiledones dañados no muere, produciéndose, en la planta adulta, las lesiones en la base del tallo a partir de esos cotiledones afectados.

Los restos de cultivos enfermos del invernadero, y del exterior del mismo, pueden ser los responsables de las infecciones primarias. En cultivos de

pepinos holandeses, (Van Steekelenburg, 1983), las ascoporas procedentes de los restos de cultivo trasladadas por el viento son las responsables de las primeras infecciones.

El hongo es capaz de resistir condiciones adversas de temperaturas y humedad. Después de varios días a temperaturas inferiores a 0°C pueden seguir siendo infectivo (Chiu y Walker 1949), y también soporta temperaturas superiores a 35°C y condiciones de sequedad. Los restos de cultivo que quedan, ya sean enredados en las estructuras del invernadero o depositados en el suelo, son dos fuentes importantes de infección en el cultivo siguiente.

INFECCIÓN

Para que se produzca la infección en hojas jóvenes de pepino no se necesitan heridas, ya que el hongo penetra a través de los espacios intercelulares de las células basales de los tricomas. En hojas más viejas se crea un mecanismo de defensa contra el hongo (Van Steekelenburg, 1985). Las altas humedades relativas rompen este mecanismo de defensa, favoreciendo la infección de las hojas viejas (Van Steekelenburg, 1985).

En frutos, hojas y tallos de pepino, melón y sandía son necesarias heridas para la infección por *D. bryoniae*. La piel del fruto también ejerce un mecanismo de defensa.

Los ataques con insectos (*Diabrotica undecimpunctata howardii* Baber, *Acalymma vittatum* Fabricius, *Aphis gossypii* Glover) y oidios (*Sphaerotheca fuliginea* (Schlect) Poll, *Erysiphe cichoracearum* D.C.) en melón y pepino favorecen las infecciones en hojas, tallos y frutos, observándose las lesiones alrededor de los daños del insecto u hongo (Bergstrom, 1982).

Además, los daños mecánicos producen efectos similares. En los tejidos heridos se produce una liberación de nutrientes que estimula el crecimiento del hongo (Svedelins y Unestam, 1978). *D. bryoniae* es un parásito débil que requiere especiales condiciones para la infección, al igual que *Botrytis cinerea*, requiere para la invasión la presencia de tejidos senescentes (Van Steekelenburg, 1985).

La podredumbre interna del fruto de pepino, se inicia vía flor, no siendo necesarias las heridas para ello (Van Steekelenburg, 1986).

Didymella bryoniae actúa en un amplio rango de temperaturas, no siendo un factor limitante en la

enfermedad. La temperatura mínima de crecimiento del hongo es de 5 °C y puede crecer a temperaturas superiores a 35 °C. A 0 °C el hongo permanece en restos vegetales probablemente como micelio durmiente.

La podredumbre externa del fruto del pepino con frecuencia aparece en el almacén, siendo un factor fundamental la temperatura en este proceso. Si el

fruto permanece a 10-12°C no ocurre la podredumbre. Pero con un período de 8 horas a 20 °C seguido de otro a 11 °C la podredumbre puede desarrollarse (Van Steekelenburg, 1982).

En el Cuadro siguiente se ofrece una relación de las temperaturas más adecuadas en algunas de las fases epidémicas.

PROCESO	CULTIVO	TEMPERATURAS FAVORABLES (°C)	TEMPERATURA OPTIMA (°C)	AUTOR
Germinación esporas	Pepino	16-28	---	ARNY, 1991
Esporulación	Tallos Melón	22-28	25	ARNY, 1991
Crecimiento hongo	IN VITRO	12-32	20+24	Chiu y Walker, 1949 Wiant, 1945
Infección	Flores	24-25	24-25	Van Steekelenburg, 1983 ARNY, 1991
	Pepino Fruto	12-35	23	Van Steekelenburg, 1983
	Sandía Fruto	—	24	Luepschen, 1961
	Hoja Pepino	18-38	25	Svedelius, 1978

La humedad relativa constituye un factor fundamental en la infección de hojas de pepino. A humedades relativas del 60 % no se produce infección, y con el 95 % es favorable para su producción, y la infección es más severa cuando la superficie de la hoja permanece mojada (Van Steekelenburg, 1985).

La humedad relativa durante el almacenamiento de frutos no incide en la podredumbre del fruto (Van Steekelenburg, 1985) ni en la infección del fruto.

La humedad relativa influye aumentando la incidencia de la enfermedad en tallos y frutos de pepinos, en especial, la condensación sobre el tallo y fruto, debido a los regímenes de ventilación y calefacción (Van Steekelenburg, 1980).

Nosotros hemos observado mayor incidencia de *D. bryoniae* en cultivos con riego a manta que en los que utilizan riego por goteo.

Los altos niveles de Nitrógeno favorecen la podredumbre del fruto y los daños en tallo. Quizás se pueda deber a que las plantas con alto nivel de Nitrógeno tienen mayor follaje, por lo que se crea un

microclima distinto que favorece la infección en tallo.

En el fruto de pepino los altos niveles de Nitrógeno suponen un incremento de nutrientes, que favorecen el desarrollo del hongo (Van Steekelenburg).

Los cultivares resistentes a oidio son resistentes a la podredumbre interna del fruto. Esto se debe a una mayor longitud del estilo de la flor y a un período de floración más corto. Las variedades con frutos de piel más gruesa son más resistentes a la podredumbre interna (Van Steekelenburg).

No existen modelos predictivos para el control de *D. bryoniae*. El uso de trampas cazaesporas no tiene sentido pues se detectan las ascosporas a la vez que aparecen los primeros síntomas (Van Steekelenburg, 1985).

Los efectos de luz y oscuridad han sido ensayados en distintos trabajos no teniendo influencia en el desarrollo de la enfermedad.

La cantidad de inóculo aumenta la incidencia de la enfermedad.

PÉRDIDAS OCASIONADAS

La incidencia de *D. bryoniae* en los cultivos almerienses es variable, y afecta sobre todo a melón, provocando chancro gomoso en el tallo. También la sandía se ve afectada por esta enfermedad, observándose en los últimos años daños en plántulas injertadas en la zona de la herida, que puede tener gran importancia epidemiológica.

En pepino, su incidencia es mucho menor y tan sólo se observan daños en tallo. Las podredumbres de frutos son mucho más esporádicas.

Esta enfermedad causa graves pérdidas en los cultivos de invernadero holandeses, en cultivos de melón y pepino en Italia, y en melón, pepino y sandía en el Sur de Estados Unidos.

Son de gran importancia los daños en fruto tras la recolección, pues se producen en transporte o en el mercado, provocando importantes pérdidas económicas.

MEDIDAS DE CONTROL

Las semillas y plántulas han de ser sanas y libres del patógeno.

Los restos de cultivos, del interior y del exterior del invernadero, han de eliminarse.

Las estructuras deben de ser desinfectadas después de un cultivo afectado. En caso de fuerte ataque se deben de realizar desinfecciones de suelo. Bromuro de metilo y vapor de agua dan buenos resultados.

Como medidas culturales deben de realizarse todas las encaminadas a disminuir la humedad relativa elevada y la condensación de agua en frutos y tallos: ventilación, evitar encharcamientos, etc.

Para evitar las pudriciones de fruto en pepino, en el transporte y almacén, ha de realizarse todo el proceso de la forma más rápida posible y con temperaturas que no sobrepasen los 12°C.

El control químico durante el cultivo debe hacerse con aplicaciones a la aparición de los primeros síntomas. En caso de ataque al tallo puede aplicarse directamente sobre la lesión una papilla con fungicidas adecuados.

Las materias activas que se recomiendan son para ataques foliares: imazalil, iprodiona, triforina, clortalonil y vinclozolina. Para ataques a tallos se recomiendan benomilo y metiltiofanato.

Norton (1985) descubrió, en melón, un gen de resistencia que está incluido actualmente en variedades comerciales.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

• ARNY, C.J. and ROWE, R.C., 1991. Effects of temperature and duration of surface wetness on spore production and infection of cucumbers by *Didymella bryoniae*. *Phytopathology* 81: 206-209.

• BERGSTROM, G.C., KNAVEL D.E., and KUC, J. 1982. Role of insect injury and powdery mildew in the epidemiology of the gummy stem blight disease of cucurbits. *Plant Disease* 66: 683-686.

• COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE. *Pathogenic Fungi and Bacteria*. N. 332. *Didymella bryoniae* (Auersw) Rehm.

• DAVI, R., PONTI, I and ROVESTI L. 1988. *Didymella bryoniae* (Auersw). Rehm in coltivazioni di melone e cetriolo in Calabria. *Informatore Fitopatologico* 7-8 pag. 31-33.

• MESSIAEN C.M., BLANCARD D., ROUXEL F., LAFON R., 1991. *Les Maladies des plantes maraichères*. 552 p. INRA

• NORTON, J.D. and R.D. COSPER, 1985. A gummy stem blight Resistant Muskmelon Breeding Line With Desirable Horticultural Characteristic. *C.G.C.* 8: 46.

• STEEKELENBURG, N.A.M. VAN, 1978. Chemical Control of *Didymella bryoniae* in cucumbers. *Neth. J. Pl. Path.* 84: 27-34.

- STEEKELENBURG, N.A.M. VAN, 1980. Influence of the greenhouse climate on development of diseases in a cucumber crop with special reference to stem and fruit rot caused by *Didymella bryoniae*. ACTA Horticultural 118.
- STEEKELENBURG, N.A.M. VAN, 1982. Factors influencing external fruit rot of cucumber caused by *Didymella bryoniae*. Neth J. Pl. Path, 88 (1983) 47-56.
- STEEKELENBURG, N.A.M. VAN, 1983. Epidemiological aspects of *Didymella bryoniae* the cause of stem fruit rot of cucumber. Neth. J. Pl. Path, 89 (1983) 75-86.
- STEEKELENBURG, N.A.M. VAN, 1985. Influence of humidity on incidence of *Didymella bryoniae* on cucumber leaves and growing tips under controlled environmental conditions. Neth J. Pl. Path. 91 (1985) 277-283.
- STEEKELENBURG, N.A.M. VAN, 1986. Factors influencing internal fruit rot of cucumber caused by *Didymella bryoniae*. Neth J. Pl. Path, 92 (1986) 81-91.
- SVEDELIUS, G and UNESTAM, T., 1978. Experimental factors favoring infection of attached cucumber leaves by *Didymella bryoniae*. Trans Br. Mycol. Soc. 71: 89-97.

VIROSIS

M. ISABEL CUADRADO GÓMEZ

C.I.D.H. (Almería)

VIRUS IDENTIFICADOS EN ALMERÍA

Clasificados de acuerdo con su principal forma de transmisión

SOLANÁCEAS

1.- POR CONTACTO

- Mosaico del tomate. Tomato Mosaic Virus (ToMV)
- Mosaico Suave del Pimiento. Pepper Mild Mottle Virus (PMM)

2.- POR AFIDOS

- Y de la patata. Potato Virus Y (PVY)
- Mosaico del pepino. Cucumber Mosaic Virus (CMV)

3.- POR ALEURODIDOS

- Rizado amarillo del Tomate. Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV)

4.- POR THRIPS

- Bronceado del tomate. Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)

CUCURBITÁCEAS

1.- POR AFIDOS

- Mosaico amarillo del calabacín. Zucchini Yellow Mosaic Virus (ZYMV)
- Mosaico de la Sandía 2. Watermelon Mosaic Virus-2 (WMV-2)
- Mosaico del pepino. Cucumber Mosaic Virus (SqMV)

2.- POR SEMILLAS

- Mosaico de la calabaza. Squash Mosaic Virus (SqMV)

3.- POR HONGOS

- Cribado del melón. Melon Necrotic Spot Virus (MNSV)

4.- POR ALEURODIDOS

- Amarilleamientos del melón y del pepino.

TOBAMOVIRUS

MOSAICO DEL TOMATE (TOMATO MOSAIC VIRUS: ToMV)

MOTEADO SUAVE DEL PIMIENTO (PEPPER MILD MOTTLE VIRUS: PMMV)

La enfermedad fue descrita por Mayer (1986), Iwanoski (1892), Beijerinck (1898) y Allard (1914), sobre plantas de tabaco. Durante muchos años se atribuyeron al TMV algunas enfermedades que posteriormente se ha comprobado que eran producidas por otros tobamovirus. Actualmente se conoce el Tobacco mosaic virus (TMV) y Tomato mosaic virus (ToMV) afectando a cultivos de tomate y pimiento, y al Pepper mild mottle virus (PMMV), Bell pepper mottle virus (BePMV), Tobacco mild green mosaic virus (TMGMV) y Dulcamara Yellow fleck virus (DyFV) afectando a cultivos de pimiento. En Almería, producen pérdidas económicas el ToMV en cultivos de tomate y pimiento, y el PMMV en cultivo de pimientos.

DESCRIPCIÓN

Las partículas tienen la forma de bastones rígidos y contienen ARN.

HUÉSPEDES VEGETALES

Numerosas especies cultivadas y malas hierbas.

SÍNTOMAS DE LA ENFERMEDAD

En tomate, la sintomatología producida por el ToMV está muy influenciada por la temperatura, la longitud del día, la intensidad luminosa, la edad de la planta, la cepa del virus y el cultivar. Los síntomas han sido ampliamente agrupados en :

1 - Hojas mostrando mosaico verde claro-oscuro, a veces con distorsión de las hojas jóvenes. Esta es la reacción más común en verano en los cultivos de invernadero. En invierno, con intensidad de luz baja, días cortos y temperaturas no superiores a 20 °C, las plantas frecuentemente se marchitan y las hojas se distorsionan tomando forma de hojas de helecho o de zarcillo, pudiendo manifestar el moteado suave. En general, las plantas son menos vigorosas.

2 - Síntomas necróticos consistentes en estrías necróticas longitudinales en tallo o peciolo, que a veces producen la muerte de la planta, necrosis en

las hojas y en los frutos donde se desarrollan grandes lesiones necróticas deprimidas. A 26 °C, o con temperaturas inferiores, puede aparecer la estría en tallo con ciertas cepas del virus. Los frutos pueden manifestar necrosis interna, como resultado de la infección por ciertas cepas cuando se están desarrollando. Otros aislados del virus producen en los frutos necrosis, tanto en invierno como en verano.

3 - Mosaico visible amarillo en las hojas, que puede también afectar a los frutos.



Foto 1 - ToMV en frutos de tomate.



Foto 2 - PMMV en frutos de pimiento.

TRANSMISIÓN

Los tobamovirus se transmiten por contacto y por semilla. Los restos de plantas infectadas, que se mantienen en el suelo, y las semillas son la mayor fuente de inóculo primario. Un suelo puede permanecer infectivo durante 2 años si permanece seco y 6 meses si está húmedo. El virus queda especialmente protegido en el interior de las raíces gruesas de la planta que estuvieron infectadas durante el cultivo.

En la semilla, el virus se encuentra principalmente en la cubierta, raramente en el endospermo y nunca en el embrión. El porcentaje de semillas contaminadas es variable. En tomate la contaminación por ToMV varía en los diferentes frutos, estando descrito que hasta un 94 % de semillas contienen el

virus, y en pimiento hasta un 29 % de las semillas pueden estar infectadas por PMMV. La transmisión del virus por las semillas disminuye con el tiempo, si bien las muestras de semillas con endospermo infectado por ToMV permanecen infectadas al menos durante 9 años. Tanto para el ToMV como para el PMMV las plántulas se infectan gravemente durante el transplante, llegando hasta un 41 % en el caso del PMMV.

Con respecto a la transmisión por contacto, el virus se transmite realmente por el roce entre las hojas de las plantas y durante las operaciones culturales tales como poda, entutorado o recogida de frutos. Varios autores señalan que la incidencia de tobamovirus en invernaderos es muy elevada, no siendo tan importante en los cultivos al aire libre.

RAZAS Y RESISTENCIAS

Han sido aislados un gran número de razas de TMV, a partir de diferentes familias de plantas, en todo el mundo.

Las razas de tomate se han clasificado por su capacidad de inducir síntomas en plantas de ciertas líneas isogénicas de tomate que poseen genes de resistencia (Cuadro 1).

GENES DE RESISTENCIA	PATOTIPOS				
	0	0(N2)	1	2	1-2
Vard sensibles	S	s	S	S	S
Vard Tolerantes alelo Tm1 (=Tm)	T	T	S	T	S
Vard hipersensibles alelo Tm2	H	n	H	S	S
Vard hipersensibles alelo Tm22	H	N	H	H	H

S = sensibilidad, mosaico
s = sensibilidad reducida, mosaico suave
T = tolerancia
H = hipersensibilidad
N = necrosis sistémica
n = necrosis menos intensa

Cuadro 1.- Relación entre alelos de resistencia y patotipos del virus. (Laterrot 1973, Clerjeau 1981)

HUÉSPED	GENOTIPO PROPUESTO	TMV ToMV	CEPAS PIMIENTO DE TMV PATOTIPOS			
			P0	P1	P1-2	P1-2-3
L. esculentum Bonnie Best	+/+	M	-	-	-	-
C. annum Westlandia	L+ / L+	SN	M	M	M	M
C. annum Early Calwonder	L+ / L+	M o SN	M	M	M	M
C. annum Tisana	L1 / L1	LL	LL	M	M	M
C. frutescens Tabasco	L2 / L2	LL	LL	LL	M	M
C. baccatum PI 260549	L2 / L2	LL	LL	LL	M	M
C. chinense PI 159236	L3 / L3	LL	LL	LL	LL	M
C. Chacoense PI 260429	L4 / L4	LL	LL	LL	LL	LL

M = mosaico
LL = lesiones locales
SN = necrosis sistémica
- = no síntomas, no infección

Cuadro 2.- Diferenciación de patotipos de cepas pimiento de TMV (Boukema 1980, 1984; Rast 1988)

El gen Tm 1, procedente de *Lycopersicon hirsutum*, otorga una resistencia por tolerancia. Las plantas tolerantes no se afectan cuando son contaminadas por las cepas del virus, que se multiplica menos rápidamente que en las plantas sensibles; mientras que el Tm 2 y el Tm 2, procedentes de *Lycopersicon peruvianum*, otorgan una resistencia por hipersensibilidad. Las plantas hipersensibles permanecen sin virus después de ser inoculadas, no mostrando síntomas, o a veces pequeñas lesiones necróticas en los puntos de inoculación.

Las razas, que afectan a pimiento, se han agrupado en patotipos, según la respuesta de una gama de especies y variedades de pimiento portadoras de distintos alelos de resistencia L1, L2, L3, L4 (Cuadro 2). La resistencia gobernada por L2 parece dominante, mientras que la gobernada por L1 es similar a la de L3, no heredable de forma completamente dominante. En híbridos heteroci-

góticos para el gen L3, principalmente en ciertas combinaciones parentales con plantas muy pequeñas, con temperatura alta (30 °C) o cuando las condiciones de cultivo (por ejemplo, baja iluminación) provocan una reacción lenta de la respuesta de hipersensibilidad, las pequeñas lesiones necróticas pueden terminar produciendo necrosis de venas, de limbos y de peciolo, estrías necróticas en el tallo, necrosis apical, e incluso la muerte de la planta.

Debido a que son varios los tobamovirus que pueden producir enfermedad en el pimiento y a la existencia de diversas cepas de cada uno de ellos, en la bibliografía se han utilizado numerosas denominaciones, cuya interpretación respecto al virus implicado presenta dificultad. Rast (1988) hizo una relación de los diferentes tobamovirus descritos en pimiento, las cepas que engloba cada uno de ellos y el patotipo al que corresponden (Cuadro 3).

TOBAMOVIRUS	CEPA / AISLADO	PATOTIPO PMMV
Tobacco mosaic virus, TMV	Cepa común o tipo, Cepa vulgar, U1	P0
Tomato mosaic virus, ToMV	Cepa dahlemense, Y-TAMV	P0
Bell pepper mottle virus, BePMV	Cepa pimiento inusual FO, cepa berengena A1	P0
Tobacco mild green mosaic virus, MGMV	Para -tobacco mosaic virus, T2MV, UZ. Cepas mild mottling south Carolina, G-TAMV	P0 o P1
Sin nombre	P11	P1
Tomato mosaic virus, ToMV	Cepa pimiento Ob	P1 o P1-2
Pepper mild mottle virus, PMMV	Cepa Samsun latente, SL-TMV, P8, P14, Capsicum mosaic virus	P1-2 o P1-2-3

En Almería, se ha detectado ToMV (P0) sobre cultivos de pimientos y tomate y PMMV sobre pimiento, siendo mucho más abundante el P1-2 que el P1-2-3

Cuadro 3.- Lista de tobamovirus y su correspondencia con los patotipos definidos en pimiento. (Rast. 1988)

PÉRDIDAS OCASIONADAS

La incidencia de TMV en cultivos de solanáceas puede variar de estación en estación, pero las epidemias graves causan grandes pérdidas que pueden llegar hasta el 100 % de la producción, siendo las más altas en los cultivos que se infectan a partir de semillas y en los transplantes.

Como se ha comentado en el apartado de "Transmisión", tiene mayor incidencia en los cultivos de invernadero que en los de aire libre, ya que las plantas están más cerca entre sí y se realiza un mayor número de prácticas culturales.

En Almería, en la actualidad, en el tomate cultivado en invernadero no hay importantes pérdidas causadas por el ToMV, principalmente debido a la utilización de variedades resistentes. En el pimiento, en las campañas en las que las pérdidas son importantes, éstas son debidas al P 1-2 del PMMV, pues aunque se comercializan en la zona variedades portadoras de alelo L3, éstas no son ampliamente cultivadas. Las variedades que más se cultivan en el poniente almeriense son las L1. También afecta al cultivo del pimiento el ToMV y el P1-2-3 del PMMV.

MEDIDAS DE CONTROL

Con respecto a suelos infectados, no se ha encontrado información explícita sobre la eficiencia de la desinfección o de otras medidas, recomendándose no cultivar en suelos que anteriormente hayan tenido tomate, pimiento, berenjena o tabaco infectado por TMV. En caso de semilleros se recomienda utilizar suelos que previamente no hayan tenido pimiento o tomate, o que se hayan desinfectado por vapor.

Para el control en las semillas, el ToMV es realmente eliminado del exterior de las semillas de tomate, sumergiéndolas en una solución de fosfato trisódico al 10 % durante 20 min; y para la eliminación tanto externa como interna es eficaz el tratamiento de calor sobre las semillas secas, consistente en tenerlos a 70 °C durante 2-4 días, lo que no perjudica a su poder germinativo.

Con respecto al PMMV, el virus puede ser eliminado de la cubierta de la semilla, mojándola en hipoclorito cálcico al 4,2 % durante 15 minutos, o en fosfato trisódico al 10 % durante 30 minutos.

En relación a la transmisión por contacto, el empleo de leche desnatada para lavar los utensilios y las manos, se ha mostrado eficaz para inhibir la infección por TMV durante las podas y recolecciones. Otro método de control ha sido la utilización en cultivos de tomate en invernadero de un mutante de TMV producido con ácido nítrico (M 11-16) de baja patogeneidad, para protección cruzada de plántulas. La utilización de este último método ha disminuido considerablemente debido al desarrollo y expansión de cultivares resistentes de tomate.

Actualmente, existen gran cantidad de variedades resistentes de tomate y pimiento.

En el tomate, los mejores resultados se obtienen con las que poseen la combinación Tm2 -Tm1/++ , ya que llevan dos alelos controlando dos tipos de resistencia muy diferente. De pimiento se comercializan variedades L1, L2 y L3, pero no L4 por lo que son sensibles al P1-2-3.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

• BOUKEMA, I.W.; JANSE, K.; HOFMAN, K; 1980. Strain of TMV and genes for resistance in *Capsicum*. Eucarpia Capsicum Working Group. Synpres of the IV th Meeting. Wageningen (Países Bajos): 44-48

• BOUKEMA, I.W. 1983. Research on the location of the gene for resistance to TMV in *Capsicum chacoense* Hunz and male sterility in progenies from the cross *C. chacoense* x *C. annuum*. I. Vth Eucarpia Capsicum meeting Plovdiv (Bulgaria): 84-87

• CLERJEAU, M.; LATERROT, H.; LECOQ, H.; PITRAT, M. 1981. Orientations actuelles de la sélection de variétés résistantes aux maladies chez les plantes maraichères. Agronomie 1: 41-48.

• CUADRADO, I.M.; GÓMEZ, J. 1983. Observaciones sobre el estado sanitario de los cultivos hortícolas en Almería. Boletín Informativo de la Estación de Investigación sobre Cultivos Hortícolas Intensivos, 5: 53-88

• CUADRADO, I.M.; SÁEZ, E.; JUAN, E. 1990. Identificación de las razas de TMV que están afectando los cultivos de pimiento en Almería. Cuadernos de F.I.A.P.A. 8 pp

• GIL ORTEGA, R.; LUIS ARTEAGA, M. 1992. Resistencia al virus del moteado suave del pimiento (PMMV) en pimiento. Phytoma España, 37: 15-19

• HOLLINGS, M.; HUTTINGA, H. 1976. Tomato Mosaic Virus. CMI/ABB Descriptions of Plant Viruses. N° 156, 6 pp

• LUIS ARTEAGA, M. 1989. Virosis y micoplasmosis de pimiento cultivado al aire libre en España. Identificación de virus y caracterización de cepas. Tesis doctoral. E.T.S.I. Agrónomos de Madrid. 215 pp

• MCKINNEY. 1988. Pepper mild mottle virus. CMI/ABB. Description of Plant Viruses N°330, 4 pp

• RAST, A.TH.B. 1988. Pepper tobamoviruses and pathotypes used in resistance breeding. Capsicum Newsletter. 7: 20-30

- VAN REGENMORTEL, M.H.V. 1981. Tobamovirus. En: *Handbook of plant virus infections and comparative diagnosis*. Ed. Kurstax. Elsevier/North. Holland Biomedical Press: 541-564
- WETTER, C. 1984. Serological Identification of four Tobamovirus infecting Pepper. *Plant Disease*. 68: 597-599
- WETTWE, C.; CONTI, M.; ALTSCHUH, D.; TABILLION, R.; REGENMORTEL, M.; M.H.V.VAN. 1984. Pepper mild mottle virus, a tobamovirus infections pepper cultivars in Sicily. *Phytopathology* 74: 405-410
- WETTER, C. 1986. Tobacco mild green mosaic virus. En: *The Plant Viruses, Vol 2*. Ed. Van Regenmortel M.H.W. y Fraenkel-Conrat H. Plenum Publishing Corporation: 205-219
- WETTER, C.; DORE, I.; BERNARD, M. 1987. Bell pepper mottle virus a distinct tobamovirus infecting pepper. *J. Phytopathology* 119: 33-334
- ZAITLIN, M.; ISRAEL, H. 1975. Tobacco mosaic virus (Type strain). CMI/MBB. Descriptions of Plant Viruses nº 151, 5 pp

Y DE LA PATATA (POTATO VIRUS Y: PVY)

DESCRIPCIÓN

Las partículas son filamentos que contienen ARN.

HUÉSPEDES VEGETALES

Causan enfermedades de importancia económica en cultivos de solanáceas: pimiento, tomate, patata y tabaco.

Han sido descritas 115 especies huéspedes, confirmadas en condiciones naturales o experimentales.

SÍNTOMAS DE LA ENFERMEDAD

En pimiento y tomate la sintomatología es variable, dependiendo de la cepa de virus y de la variedad.

Sobre ciertas variedades de pimiento se observa un mosaico con zonas más oscuras "vein banding", acompañado de una reducción en el tamaño de las plantas, y del número y tamaño de los frutos, los cuales pueden presentar alteraciones cromáticas. En otras variedades, los daños son más graves, apareciendo en primer lugar necrosamiento de los nervios de las hojas, que alcanza rápidamente los extremos de los tallos, pedúnculos y carne del fruto. Finalmente hay defoliación, desecamiento de los extremos de las ramas y caída de frutos inmaduros.

En tomate, los síntomas más generales consisten en un mosaico inapreciable y una ligera distorsión de las hojas. A veces los síntomas son más severos, observándose necrosis internerviales en las hojas medias, mientras las más jóvenes manifiestan síntomas ligeros de mosaico, rugosidad y distorsión.

Posteriormente las hojas se enrollan hacia abajo. Los frutos no manifiestan síntomas.



Foto 3 - PVY en fruto y tallo de pimiento.

TRANSMISIÓN

Al menos 25 especies de áfidos han sido descritas como transmisoras de este virus, siendo la más eficiente *Myzus persicae*. La forma de transmisión es no-persistente, con un tiempo óptimo de adquisición por alimentación de 15-60 segundos (un período de 2 minutos de alimentación continua es menos favorable).

El período de transmisión dura una hora, a partir del momento en que termina el período de adquisición, pero si los áfidos no se alimentan pueden retener las partículas virales hasta 24 horas.

Los virus no pasan a través de las sucesivas mudas.

El mínimo en el período de inoculación es de 30 a 60 segundos .

La eficacia de los pulgones en la transmisión del PVY está correlacionada con la concentración de virus en la planta.

RAZAS

Se han establecido tres grupos de PVY jerarquizados PVY-0, PVY-1 PVY-1-2 (Marchoux y Col 1989), utilizando diferentes variedades de pimiento con niveles de resistencia conocida.

VARIETADES DE PIMIENTOS	GENES DE RESIST.	PATOTIPO CEPA				
		PVY	0	PVY-1		PVY-1-2
		PVY-N	TO-72	SON-41	PI-72	VR-2
Bastión	VY+	R	SN	SN	SM	SN
Yolo Wonder	VY+	R	SM	SM	SM	SM
Yolo Y	VY1	R	R	SM	SM	SM
Florida VR-2	VY2	R	R	R	R	SM
Serrano VC	VY2S	R	R	R	R	R

R = resistencia; S = sensible; N = necrosis; M = mosaico

Procedencia de los aislados utilizados: PVY-N de patata, To-72 de tomate, SON-41 de *Solanum nigrum* L., Pi-72 de pimiento y VR-2, obtenidos por repicajes sucesivos de la cepa SON-41 sobre pimiento Florida VR-2.

PÉRDIDAS OCASIONADAS

Según algunos autores las pérdidas pueden llegar a ser tan importantes como para hacer que el cultivo no sea rentable.

En los cultivos de invernadero en Almería el PVY, junto con el CMV, son las dos virosis que menos pérdidas económicas producen. Varios elementos han hecho disminuir la incidencia, como son la utilización de variedades resistentes y colocación de mallas mosquiteras perimetrales en los invernaderos.

MEDIDAS DE CONTROL

Actualmente, se comercializan variedades de pimiento y tomate resistentes al PVY que hasta la fecha han tenido un buen comportamiento.

Con respecto al control de pulgones, se ha mostrado como una necesidad la utilización de mallas mosquiteras perimetrales en los invernaderos.

Los tratamientos insecticidas han sido efectivos para reducir la difusión del virus a través de los vectores. Otras medidas, como la aplicación de aceites minerales reducen la frecuencia de transmisión, así como el uso de superficies reflectivas y de láminas amarillas engomadas o que pueden reducir la difusión del virus.

Otra medida a tomar es el control de malas hierbas ya que en la epidemiología de esta enfermedad tienen un importante papel tanto como reservorio del virus como de los áfidos .

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- BOKX, J.A. 1981. Potato virus Y. CMI/ABB. Descriptions of Plant Viruses. Nº 242, 6pp.
- GELMEN SELASSIE, K.; MARCHOUR, G.; DELECOLLE, B.; POCHARD, E. 1985. Variabilité naturelle des souches du virus Y de la pomme de terre dans les cultures de piment du sud-est de la France. Caractérisation et classification en pathotypes. Agronomie 5: 621-630.
- JONES, J.B.; STALL, R.E.; ZITTER, T.A. 1991. *Compendium of tomato diseases*. Eds. The American Phytopathological Society. Minnesota, USA: 36-37
- LOCKHART, B.E.L.; FISCHER, H.U. 1974. Serious losses caused by potato virus Y infection in peppers in Morocco. Plant Disease Reporter. 58 (2): 141-143

• MARCHOUR, G.; GELORE SELASSIE, K.; QUIOT, J.B. 1976. Observations préliminaires concernant les souches et les plantes réservoirs du virus Y de la Pomme de Terre dans le Sud-Est de la France. Agric. Conspect. Scientif. 39: 541-552

• MARCHOUR, G.; GELORE SELASSIE, K.; POCHARD, E. 1986. Les maladies à virus des piments et poivrons. Phytoma Défense des Cultures 6: 33-36

• MARCHOUR, G.; GELORE SELASSIE, K. 1989. Variabilité des virus chez les solanées maraîchères: conséquences pour la recherche de méthodes de lutte. Phytome 404: 49-52

• RAGOZZINO, A.; NICOTINA, M.; CAIA, R. 1972. Il virus potogeni del peperone in Campania. Nota I. Virus del mosaico del tabacco e virus Y della patata. Riv. Ortoflorofruitt. Ital. 56(2): 134-149

MOSAICO DEL PEPINO (CUCUMBER MOSAIC VIRUS: CMV)

DESCRIPCIÓN

Está formado por tres clases de partículas isométricas con idéntica envuelta proteica, conteniendo diferentes ARN. Dos de las partículas contienen los ARN genómicos 1 y 2 y la tercera el ARN genómico 3, junto al ARN subgenómico 4. En ocasiones pueden llevar un ARN satélite 5 denominado CARNA 5.

HUÉSPEDES VEGETALES

El CMV es uno de los virus de distribución más amplio en el mundo, teniendo una gama de especies sensibles, cultivadas y silvestres, extremadamente amplia que ascienden a 1.093 especies pertenecientes a un centenar de familias. Entre las más representativas en orden decreciente de importancia están: Crucíferas, Solanáceas, Compuestas, Papilionáceas y Cucurbitáceas.

SÍNTOMAS DE LA ENFERMEDAD

En pepino, melón y calabacín, causa mosaico amarillo verdoso, deformación de hojas y enanismo

de la planta. En general el virus causa una disminución importante de la producción, debido fundamentalmente a un menor cuajado de los frutos y a que éstos, además, muestran síntomas de mosaico y deformaciones sobre todo en calabacín, menos en pepino y raramente en melón.

En tomate, se observa mosaico y reducción del limbo foliar que puede ser moderado (hojas de helecho), o extremo (filiformismo). También pueden aparecer áreas necróticas en hojas, peciolo y tallos, pudiendo causar la muerte de la planta; aunque este síndrome suele estar asociado a la presencia de ARN satélite (CARNA 5) específico.

Sobre pimiento, aparecen, en las hojas inoculadas, manchas necróticas en anillo, seguidas de un mosaico verde amarillento en las hojas apicales que evoluciona hacia una clorosis, y se produce una detención del crecimiento y de la fructificación. Los frutos manifiestan manchas amarillas, deformaciones y caída prematura.

TRANSMISIÓN

Unas 60 especies de pulgones lo transmiten de forma no persistente. Entre ellos, los más eficaces



Foto 4 - CMV en frutos y tallos de tomate (cedida E. Saez).

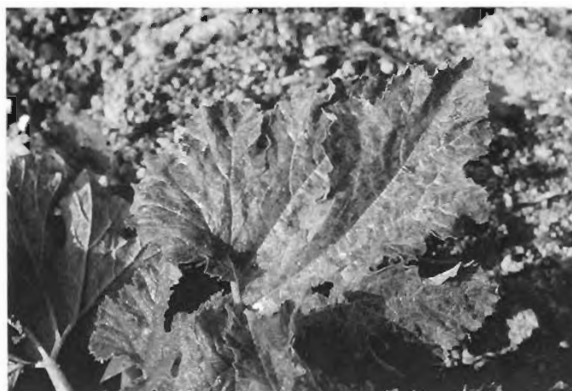


Foto 5 - CMV en planta de calabacín.

son *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *Aphis craccivora* y *Aphis fabae*. Pueden adquirir el virus en 5 a 10 segundos; su capacidad de transmisión decae después de 2 minutos y normalmente se pierde a las 2 horas.

En unas 19 especies, algunas de ellas malas hierbas, la transmisión tiene lugar, con distinta intensidad, por semillas. La diseminación y persistencia en semillas de malas hierbas puede ser importante en la epidemiología de este virus.

No está descrita la transmisión de CMV en semilla de tomate, pimiento, calabacín, pepino o melón.

RAZAS

Se han señalado como cepas alrededor de 70 aislados de CMV. Los aislados procedentes de distintos lugares son diferentes en cuanto a gama de huéspedes y síntomas.

Las cepas se han clasificado en dos grupos, ToRS y DTL, según su sintomatología, termosensibilidad in vivo y propiedades, serológicas y electroforéticas. En paralelo con estas divisiones iniciales se han encontrado dos grupos principales de cepas de CMV en cuanto a la homología de ácidos nucleicos.

PÉRDIDAS OCASIONADAS

Las enfermedades causadas por CMV son más importantes en cultivos al aire libre, especialmente durante los meses de verano, que en cultivos protegidos.

Según la bibliografía, las pérdidas debidas a CMV pueden llegar a ser considerables. En pimiento, alcanzan cifras del 40-70 %, y hasta del 100 % cuando se presenta en infección mixta con otros virus.

En Almería, en los cultivos en invernadero tanto de solanáceas como de cucurbitáceas no se han observado pérdidas importantes ocasionadas por el CMV; sin embargo en los cultivos de tomate al aire libre, principalmente en el levante de la provincia, el CMV junto con el TSWV causa graves pérdidas, llegando en algunas campañas a ser el factor limitante de este cultivo.

RESISTENCIAS

Se han encontrado y utilizado fuentes de resistencia o tolerancia en la mayor parte de las especies cultivadas, como en melón, pepino, calabaza, o en especies relacionadas, *Cucurbita sp.*, *Solanum peruvianum*. En la mayor parte de los casos se encuentran cepas capaces de infectar las líneas tolerantes.

MEDIDAS DE CONTROL

En invernadero se ha demostrado como una eficaz medida de control la utilización de mallas mosquiteras perimetrales. Sobre la eficacia de la utilización de acolchado plástico reflectante, o la pulverización con aceites minerales, en la bibliografía se encuentran resultados contradictorios.

La protección de semilleros y eliminación de malas hierbas son prácticas adecuadas para disminuir las infecciones precoces y la difusión del virus.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- DEVERGNE, J.C.; CARDIN, L. 1975. Relations sérologiques entre cucumovirus (CMV, TAV, PSV). *Ann. Phytopathol.* 7(4): 255-276
- EDWARDSON, J.R.; CHRISTRE, R.G. 1986. Viruses infecting forage Legumes. Volume I. Monograph. *Ser.Fla.Agric.Exp.Sta.* 14: 95-108
- FRANCKI, R.I.B.; MOSSOP, D.W.; HATTA, T. 1979. Cucumber mosaic virus. CMI/ABB. Descriptions of Plant Viruses N° 213, 6pp
- FRANCKI, R.I.B. 1985. The viruses and their taxonomy. En: *Plant Viruses. Polyhedral virions with tripartite genomes*. Ed. R.I.B. Francki. Plenum Press. New York and London: 1-18.
- KAPER, J.M.; WATWEWORTH, H.E. 1977. Cucumber mosaic virus associated RNA 5 causal agent for tomato necrosis. *Science* 196: 429-431.
- KAPER, J.M. 1983. Plant disease regulation by virus dependent satellite like replicating RNAs. En: *Control of virus diseases*. Ed: Kurstak E. Marcel Dekker inc. New York: 317-343
- MARROU, J.; QUIOT, J.B.; MARCHOUX, G.; DUTEIL, M. 1975. Caracterisation par la symptomatologie de quatorze souches du virus de la mosaïque de concombre et de deux autres cucumovirus: tentative de classification. *Medec. Fac: landbonnwet. Rijksuniv. Gent*, 40: 107-121.
- PIAZZOLLA, P.; DIAZ-RUIZ, J.R.; KAPER, J.M. 1979. Nucleic acid homologies of eighteen cucumber mosaic virus isolates determined by competition hybridization. *J. Gen. Virol.* 45: 361-369.
- SING, J.; THAKUR, M.R. 1979. Genetics of resistance to tobacco mosaic virus, cucumber mosaic virus and leaf curl virus in hot pepper (*Capsicum annuum L.*). Proceedings Third Capsicum Eucarpia Meeting, Avignon-Montfavet, July 1977: 119-126.
- TOBIAS, I.; MAAT, D.Z.; HUTTINGA, H. 1982. Two hungarian isolates of cucumber mosaic virus from sweet pepper (*Capsicum annuum*) and melon (*Cucumis melon*): identification and antiserum preparation. *Neth.I.Pl. Path.* 88: 171-183.
- TOMLINSON, J.A.; CARTER, A.L. 1970. Studies on seed transmission of cucumber mosaic virus in chickweed (*Stellaria media*) in relation to the ecology of the virus. *Ann. appl. Biol.* 66: 381-886.

RIZADO AMARILLO DEL TOMATE (TOMATO YELLOW LEAF CURL VIRUS: TYLCV)

DESCRIPCIÓN

Las partículas son isométricas, geminadas y su ácido nucleico es ADN.

HUÉSPEDES VEGETALES

Causa enfermedad en cultivos de tomate, si bien infecta a otras especies que manifiestan síntomas, tales como *Datura stramonium* y *Lycopersicon hirsutum* y otras de forma asintomática como *L.peruvianum*, *L.pimpinellifolium*, *Malva nicaensis*, *Nicotiana glutinosa*, *N.tablacum* y *Phaseolus vulgaris*.

SÍNTOMAS DE LA ENFERMEDAD

En las plantas de tomate afectadas, se observa un amarilleamiento de las hojas apicales, que además son más filiformes y curvan sus bordes hacia arriba, necrosándose sus bordes en ocasiones.

Los brotes apicales se arpeollan, es decir, se acortan los entrenudos por lo que se produce un enanizamiento a partir de la posición donde se observan las primeras hojas con síntomas.

No se observan manchas cambios de color, ni abultamientos o depresiones en tallo o fruto, si bien las flores son más pequeñas.

En una plantación se pueden ver plantas totalmente amarillas, con hojas acucharadas y de porte

pequeño, junto con plantas en las que se observan estos síntomas en los brotes apicales, pudiendo tener distintos portes. En las plantas con porte pequeño la fructificación es escasa y los frutos no alcanzan el calibre normal, mientras que en las plantas con mayor porte se observa que el número y calibre de los frutos en la parte de la planta que no manifiesta síntomas es ligeramente inferior al de la planta sana y los de la parte afectada son escasos y pequeños.



Foto 6 - TYLCV en planta de tomate.

TRANSMISIÓN

El virus se transmite por la mosca blanca, *Bemisia tabaci*, de forma persistente circulativa. Los síntomas en las plantas aparecen a los 15 - 20 días después de ser inoculado el virus por el vector.

Las relaciones virus-vector han sido estudiadas:

Eficiencia del vector: Tras un período de adquisición de 48 h y un período de inoculación de 48 h, un solo adulto por planta es capaz de infectar a más del 50 % de las plantas, mientras que para asegurar el 100 % de transmisión se requiere 10 ó más insectos por planta.

Período de adquisición: Es suficiente que los insectos (en grupos de 20 a 25) se alimenten durante 30 minutos en una planta infectada para adquirir el

virus e infectar a un 27 % de plantas, y 4 horas para llegar al 93 %.

Período de latencia: Es de 21 a 25 horas, durante las cuales los insectos no son capaces de transmitir el virus. La tasa de transmisión aumenta al alargar el período de incubación hasta un máximo de 48 horas.

Período de inoculación: Los insectos (en grupos de 20 a 25) necesitan estar alimentándose un mínimo de 30 minutos en plantas sanas para que el 6% de éstas se infecten, llegando a la hora para que lo sea el 47 % de ellas.

Persistencia del virus en el vector: El virus persiste de 10 a 15 días en los insectos, tras un período de adquisición de 18 horas. El virus persiste en el vector pero no durante toda la vida de éste.

Transmisión a la progenie: Las larvas y adultos, procedentes de las puestas de insectos transmisores, no transmiten la enfermedad.

Adquisición del virus por insectos inmaduros: El 28 % de los adultos procedentes de larvas que se han alimentado en plantas infectadas son transmisores del virus.

Eficiencia de machos y hembras: Las hembras son seis veces más eficaces en la transmisión del TYLCV que los machos.

El virus no se trasmite en la naturaleza por el contacto de plantas enfermas con sanas. Tampoco ha sido demostrada la transmisión por semilla, ni por áfidos, ni por coleópteros.

El virus se transmite por injerto en plantas de tomate.

PÉRDIDAS OCASIONADAS

En la bibliografía consultada se cita que las pérdidas ocasionadas por el TYLCV son muy importantes e incluso que es el factor limitante en la producción de tomate en algunos países, como, por ejemplo, en Sudán con pérdidas de producción del 75 %.

En Almería, esta enfermedad ha aparecido recientemente, observándose en algunos invernaderos hasta un 50 % de las plantas de tomate manifestando síntomas.

MEDIDAS DE CONTROL

Deben de ir encaminadas al control del insecto vector, *B.tabaci*, así como a la eliminación de malas hierbas que actúen de reservorio del virus y de refugio de la mosca blanca.

Otra medida es intercalar cultivos no sensibles como el de cucurbitáceas.

RESISTENCIAS

Algunas líneas de distintas especies de *Lycopersicon*, tales como *L. pimpinellifolium*, *L. cheesmanii*, *L. hirsutum* y *L. chilense*, son resistentes o tolerantes al TYLCV.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

AL-MUSA, A. 1982. Incidence, economic importance, and control of tomato yellow leaf curl in Jordan. *Plant Disease* 66: 561-563.

COHEN, S.; NITZANY. 1966. Transmission and host range of the tomato yellow leaf curl virus. *Phytopathology* 56: 1127-1131.

HASSAN, A.A.; WAFI, M.S.; QURONFILAH, N.E.; OBAJI, U.A.; AL-RAYIS M.A.; AL-IZABI, F. 1991. Screening for tomato yellow leaf curl virus resistance in wild and domestic *Lycopersicon* accessions. *Tomato Genetic Coop. Report* 41: 19-21.

IOANNOU, N. 1985. Yellow leaf curl and other virus diseases of tomato in Cyprus. *Plant Pathology* 34: 428-434.

PILOWSKY, M.; COHEN, S. 1990. Tolerance to tomato yellow leaf curl virus derived from *Lycopersicon peruvianum*. *Plant Disease* 74: 248-250.

YASSIN, A.M. 1983. A review of factors influencing control strategies against tomato leaf curl virus in the Sudan. *Tropical Pest Management* 3: 253-256.

ZAKAY, Y.; NAVOT, N.; ZEIDAN, M.; KEDAR, N.; RABINOWITCH, H.; CZOSNEK, H.; ZAMIR, D. 1991. Screening *Lycopersicon* accessions for resistance to tomato yellow leaf curl virus: Presence of viral DNA and symptom development. *Plant Disease* 75: 279-281.

BRONCEADO DEL TOMATE (TOMATO SPOTED WILT VIRUS: TSWV)

DESCRIPCIÓN

Las partículas son isométricas y contienen ARN. Tienen la característica de que la nucleocápsida está envuelta por una membrana.

HUÉSPEDES VEGETALES

Hortalizas como pimiento, tomate, lechuga, berenjena, judía, guisante, pepino, sandía y alcachofa. Ornamentales como gladiolos, crisantemo, gera-

nio, impatiens, estatices, etc. Frutales como vid, papaya, piña. Malas hierbas con más de 200 especies descritas. En Almería principalmente afecta a pimiento y tomate.

SÍNTOMAS DE LA ENFERMEDAD

El síntoma más general suele ser la aparición de manchas necróticas o cloróticas en las hojas de la planta afectada, sin embargo cada especie en particular manifiesta una sintomatología propia.

En pimiento se observa inicialmente un marchitamiento apical con aborto floral, seguido a veces de una fase de parcial regresión de síntomas, las hojas

jóvenes presentan mosaicos de dibujos geométricos y deformación, y las hojas viejas unos anillos concéntricos primeramente cloróticos y que posteriormente se necrosan. Los tallos manifiestan manchas y estrias necróticas y los frutos grandes manchas, en ocasiones con halos concéntricos.

Sobre tomate se aprecia una clorosis de las hojas con zonas oscuras marrón doradas características, estas manchas aparecen a veces aisladamente o

pueden ser difusas. En los tallos pueden aparecer manchas y estrias necróticas. Los frutos manifiestan con frecuencia un color bronceado, siendo el síntoma más importante las decoloraciones en forma de manchas circulares.

La lechuga manifiesta clorosis con grandes manchas necróticas que se concentran en los bordes de las hojas.



Foto 7 - TSMV en planta de pimiento.

TRANSMISIÓN

La más importante, es mediante varias especies de trips. En las condiciones de Almería, el principal es *Frankliniella occidentalis*, si bien las especies *F. fusca*, *F. schultzei* y *T. tabaci*, según bibliografía, son igualmente transmisoras en campo. Otras especies como *Thrips setosus* y *Scirtothrips dorsalis* transmiten el virus en experimentos de transmisión controlada. El virus es adquirido durante los estados larvales, pudiendo las larvas transmitir el virus aunque son los adultos los que comúnmente lo hacen, pudiendo permanecer estos últimos infectivos toda su vida, pero, con la particularidad de que no lo transmiten a su progenie.

Esta descrita la transmisión por semillas en tomate, aparentemente las partículas van en las cubiertas y no en el embrión. En el caso del pimiento no hay información al respecto.

RAZAS

Han sido descritas muchas variantes del virus en relación a la severidad de los síntomas y a la detección serológica.

PÉRDIDAS OCASIONADAS

En las condiciones del poniente almeriense, el pimiento se muestra más sensible que el tomate a esta enfermedad, ocasionándole mayores pérdidas. Las mermas producidas han ido variando, así en 1.989 y en 1.990 el TSWV fué la principal causa de mermas productivas en ambos cultivos, mientras que 1.991 y 1.992 no revistieron excesiva importancia. Esta variación parece estar ligada a la disminución en las poblaciones de *F.occidentalis*.

MEDIDAS DE CONTROL

Deben ir encaminadas en dos sentidos, en uno, al control de los insectos vectores desde el inicio en los semilleros y a lo largo de todo el cultivo y, en otro sentido, al control de las fuentes de inóculo, destruyendo los restos de cosechas contaminadas y de malas hierbas en los cultivos y sus alrededores.

En las zonas donde no está declarada la enfermedad, tiene principal importancia el control sobre la introducción de plantas de multiplicación vegetativa y de semillas.

Hay descritas resistencias en *Capsicum chinense* pero no existen variedades de pimiento comerciales resistentes. Con respecto al tomate, hay resistencias

en *Lycopersicon peruvianum*, *L. hirsutum* y *L. pimpinellifolium* existiendo variedades resistentes de tomate tipo americano.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- AMIN, P.W.; REDDY, D.V.R.; GHANEKAR, A.M. 1981. Transmission of tomato spotted wilt virus, the causal agent of bud necrosis of peanut, by *Scirtothrips dorsalis* and *Frankliniella schultzei*. *Plant Disease* 65: 663-665
- BEST, R.J. 1968. Tomatospotted wilt virus. Pages 65-145 In: *Advances in Virus Research. Vol 13*. K.M.Smith and M.A.Lauffer, eds Academic Press. New York
- BLACK, L.L.; HOBBS, N.A.; GATTI, J.M. 1991. Tomato Spotted Wilt Virus Resistance in *Capsicum chinense*. PI 152225 and 154236. *Plant Disease* 75: 863
- CUADRADO, I.M.; JUAN, E.; SÁEZ, E.; MORENO, P. 1989. Detección del tomate spotted wilt virus (TSWV) en cultivos de pimiento y tomate en el poniente almeriense. *Estudios Fitopatológicos*. Ed. Dirección General de Investigación, Extensión y Capacitación Agrarias. Consejería de Agricultura, Industria y Comercio. Badajoz: 216-221
- CHO, J.J.; MAU, R.F.L.; GONSÁLVES, D.; MITCHELL, W.C. 1986. Reservoir weed hosts of tomato spotted wilt virus. *Plant Disease* 70: 1014-1017
- CHO, J.J.; MAU, R.F.L.; GERMÁN, T.L.; HARTMAN, R.W.; YUDIN, L.S. 1989. A multidisciplinary approach to management of tomato spotted wilt virus in Hawaii. *Plant Disease* 73: 375-383
- CHO, J.J.; MAU, R.F.L.; MITCHELL, W.C.; GONSALVES, D.; YUDIN, L.S. 1987. Host list of tomato spotted wilt virus (TSWV) susceptible plants. *Univ. Hawaii. Coll. Trop. Agric. Hum. Resour. Res. Ext. Ser.* 078. 12pp.
- GÉBRÉ-SELASSIE, K.; CHABRIÈRE, C.; MARCHOUX, G. 1989. El despertar de un virus. Tomato Spotted Will sobre cultivos hortícolas y florales. *Phytoma España*. Nº 14: 25-31.
- GONSALVES, D.; TRUJILLO, E.E. 1986. Tomato spotted wilt virus in papaya and detection of the virus by Elisa. *Plant Disease* Nº 70: 501-506.
- I, E. 1970. Tomato spotted wilt virus. CMI/ABB. *Descriptions of Plant Viruses*. Nº39, 4pp.
- IWAKI, M.; HONDA, Y.; HANADA, K.; TOCHIHIRA, H.; YONAHARA, T.; HOKAMA, K.; YOKOMA, T. 1984. Silver mottle disease of watermelon caused by tomato spotted wilt virus. *Plant Disease*, Nº 86: 1006-1008.
- KOBATAKE, H. 1984. Ecology and control of spotted wilt disease of tomato in Nara Prefecture. *Proc. Kansai Plant Prot. Soc.* Nº26: 23-28.
- MARCHOUX, G.; GÉBRÉ-SELASSIE, K. 1991. Detection of tomato spotted wilt virus and transmission by *Frankliniella occidentalis* in France. *Plant Pathology*. Nº 40: 347-351
- MOUND, L.A. 1927. Thrips. Pages 230-237, In: *Viruses and invertebrates*. A.J.Gibbs, ed. Elsevier, New York.
- PITTMAN, H.A. 1927. Spotted wilt of tomatoes. *J.Aust. Counc. Sci. Ind. Res.* Nº 1: 74-76
- SAKIMURA, K. 1962. The present status of thrips-borne viruses. Pages 33-34, In: *Biological Transmission of Disease Agents*. K. Maramorosch ed. Academic Press, New York.
- SAMUEL, G.; BALD, J.G.; PITTMAN, H.A. 1930. Investigations on "spotted wilt" of tomatoes. *Aust. Counc. Sci. Ind. Res. Bull.* Nº44, 64pp
- SMITH, P.G. 1944. Reaction of *Lycopersicon spp.* to spotted wilt. *Phytopathology* Nº34: 504-505.
- WANG, M.; GONSALVES, D. 1990. Elisa Detection of virus tomato spotted wilt isolates using specific antisera to structural proteins of the virus. *Plant Disease* Nº 74: 154-158.

MOSAICO AMARILLO DEL CALABACÍN (ZUCCHINI YELLOW MOSAIC VIRUS: ZYMV)

DESCRIPCIÓN

Constituido por partículas filamentosas flexuosas que contienen ARN.

HUÉSPEDES VEGETALES

Las especies cultivadas, infectadas naturalmente, pertenecen a las cucurbitáceas. Infectan también a especies espontáneas de otras familias.

SÍNTOMAS

En calabacín, melón y pepino los síntomas son en general muy graves, pero pueden variar según el aislado del virus o el cultivar del huésped.

Los síntomas típicos son, en las hojas: clareamiento de venas, amarillez, mosaico, excrecencias y filiformismo. En frutos: deformación, bullonaduras, alteración de la pulpa y deformación de las semillas. Normalmente la planta se enaniza. En sandía los síntomas son de mosaico suave.



Foto 8 - ZYMV en planta de melón.

TRANSMISIÓN

Varias especies de áfidos transmiten de forma no-persistente el ZYMV, entre las que cabe resaltar *Aphis gossypii* y *Myzus persicae*.

Recientemente ha sido descrita la transmisión por semilla de calabacín. Las partículas se encuentran en la piel que rodea al endospermo pero no en el embrión. La tasa de transmisión por este medio es del 0.047 %. También se transmite por las semillas de algunas malas hierbas, como *Ranunculus sardous*.

RAZAS

El virus es muy variable y se han descrito varias razas que difieren en la sintomatología. Sobre melón, cv. Doublon, se han distinguido dos patotipos, uno denominado F que causa un rápido marchitamiento

y necrosis general; y otro denominado FN que causa clareamientos de venas, amarillamiento, mosaico y deformación de hojas.

La reacción de necrosis general ha sido atribuida a la acción de un gen semidominante F_n en "Doublon".

La línea de melón PI-414723 es parcialmente resistente al ZYMV, ya que algunos aislados del virus no infectan a esta línea. Esta resistencia está controlada por un gen dominante Zym; sin embargo otros aislados producen síntomas sistémicos (Cuadro 1).

PÉRDIDAS ECONÓMICAS

Las enfermedades inducidas por este virus en calabacín y en melón son particularmente graves, pudiendo llegar a ocasionar la pérdida del 80% de la producción. En Almería, ha tenido una gran inciden-

cia sobre el calabacín, hasta el punto de haber desaparecido este cultivo al aire libre; en el resto de las cucurbitáceas no suele haber pérdidas importantes, si bien en algunas campañas han alcanzado mayor importancia.

RESISTENCIAS

Se han encontrado resistencias en varias cucurbitáceas, sin embargo el ZYMV parece ser altamente variable, como se puede observar en el apartado de razas; esto puede llevar rápidamente al desarrollo de variantes que rompan la resistencia.

MEDIDAS DE CONTROL

La utilización de una raza denominada ZYMV-WK que no produce síntomas en melón, sandía y pepino

y que produce mosaico suave en calabacín, está siendo estudiada para su utilización en protección cruzada contra razas severas de este virus.

Algunas prácticas culturales, tendentes a retrasar la dispersión de virus transmitidos por pulgones, tales como la utilización de acolchados de plástico y pulverización de aceites pueden dar una protección temporal; si bien, en las condiciones de cultivo de Almería, no afecta a la producción.

En los cultivos en invernadero ha mostrado su eficacia la utilización de mallas mosquiteras perimetrales.

La eliminación de lotes de semillas infectadas es de gran importancia, sobre todo en las zonas donde no está la enfermedad, o no se encuentran presentes los vectores.

DOUBLON

PI 414723	CLAREAMIENTO DE VENAS AMARILLEAMIENTO (PATOTIPO NF)	MARCHITAMIENTO NECRÓTICO (PATOTIPO F)
Asintomático (PATOTIPO 0)	E 15	1318
Sistémico, lesiones cloronecroticas (PATOTIPO 1)	ZYMV tipo Italia	E 9
Clareamiento de venas amarilleamiento (PATOTIPO 2)	D 41	Bo 21

Cuadro 1.- Clasificación de 6 razas de ZYMV de acuerdo a la reacción en líneas de melón 414723 y "Doublon". (Lecoq, Pitrat. 1984)

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

• ADLERS, W.C.; PURCIFULL; D.E.; SIMONE, G.W.; HIEHNT, E. 1983. Zucchini yellow mosaic virus: a pathogen of squash and cucurbits in Florida. Proc. Fla. State Hort. Soc. 96: 72-74.

• LISA, V.; BOCCARDO, G.; D'AGOSTINO, G.; DELLAVALLE, G.; D'AQUILIO, M. 1981. Characterization of a potyvirus that causes zucchini yellow mosaic. Phytopathology 71: 667-672.

• LISA, V.; LECOQ, H. 1984. Zucchini yellow mosaic virus. CMI/ABB. Descriptions of Plant Viruses N° 282: 4pp.

• GÓMEZ, J.1991. Efectividad de los aceites minerales en el control de la virosis del calabacín en Almería. Cuaderno de Fitopatología. 29: 104-107.

• LECOQ, H.; PITRAT, M.; CLÉMENT, M. 1981. Identification et caractérisation d'un potyvirus provoquant la maladie du rabougrissement jaune du melon. Agronomie. 10: 827-834.

• LECOQ, H.; PITRAT, M. 1984. Interaction of zucchini yellow mosaic virus strains and muskmelon lines. CGC 7: 43.44.

• LECOQ, H.; LEMAIRE, J.M.; WIPF-SCHEIHEL, C. 1991. Control of zucchini yellow mosaic virus in squash by cross protection. Plant Disease 75: 208-211.

SCHRIJNWERKERS, C.C.F.M.; HUIJBERTS N.; BOS, L.; 1991. Zucchini yellow mosaic virus; two outbreaks in the Netherlands and seed transmissibility. Neth. J. Pl. Path. 97:187-191.

• WANG, H.L.; GONSALVES, D.; PROVIDENTI, R.; LECOQ, H. 1991. Effectiveness of cross protections by a mild strain of zucchini yellow mosaic virus in cucumber, melon and squash. Plant Disease 75: 203-207.

• WANG, H.L.; GONZALVES, D.; PROVIDENTI, R.; ZITTER, T.A. 1992. Comparative biological and serological properties of four strains of zucchini yellow mosaic virus. Plant Disease, 76: 530-535.

• ZITTER, T.A. 1988 . New virus threatens cucurbits. American Vegetable Grower. May 13-17.

MOSAICO DE LA SANDÍA (WATERMELON MOSAIC VIRUS-2: WMV-2)

DESCRIPCIÓN

Tiene partículas filamentosas flexuosas que contienen ARN.

HUÉSPEDES VEGETALES

La gama de huéspedes es relativamente amplia, las especies que se infectan naturalmente pertenecen fundamentalmente a las cucurbitáceas, pero ocasionalmente el virus se ha encontrado en leguminosas, como judía y guisante.

Varias especies espontáneas han sido descritas como reservorios.

SÍNTOMAS

En calabacín, melón, pepino y sandía se observa en las hojas mosaico, a menudo deformante, y en ocasiones filiformismo y enanismo. Los frutos suelen manifestar mosaico, deformaciones y abullonaduras. En leguminosas, se observa mosaico y distorsión de los frutos, con distinta intensidad dependiendo del aislado del virus y del genotipo del huésped.

TRANSMISIÓN

Más de 20 especies de pulgones han sido descritas como transmisoras del virus, siendo las más eficaces *Myzus persicae* y *Aphis gossypii* de forma no-persistente. No se ha señalado transmisión por la semilla.



Foto 9 - WNV2 + ZYMV en planta de calabacín.

RAZAS

Se han descrito dos grupos según la reacción provocada en plantas indicadoras.

PÉRDIDAS OCASIONADAS

En diferentes países causa graves pérdidas económicas. En Almería, el ZYMV, junto con el WMV-2, producen pérdidas muy importantes en los cultivos de calabacín, llegando a ser el factor limitante de este cultivo sobre todo al aire libre.

MEDIDAS DE CONTROL

La eficacia de los acolchados plásticos reflectantes o de pulverizaciones con aceites minerales han resultado variables.

En Almería, estas medidas han retrasado la aparición de síntomas 15 días, no teniendo repercusión sobre la producción.

La utilización de mallas mosquiteras perimetrales se ha mostrado como una medida eficaz en los cultivos de invernadero.

La eliminación de malas hierbas contribuye al control de la difusión del virus.

RESISTENCIAS

Se han señalado resistencias en pepino, melón y calabacín, si bien no se comercializan híbridos resistentes.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- ADLERZ, W.C. 1974. Spring aphid flights and incidence of Watermelon mosaic virus 1 and 2 in Florida. *Phytopathology*, 64: 350-353.
- AUGELIS, A.D. 1983. Occurrence of Watermelon mosaic virus 1 y 2 in cucurbits in Crete (Greece). *Phytopath. Medit.* 22: 219-221.
- CUADRADO, I.M.; MORENO, P. 1987. Detection of viruses by dot-immunobinding assay in cucurbit plants grown under plastic cover in Almería (Spain). Abstracts del 7 th longness of the Mediterranean Phytopathological Union.
- GÓMEZ, J. 1991. Efectividad de los aceites minerales en el control de la virosis del calabacín en Almería. *Cuadernos de Fitopatología* 29: 104-107.
- LUIS ARTEAGA, M.; QUIOT, J.B.; LEROUX, J.P. 1976. Mise en évidence d'une souche de watermelon mosaic virus (WMV-II) dans le sud-est de la France. *Ann. Phytopathol* 3 : 347-353.

- MILNE, K.S.; GROGER, R.G. 1969. Characterization of watermelon mosaic virus strains by serology and other properties. *Phytopathology*, 59: 809-818.
- PROVIDENTI, R; 1974. Inheritance of resistance to watermelon mosaic virus 2 in *Phaseolus vulgaris*. *Phytopathology* 64: 1448-1450.
- PURCIFULL, D.E.; HIEBERT, E. 1979. Serological distinction of watermelon mosaic virus isolates. *Phytopathology* 69: 112-116.
- SCHROEDER, W.T.; PROVIDENTI, R. 1971. A common gene for resistance to bean Yellow mosaic virus and watermelon mosaic virus 2 in *Pisum sativum* *Phytopathology*, 61: 846-848
- VAN REGENMORTEL, M.H.V. 1971. Watermelon mosaic virus. CMI/ABB. Descriptions of Plant Viruses. Nº 63, 4 pp.
- WEHB, R.E.; SCOTTE, H.A. 1965. Isolation and identification of watermelon mosaic virus 1 and 2. *Phytopathology*, 55: 895-900

MOSAICO DE LA CALABAZA (SQUASH MOSAIC VIRUS: SQMV)

SÍNTOMAS

DESCRIPCIÓN

Los virus son isométricos conteniendo ARN.

HUÉSPEDES VEGETALES

Se encuentra restringido a la familia de las cucurbitáceas.

Existe gran variedad de síntomas dependiendo principalmente de la raza del virus. Así, en melón la raza I produce síntomas graves consistentes en "vein banding" pronunciado, mosaico deformante, recuperación aparente y filiformismo de las rastras.

Con la raza II se observa un mosaico suave. Los frutos no manifiestan síntomas, si bien hay una reducción en el número de frutos (que puede llegar hasta el 32%) y un retraso en la maduración de 9 a 10 días.



Foto 10 - SqMV en hoja de melón.

En calabacín afectado por la raza I, manifiesta "ring spot" clorótico junto con un mosaico suave a veces deformante; mientras que con la raza II se observa un mosaico fuerte acompañado de gran deformación y filiformismo. Los frutos manifiestan mosaico y deformaciones de aspecto abullonado.

La sandía no se infecta por la raza II, mientras que la raza I puede producir manchas cloróticas o necrosis y gran enanismo; en los frutos no se observan síntomas.

En pepino, muchas razas dan lugar a la aparición de manchas cloróticas, clareamiento de las venas y posteriormente se recuperan, no observándose síntomas en los frutos.

Sobre la severidad de los síntomas influye la variedad utilizada y las condiciones climáticas.

TRANSMISIÓN

La raza I se transmite por las semillas de melón, sandía, calabacín y calabaza; mientras que la raza II sólo por las de calabacín y calabaza.

En la semilla el virus se encuentra principalmente en el embrión. La tasa de transmisión en semillas comerciales varía en las distintas especies y cultivares, desde un 1% hasta un 12%.

También puede transmitirse por podas u otras operaciones culturales, teniendo gran importancia en los cultivos de invernadero. Los insectos vectores son principalmente crisomélidos de los géneros *Dibrotica spp* y *Acalymma spp*, de forma persistente.

RAZAS

Se han descrito del SqMV dos razas, I y II, según el rango de huéspedes, sintomatología, transmisibilidad por la semilla y propiedades serológicas.

PÉRDIDAS ECONÓMICAS

El SqMV se encuentra ampliamente distribuido por el mundo, originando pérdidas significativas en la producción, llegando al 32% en el cultivo del melón. En Almería, causa pérdidas la raza I en los cultivos de melón.

RESISTENCIAS

Ciertas líneas de *Cucumis metuliferus* son resistentes por hipersensibilidad.

eviten la transmisión mecánica durante las prácticas culturales. Los tratamientos insecticidas deben ser utilizados en aquellas zonas donde se conozca la presencia de insectos vectores.

MEDIDAS DE CONTROL

La principal medida es la eliminación de los lotes de semilla contaminados, seguida de aquéllas que

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

• ÁLVAREZ, M.; CAMPHELL, R.N. 1976. Influence of squash mosaic virus on yield and quality of cantaloup. *Plant Disease Reporter* 7: 636-639.

• ÁLVAREZ, M.; CAMPHELL, R.N. 1978. Transmission and distribution of squash mosaic virus in seeds of cantaloupe. *Phytopathology* 68: 257-263.

• BANCROFT, J.B. 1957. Temperature and Temperature-light effect on the concentration of squash mosaic virus in leaves of growing cucurbits. *Phytopathology* 48: 98-102.

• CAMPHELL, R.N. 1971. Squash mosaic virus. CAI/ABB. Descriptions of Plant viruses N° 43, 4pp.

• FREITAG, J.M. 1956. Beetle transmission, host range, and properties of squash mosaic virus. *Phytopathology* 46 :73-81.

• KNUHTSEN, H.K.; NELSON, M.R. 1968. Identifications of two serotypes in squash mosaic virus strains. *Phytopathology* 58: 345-347.

• NELSON, M.R.; KNUHTSEN, H.K. 1973. Squash mosaic virus variability: Review and serological compararion of six biotypes. *Phytopathology* 63 : 920-926.

• NELSON, M.R.; KNUHTSEN, H.K. 1973. Squash mosaic virus variability: Epidemiological consequences of differences in seed transmission frequency between strains. *Phytopathology* 63: 918-920.

• NOLAN, P.A.; CAMPHELL, R.N. 1984. Squash mosaic virus detection in individual seed and seed lots of cucurbits by enzyme-linked immunosorbent assay. *Plant Disease* 68: 971-975.

• POWELL, C.C.; SCHLEGEL, D.E. 1970. Factors influences seed transmission of squash mosaic virus in cantaloupe. *Phytopathology* 60: 1465-1469

CRIBADO DEL MELÓN (MELON NECROTIC SPOT VIRUS: MNSV)

DESCRIPCIÓN

Las partículas son isométricas y contienen ARN.

HUÉSPEDES VEGETALES

Produce enfermedad en melón, pepino y sandía, si bien en los cultivos de pepino de esta zona no ha sido observada.

La enfermedad se desarrolla tanto en cultivos en suelo como sobre sustratos inertes.

SÍNTOMAS DE LA ENFERMEDAD

En melón, sobre las hojas jóvenes pequeñas se observan manchas cloróticas de 0,5 a 2 mm de diámetro que posteriormente se necrosan. A la vez, en el tallo aparecen estrías necróticas de longitud muy variable, desde escasos milímetros hasta incluso más de 70 cm, observables también en los peciolo de las hojas y en los pedúnculos de los frutos. Sobre

las hojas bajas y medias se pueden ver en algunos casos necrosis de los nervios de extensión variable, que conocemos bajo el nombre de “enrejado”. Asimismo, sobre la parte baja del tallo se encuentra una necrosis de color marrón, oscuro o claro, que parece sólo afectar a la epidermis y es con mucha frecuencia el único síntoma de la enfermedad. Las plantas enfermas precozmente crecen mucho más lentamente que las sanas y las hojas formadas posteriormente son de pequeño tamaño, de color verde oscu-

ro, con o sin el síntoma del cribado; y las infectadas posteriormente al cuajado de los frutos suelen marchitarse y morir. Con frecuencia las plantas mueren sin ninguno de los síntomas aéreos antes descritos, denominándose “muerte súbita”.

Al cortar el tallo transversalmente, unas veces el sistema vascular aparece con tintes marrones y otras, las más numerosas, completamente deshidratado.



Foto 11 - MNSV en cuello y tallos de melón.

El sistema radicular, al extraer las plantas del suelo, sobre todo las raíces principales y secundarias, en ocasiones, tienen una apariencia sana y, sin embargo, en otras poseen un aspecto marrón con o sin podredumbre. En ambos casos las plantas, en especial las que han sufrido trasplante, dan la impresión de tener un escaso sistema radicular, y se desprenden del suelo con bastante facilidad.

La enfermedad comienza, normalmente, distribuyéndose por líneas y llega a afectar en algunos casos a la totalidad del invernadero.

Se manifiesta en siembras directas y en trasplantes con cepellón en cultivos entutorados y sin entutorar, en otoño y sobre todo en primavera, ya sean siembras tempranas o tardías, en suelos desinfectados con bromuro de metilo o metam-Na y en suelos sin desinfectar, e incluso en cultivos sin suelo, en riego por goteo y riego a pie, e independientemente de cual sea la calidad del agua.

Afecta al melón de tipo amarillo, cantaloup y sobre todo a los de tipo galia. Con respecto al estado fenológico de aparición de la muerte súbita, pare-

ce como más propicio la maduración y recolección de los primeros frutos, aunque a veces se presenta incluso antes del cuajado de éstos.

La sandía sufre también una enfermedad, similar en algunos aspectos a la del melón, consistente en un marchitamiento y muerte de las plantas pocos días antes, o durante la recolección, precedido a veces de amarileamiento de las hojas viejas y en ocasiones de necrosis del hipocotilo.

TRANSMISIÓN

El virus se transmite en el suelo por el hongo *Olpidium radiale*. Este hongo vector se encuentra en un alto porcentaje de los invernaderos de Almería.

El virus también se transmite por las semillas de melón, en porcentajes variables del 1 al 25%, si bien hay autores que manifiestan no observar infección cuando el cultivo se desarrolla en ausencia del hongo vector, mientras que cuando el suelo contiene al hongo libre de virus del 10 al 40 % de las plántulas pueden ser infectadas. Este tipo de transmisión se denomina “transmisión por la semilla mediada por el

vector". El virus se detecta en la parte interna de la cubierta de la semilla pero no en el embrión.

También está descrita la transmisión por un coleóptero del género *Diabrotica*.

RAZAS

Los aislados estudiados en Japón, California y Europa parecen tener algunas diferencias en el rango de huéspedes y en la sintomatología, pero hasta la fecha no se ha hecho una comparación directa.

La comparación de un aislado de melón de Almería (MNSV-AL) con otro de Holanda, procedente de plantas enfermas de pepino (MNV-Cu18), produjeron al ser inoculados sobre pepino diferencias en los síntomas. Así el MNV-Cu18 produjo grandes lesiones locales necróticas de 3 a 4 mm de diámetro en los cotiledones, necrosis del hipocotilo y cribado en las hojas jóvenes no inoculadas; mientras que el MNSV-AL sólo produjo pequeñas lesiones locales de 1 mm de diámetro en los cotiledones. El virus fué recuperado de las hojas no inoculadas, de las plantas inoculadas con el aislado holandés, y no lo fue en los inóculos con el aislado de Almería.

PÉRDIDAS OCASIONADAS

En la bibliografía disponible se encuentran documentos donde se describe la presencia del MNSV afectando gravemente a cultivos de melón, pepino y sandía, en distintos países, pero no sobre las pérdidas en la producción. En Grecia la incidencia de la enfermedad en melón ha ido aumentando a lo largo

de los años, llegando a ser del 40 % en 1984, y en Holanda hasta de un 45 % en pepino. En Almería, la enfermedad se muestra como un factor limitante para el melón, tanto en cultivo sobre suelo como sobre sustratos inertes.

RESISTENCIAS

Se han descrito bastantes cultivares de melón resistentes por hipersensibilidad al MNSV y sólo cinco inmunes pertenecientes al tipo reticulado, sobresaliendo el Gulfstream. Actualmente en la zona se comercializa una variedad resistente al MNSV.

MEDIDAS DE CONTROL

El control de la enfermedad mediante la desinfección del suelo con vapor de agua o bromuro de metilo ha producido resultados variables en otros países. En Almería, la solarización (2 meses), el bromuro de metilo (500 Kg/Ha), el Metam-Na (1.200 Kg/Ha) y Formol del 40% (3.000 l/Ha), no han sido efectivos para el control de la enfermedad.

El injerto del pepino sobre el patrón resistente *Cucurbita ficifolia* puede prevenir la enfermedad en Holanda. Las experiencias realizadas en Almería, descartan la posibilidad de utilizar los patrones resistentes *Cucurbita moschata*, *Luffa cylindrica*, *Luffa acutangula* y *Lagenaria vulgaris* debido a la mala afinidad entre estos patrones y el melón, en las condiciones de cultivo de Almería; mientras que los datos obtenidos con los patrones resistentes RS-841 y *Benincasa cerifera* sugieren la efectividad del injerto como método de lucha contra la enfermedad.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

• AVGELIS, A. 1985. Occurrence of melon necrotic spot virus in Crete (Greece). *Phytopath. Z.* 114: 365-372.

• AVGELIS, A. 1989. Watermelon necrosis caused by a strain of melon necrotic spot virus. *Plant Pathology* 38: 618-622

• BOS, L.; VAN DORST, H.J.M.; HUTTINGA, H.; MANT, D.Z. 1984. Further characterization of melon necrotic spot virus causing severe disease in glass-house cucumbers in the Netherlands and its control. *Neth. J. Pl. Path.* 90: 55-69.

• COUDRIET, D.L.; KISHABA, A.N.; CARROLL, J.E. 1979. Transmission of muskmelon necrotic spot virus in muskmelon by cucumber beetles. *Journal of Economic Entomology* 72: 560-561.

• CUADRADO, I.M.; GÓMEZ, J.; MORENO, P. 1994. El MNSV causante de la muerte súbita en melón. En prensa.

• GÓMEZ, J.; CUADRADO, I.M.; JUAN, E. 1988. Muerte súbita del melón. Poniente 152: 22-23.

• GÓMEZ, J. 1990. Presencia de *Olpidium brassicae* y *radicale* en Almería. III Congreso de la S.E.C.H.

• GÓMEZ, J.; CUADRADO, I.M.; VELASCO, V. 1994. Efectividad de la desinfección del suelo contra el virus del cribado y su vector *Olpidium radiale*. En prensa.

• GÓMEZ, J.; CUADRADO, I.M.; VELASCO, V. 1994. El injertado del melón como método de lucha

contra el virus del cribado (MNSV) melon necrotic spot virus. En prensa.

• GONZALES-GARZA, R.; GUMPT, D.J.; KISHABA, A.N.; BOHN, G.W. 1979. Identification, seed transmission and host range pathogenicity of a California isolate of melon necrotic spot virus. Phytopathology 69 : 340-345.

• HIBI, T.; FURUKI, I. 1985. Melon necrotic spot virus. CMI/ABB. Descriptions of Plant Viruses. Nº 302, 4pp

• TOMLINSON, J.A.; THOMAS, B.J. 1986. Studies on melon necrotic spot virus disease of cucumber and on the control of the fungus vector (*Olpidium radiale*). Ann. Appl. Biol. 108: 71-80.

VIROSIS DE LA CUCURBITÁCEAS TRANSMITIDAS POR MOSCAS BLANCAS

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades transmitidas por moscas blancas causan pérdidas significativas por todo el mundo. Aunque no han sido consideradas tan importantes como las transmitidas por pulgones, sin embargo en los últimos años se ha observado un aumento considerable sobre todo en las áreas tropicales y subtropicales, es decir, próximas a las áreas de agricultura intensiva. En estas áreas, en las que aparentemente ha aumentado la difusión de *Bemisia tabaci*, es donde se han intensificado los estudios sobre moscas blancas vectoras.

En estos últimos años además se han observado otras virosis transmitidas por otras especies de moscas blancas, tales como *Trialeurodes vaporariorum* y *T. abutilonea*.

En la actualidad se conocen al menos 70 virosis transmitidas por aleurodidos, de las cuales más del 90 % son transmitidas por *B. tabaci*. Estas virosis afectan principalmente a plantas herbáceas y raramente a arbustos y árboles.

En Almería, desde 1.980 se han observado síntomas de amarilleamiento en los cultivos de melón y

pepino, pudiéndose distinguir dos periodos distintos. Uno que abarca desde 1.980 hasta 1.989, durante el cual sólo había la especie *T. vaporariorum* y en el que la enfermedad tomó gran importancia en melón, y en menor grado en pepino, y en el que el agente causal fue identificado como el Cucumber yellows virus (CYV). Un segundo periodo empezó en 1.990 y llega hasta la fecha, durante el cual se ha observado una introducción y gran desarrollo de *B. tabaci*, que ha llegado incluso en algunas zonas a desplazar a *T. vaporariorum*. En este segundo periodo el cultivo más afectado está siendo el pepino y con menos importancia el melón. Hasta la fecha no ha sido identificado el agente causal, si bien es de origen viral.

Los síntomas observados en Almería, en los periodos descritos son similares, y consisten en la aparición de un moteado clorótico internervial en las hojas basales y medias de la planta, el tamaño de las manchas amarillas va creciendo hasta que la hoja queda totalmente amarilla, llegando a incluir a las nerviaciones. Simultáneamente las hojas superiores empiezan a manifestar y desarrollar los síntomas. Generalmente las más apicales permanecen verdes.

SÍNTOMAS

Los síntomas de las virosis transmitidas por moscas blancas han sido agrupadas en tres categorías: amarilleamientos, rizamientos y mosaicos.

a) Amarilleamientos. En ocasiones puede consistir en un amarilleamiento de los nervios de las hojas como el producido por el Cucumber vein yellowing (CVYV) y otras veces en un amarilleamiento internervial como el producido por el Cucumber yellows (CYV).

b) Rizamientos. Consistente principalmente en el curvamiento de los bordes de las hojas, como es el producido por el Squash leaf curl (SLCV). Generalmente, en la parte de la planta que crece tras la infección se observa un acortamiento de los entrenudos y una reducción de la superficie foliar.

c) Mosaicos. En las hojas pueden aparecer, en ocasiones, intercaladas grandes zonas verdes oscuras con otras claras, y en otros casos pueden tener apariencia de veteado o de punteado.

Con frecuencia un virus produce varios síntomas sobre un huésped, así es el caso del Watermelon curly mottle (WCMoV), o del Pumpkin yellow vein mosaic (PYVMV).

A excepción del Watermelon chlorotic stunt (WCSV) que produce el manchado de los frutos de sandía, el resto de los virus transmitidos por moscas blancas a cucurbitáceas no producen síntomas determinados sobre los frutos, si bien reduce el desarrollo de los mismos y favorece el aborto floral.

TIPOS DE PARTÍCULAS

El grupo más importante está constituido por Geminivirus cuyas partículas son icosaedros unidos en parejas, estos dímeros tienen un tamaño de 18 x 30 nm, también se puede observar monómeros de 18 nm, y más raramente trímeros y tetrámeros. El ácido nucleico es una molécula circular de cadena sencilla de ADN.

Otro grupo está formado por Closterovirus, que son partículas largas y flexuosas de 10 a 13 x 1.000 a 2.000 nm y cuyo ácido nucleico es ARN.

Por último, hay otros dos virus que no han sido clasificados en ningún grupo. Uno es el PYVMV del cual hasta la fecha no se conoce ni la forma de las partículas ni el tipo de ácido nucleico. El otro es el CVYV cuyas partículas miden de 15 a 18 x 740 a 800 nm y su ácido nucleico consiste en una doble cadena de ADN.

RELACIONES ENTRE VIRUS Y AGENTES VECTORES

Hasta la fecha, parece que en cucurbitáceas existe cierto grado de especificidad entre cada virus y la

especie de mosca blanca vectora, así un determinado virus descrito en diferentes países siempre se encuentra ligado en la bibliografía existente a la misma especie de aleurodido. Algunos trabajos muestran la posibilidad de que diferentes especies de moscas blancas sean capaces de adquirir un determinado virus, pero sólo una de ellas es verdaderamente transmisora. Tal hecho ocurre con el SLCV que puede ser detectado en adultos de *T. vaporariorum*, de *T. abutilonea* y de *B. tabaci* pero sólo es transmitido por la última.

Las formas de ser transmitidos los virus, que afectan a cucurbitáceas, pueden ser de tipo persistente y de tipo semipersistente. Los adultos de mosca blanca generalmente requieren un período de pocos minutos hasta varias horas, alimentándose en plantas infectadas para adquirir el virus; esto puede ser debido a que estos virus se localizan, principalmente, en los tejidos del floema y los insectos necesitan bastante tiempo para alcanzar esta región del mesofilo con sus estiletes.

Tras el período de adquisición, los insectos pasan un período de latencia o de incubación de unas pocas horas, durante el cual no son capaces de transmitir los virus a plantas sanas.

Pasado el período de latencia, las moscas blancas son capaces de infectar a nuevas plantas durante un período variable, según los casos, de pocos a varios días. Este período de retención también varía en relación al biotipo de *B. tabaci*, así el SLCV es retenido 26 días por el biotipo "A" y 14 días por el "B".

Respecto a la eficiencia en la transmisión, un solo adulto de mosca blanca virulífera por planta, produce un tanto por ciento de plantas infectadas variable según los distintos virus, así en el caso del BPYV se infectan el 10,4% de las plantas y con el SLCV llega al 82 %; estos porcentajes aumentan considerablemente cuando hay 5 moscas blancas virulíferas por planta, llegando a infectarse el 58,3 % y el 100 % de las plantas, respectivamente. La eficiencia en la transmisión depende también del biotipo de *B. tabaci*, el biotipo "B" transmite el CVYV 100 veces más eficientemente que el "A".

OTROS ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS

Hasta la fecha no hay documentos que informen sobre la transmisión por semilla o por contacto, durante las operaciones culturales, de los virus que afectan a cucurbitáceas.

Por otra parte, estos virus transmitidos por aleurodípteros afectan principalmente a especies vegetales de la familia de las cucurbitáceas; algunos pueden infectar también a otras especies como la judía o la lechuga, si bien en ningún caso se han encontrado sobre solanáceas, tales como tomate o pimiento.

Han sido descritos en distintos países una serie de malas hierbas, tales como *Chenopodium*, *Convolvulus*, *Malva*, *Sonchus*, *Capsela bursa-pastoris* susceptibles a varios de estos virus, actuando de reservorios para las nuevas plantas.

CONTROL

Varias medidas pueden ayudar a disminuir las pérdidas ocasionadas por los virus transmitidos por moscas blancas. Entre estas medidas podemos citar las siguientes:

- Protección contra la entrada, tanto de virus como de nuevas especies y razas de moscas blancas en material vegetal importado.

- Inspección del material vegetal en semillero.
- Utilización de malla en bandas y cubrerías, de cubiertas flotantes y de túneles.
- Eliminación de restos de cultivo y de plantas huéspedes alternativas.
- Utilización de trampas adhesivas amarillentas, como medida de control y de monitorización de los insectos transmisores.
- Control químico que respete al máximo a los parásitos naturales autóctonos, como *Eretmocerus mundus* y *Encarsia lutea*.

Aunque se han descrito especies de cucurbitáceas resistentes al CYV y al SLCV, por desgracia aún no se dispone de variedades comerciales resistentes o tolerantes.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- BENIGNO, D.R.A. 1978. Note: leaf curl disease of squash. *Phil.Agr.* 61: 304-305
- BROWN, J.K.; NELSON, M.R. 1986. Whitefly-borne viruses of melons and lettuce in Arizona. *Phytopathology* 76: 236-239
- BROWN, J.K.; NELSON, M.R. 1989. Characterisation of watermelon curly mottle virus, a geminivirus distinct from squash leaf curl virus. *Ann.appl.Biol.* 115: 243-252
- CAPOOR, S.P.; AHMAD, R.U. 1975. Yellow vein mosaic disease of field pumpkin and its relationship with the vector, *Bemisia tabaci*. *Indian Phytopathology* 28: 241-246.
- COHEN, S. 1982. Control of whitefly vectors of viruses by color mulches. Pages 45-56. In: *Pathogens, Vectors, and Plant Diseases*. Ed.Academic Press,Inc.
- COHEN, S.; DUFFUS, J.E.; LARSEN, R.C.; LIU, H.Y.; FLOCK, R.A. 1983. Purification, serology, and vector relationships of squash leaf curl virus, a whitefly-transmitted geminivirus. *Phytopathology* 73: 1669-1673.
- COHEN, S.; NITZANY, F.E. 1960. A whitefly transmitted virus of cucurbits in Israel. *Phytoph. Medit.* 1: 44-46
- COHEN, S.; NITZANY, F.E. 1963. Identity of viruses affecting cucurbits in Israel. *Phytopathology* 53: 193-196
- COSTA, A.S. 1976. Whitefly-transmitted plant diseases. Pages 429-449. *Annual Rev. of Phytopathology*. vol 14, Ed. Annual Reviews Inc.
- DUFFUS, J.E. 1965. Beet pseudo-yellows virus, transmitted by the greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*). *Phytopathology* 55: 450-453
- DUFFUS, J.E. 1987. Whitefly transmission of plant viruses. Pages 73-91. In: *Current topics in vector research, Vol 4*. Ed Springer-Verlag New York Inc.

- DUFFUS, J.E.; FLOCK, R.A. 1982. Whitefly-transmitted disease complex of the desert southwest. *California Agriculture*, Nov-Dec: 4-6
- DUFFUS, J.E.; LARSEN, R.C.; LIU, H.Y. 1986. Lettuce infectious yellows virus - a new type of whitefly-transmitted virus. *Phytopathology* 76: 97-100
- FLOCK, R.A.; MAYHEW, D.E. 1981. Squash leaf curl, a new disease of cucurbits in California. *Plant Disease* 65: 75-76
- JOHNSON, M.W.; TOSCANO, N.C.; REYNOLDS, H.T.; SYLVESTER, E.S.; KIDO, K.; NATWICK, E.T. 1982. Whiteflies cause problems for southern California growers. *California Agriculture*, Sep-Oct: 42-26
- MCCREIGHT, J.D.; KISHABA, A.N. 1991. Reaction of cucurbit species to squash leaf curl virus and sweetpotato whitefly. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.* 116: 137-147
- NAMETH, S.T.; LAEMMLEN, F.F.; DODDS, J.A. 1985. Viruses cause heavy melon losses in desert valleys. *California Agriculture*, Jul-Aug: 28-29
- NATWICK, E.T.; DURAZO, A. 1985. Polyester covers protect vegetables from whiteflies and virus disease. *California Agriculture*, Jul-Aug: 21-22
- NATWICK, E.T.; DURAZO, A.; LAEMMLEN, F. 1988. En zone aride, bâches à plat pour la protection des cultures contre les insectes et les maladies à virus. *Plasticulture* 78: 35-46
- PERRING, T.N.; ROYALTY, R.N.; FARRAR, C.A. 1989. Floating row covers for the exclusion of virus vectors and the effect on disease incidence and yield of cantaloupe. *Journal of Economic Entomology* 82: 1709-1715
- RODRÍGUEZ, M.D. 1993. Aleurodidos. Protección vegetal en cultivos bajo plástico. En prensa.
- SELA, I.; ASSOULINE, I.; TANNE, E.; COHEN, S.; MARCO, S. 1980. Isolation and characterization of a rod-shaped, whitefly-transmissible, DNA-containing plant virus. *Phytopathology* 70: 226-228
- VAN DORST, H.J.M.; HUIJBERTS, N.; BOS, L. 1980. A whitefly-transmitted disease of glasshouse vegetables, a novelty for Europe. *Neth. J. Pl. Path.* 86: 311-313
- VAN DORST, H.J.M.; HUIJBERTS, N.; BOS, L. 1983. Yellows of glasshouse vegetables, transmitted by *Trialeurodes vaporariorum*. *Neth. J. Pl. Path.* 89: 171-184
- WALKEY, D.G.A. 1992. Watermelon chlorotic stunt geminivirus. Pages 50-51. In: *Plant virus diseases of Yemen and associated areas*. Ed. Thresh, J.M.; Burchill, R.T.
- YAMASHITA, S., DOI, Y.; YORA, K.; YOSHIDO, M. 1979. Cucumber yellows virus : Its transmission by the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), and the yellowing disease of cucumber and muskmelon caused by the virus. *Ann.Phytopath.Soc.Japan* 45: 484-496

BACTERIOSIS

de la plantas hortícolas en cultivo protegido

MARÍA MILAGROS LÓPEZ

I.V.I.A. (Valencia)

Los síntomas característicos de distintas bacteriosis han sido observados desde hace varios años en numerosas zonas de cultivo de plantas hortícolas en España. Sin embargo, la importancia de estas enfermedades y las pérdidas económicas que causan son muy variables y difíciles de evaluar, aunque han aumentado en los últimos años. Esta intensificación de los ataques bacterianos podría atribuirse fundamentalmente a:

- Escasa calidad sanitaria de algunas semillas.
- Carencia de variedades resistentes a las distintas bacteriosis, que tengan interés comercial.
- Condiciones de cultivo protegido favorables a muchas bacteriosis, como temperatura y humedad elevadas, y escasa aireación.
- Excesivo abonado nitrogenado durante el cultivo, para incrementar los rendimientos.
- Escasa utilización de métodos preventivos de lucha contra las bacteriosis y de medidas sanitarias que favorezcan su control (eliminación de plantas enfermas, destrucción de restos vegetales, desinfección de útiles de trabajo, realización de prácticas culturales adecuadas, etc.).
- Ausencia en el mercado de bactericidas eficaces, por lo que las bacteriosis, una vez instaladas, resultan de difícil control.

Se describen a continuación las enfermedades causadas por las principales bacterias fitopatógenas identificadas hasta la fecha en distintos cultivos hortícolas protegidos de España. Se tratarán las bacteriosis del tomate, pimiento, cucurbitáceas, lechuga y escarola.

BACTERIOSIS DEL TOMATE

Chancro bacteriano causado por *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*.

Esta bacteria que sólo ataca al tomate y pimiento entre las plantas cultivadas, fue descubierta en 1910 en Michigan (U.S.A.) y en Europa se detectó por primera vez en Dinamarca, en 1922. Actualmente, la enfermedad está extendida por todas las zonas templadas de cultivo del tomate, incluidas las principales zonas productoras de semillas, y constituye un factor limitante del cultivo en algunas de ellas.

En España esta bacteria fue identificada por primera vez en 1978, en plantas de distintas variedades cultivadas en invernaderos de Murcia. En los años siguientes fue aislada de tomates cultivados en campo e invernadero en diversas zonas de Andalucía, Aragón, Extremadura, Galicia, Murcia y Valencia.

Se trata de una enfermedad vascular grave, que puede causar la muerte de las plántulas en caso de ataque precoz, o la pérdida y depreciación de la cosecha en ataques tardíos. Los daños observados hasta la fecha en España han sido variables, con destrucción del 90% de las plantas en algunos casos y pérdidas de menos del 5% en otros. La transmisión por semilla de esta bacteria, lo imprevisto de sus ataques y las escasas posibilidades de control de la enfermedad, una vez instalada en una plantación, la pueden convertir en un grave problema del cultivo del tomate.

SINTOMATOLOGÍA

Los síntomas del chancro bacteriano pueden variar según el momento de la infección y las condiciones de cultivo de las plantas. Las plántulas contaminadas muestran síntomas vasculares de marchitez y suelen morir. Si la infección tiene lugar durante la formación o maduración de los frutos, se observa marchitamiento de las hojas jóvenes inferiores, curvándose los bordes de los folíolos antes de marchitarse y quedando los pecioloos unidos al tallo. A menudo, la marchitez sólo es visible en una mitad de la hoja, continuando sanos los folíolos de la otra mitad. A veces, sólo se manifiesta en las hojas de un lado de la planta, debido a que únicamente los haces vasculares de esa zona están atacados por la bacteria, pero termina afectando a toda la planta. Se observan también, frecuentemente, clorosis y necrosis marginales e internerviales de las hojas, que dan aspecto quemado al follaje.

Los chancros que dan nombre a la enfermedad no son muy frecuentes, pero pueden aparecer sobre el tallo y los pecioloos, si la humedad es elevada. Son chancros oscuros, longitudinales, abiertos, que pueden exudar un líquido amarillento, constituido por un cultivo puro de millones de bacterias vivas. Algunas veces, se observan también pequeños chancros a lo largo de la nerviación principal de los folíolos. Un corte longitudinal del tallo de plantas atacadas, muestra en los vasos lesiones discontinuas de color pardo a marrón, que invaden posteriormente la médula, quedando ésta destruida y con numerosas cavidades. Las lesiones en los vasos son muy visibles en la zona de inserción de los pecioloos con el tallo, en forma de anillos oscuros. Con frecuencia, se



Foto 1 - (IVIA). Síntomas de ataque vascular en plantas de tomate afectadas por *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*.

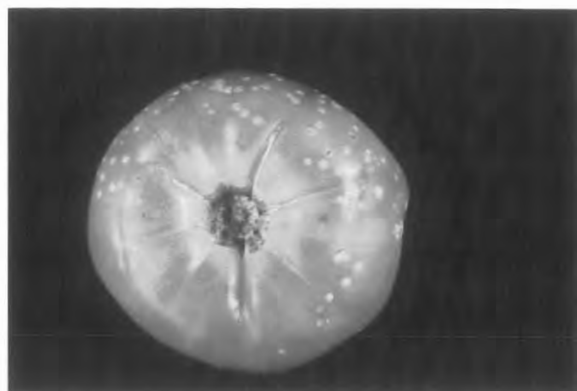


Foto 3 - (IVIA). Manchas en tomate debidas a *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*.



Foto 2 - (IVIA). Quemado de hojas de tomate causado por *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*.

observan también manchas blanquecinas de 1-2 mm de diámetro en las hojas. Las manchas del fruto tienen forma de "ojo de pájaro", estando formadas por pústulas claras de 3 a 6 mm de diámetro con el centro oscuro y halo amarillento. No se observan síntomas radiculares, pero es frecuente la formación de raíces adventicias en el tallo.

La convergencia de los síntomas vasculares de esta bacteriosis con los debidos a *Fusarium* o *Verticillium* hace necesario que el diagnóstico de *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*, como el de las restantes bacterias que se describen a continua-

ción, deba ser realizado en laboratorios especializados.

EPIDEMIOLOGÍA

La forma más frecuente de transmisión de esta enfermedad es mediante semilla contaminada por la bacteria. La contaminación del fruto, tiene lugar a través de los vasos del mismo. La bacteria puede estar presente, no sólo en la pulpa del fruto, dando lugar a la contaminación superficial de las semillas, sino también bajo el tegumento de la semilla, contaminándola internamente. Una baja tasa de contaminación de las semillas, del orden del 1%, puede, en condiciones favorables, originar de 30 a 50 focos de la enfermedad por hectárea, causando pérdidas considerables.

La diseminación de *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* a partir de material vegetal contaminado, puede darse desde el comienzo del cultivo debido a las sucesivas manipulaciones que sufren las plantas (transplante, poda, etc.). En cultivos al aire libre, el riego por aspersión, las lluvias y vientos diseminan las bacterias y dan lugar a infecciones secundarias en hojas, flores y frutos.

Esta bacteria se conserva durante corto tiempo en el suelo, pero puede sobrevivir durante varios meses en restos vegetales de plantas enfermas y ha sido aislada de distintas especies de solanáceas silvestres.

FACTORES FAVORABLES

Favorecen el chancro bacteriano: la excesiva humedad del suelo, la baja intensidad luminosa, y el

exceso de nitrógeno, en semillero. En plantas adultas, las condiciones favorables a la enfermedad son las mismas que favorecen el desarrollo de las plantas de tomate. En pleno campo, se han observado mayores ataques de chancro bacteriano en años lluviosos y templados.

MÉTODOS DE LUCHA

Las medidas de control son fundamentalmente preventivas y se basan en la utilización de semilla libre de la enfermedad, dado que la lucha química es poco eficaz, y no existen, por el momento, variedades resistentes de interés comercial.

Se recomiendan los siguientes métodos de desinfección de las semillas:

- Extracción por fermentación prolongada de la pulpa, durante 72 a 96 horas a 20°C.
- Extracción por fermentación acética al 0'8% durante 24 horas a 21°C.
- Tratamiento de la semilla con agua caliente a 50-55°C. durante 20 minutos.
- Tratamientos antibióticos con estreptomycin, bacitracina, polymixina, etc.

Con estos tratamientos de las semillas, se logran detectar tasas de infección de hasta aproximadamente el 1% de las semillas, pero incluso este bajo nivel, en condiciones favorables para la enfermedad, puede resultar peligroso. Por ello, son preferibles otros métodos de obtención de semilla sana, como la selección sanitaria basada en la detección serológica por inmunofluorescencia que puede detectar tasas de infección del 0'1%.

En cuanto a los métodos culturales se debe evitar el exceso de humedad y la falta de aireación en los invernaderos, así como el exceso de abono nitrogenado y las altas densidades de plantas en semillero. Para reducir la propagación de la enfermedad, las plantas con síntomas deberán ser destruidas. Se aconseja la desinfección de los útiles de trabajo y poda y rotaciones de cultivo de 3 a 5 años de duración.

Los tratamientos en vegetación a base de cobre y kasugamicina son recomendables, aunque los resultados pueden ser variables, dependiendo fundamentalmente del grado de ataque de la enfermedad y de lo avanzado de la misma.

Manchas negras causadas por *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*

Esta bacteriosis fue descrita por primera vez en Formosa en 1933 y posteriormente ha sido detectada en numerosos países. En España, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* fue identificada en 1980 en plantas de tomate cultivadas al aire libre en Badajoz, y posteriormente los ataques en Cataluña, Aragón, Murcia y Valencia han sido muy frecuentes tanto en semillero como en plantas adultas en invernadero o campo.

SINTOMATOLOGÍA

Los síntomas característicos de la enfermedad aparecen en todos los órganos aéreos de la planta en forma de pequeñas manchas negras, de contorno irregular y de menor tamaño que las causadas por otras bacterias, como *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. En las hojas, las manchas aparecen por el haz, pueden alcanzar de 1 a 2 mm de diámetro, y están rodeadas por un halo amarillento. Si una mancha aparece en un nervio, la bacteria progresa a lo largo de éste, ennegreciéndolo y desecándolo. Cuando las manchas son muy numerosas, confluyen y pueden llegar a necrosar y desecar los folíolos. En el tallo se pueden observar manchas alargadas irregulares de color oscuro similares a las causadas por otras enfermedades. En las flores, aparecen pequeñas manchas negras en los bordes de los sépalos, que son muy características, e indican un ataque precoz. Las inflorescencias se desprenden al menor roce, y ello ocasiona graves pérdidas de cosecha. Los frutos son sólo atacados cuando aún están verdes, observándose manchas oscuras de diámetro menor de 1 mm que originan pequeñas depresiones y pueden deformar el fruto al confluir varias manchas. El ataque puede afectar al pedúnculo de los frutos produciéndose la abscisión de éstos.

Los ataques tempranos de *P. syringae* pv. *tomato* pueden causar pérdidas, de hasta un 75% de la cosecha. Si el ataque es tardío, sólo se observarán diminutas manchas en la epidermis del fruto, que lo depreciará para el consumo en fresco.

EPIDEMIOLOGÍA

P. syringae pv. *tomato* se transmite fundamentalmente por semillas contaminadas y puede conservarse en éstas durante largos períodos de tiempo, de hasta 20 años. Cuando se siembran semillas contaminadas, la bacteria se establece en el suelo, y con-



Foto 4 - (IVIA). Manchas en hojas de tomate causadas por *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*.

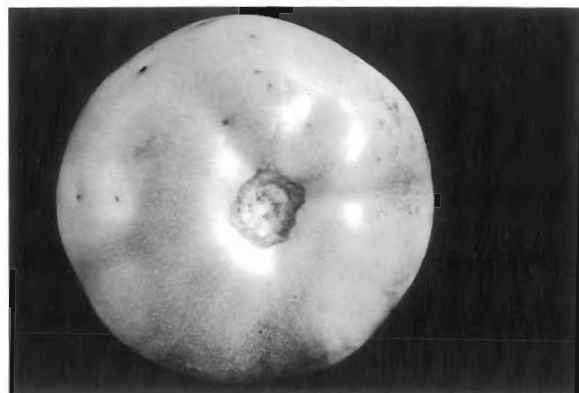


Foto 5 - (IVIA). Manchas en tomate debidas a *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*.

tamina las plantas en crecimiento. También puede conservarse en restos vegetales y en la rizosfera de numerosas plantas silvestres.

La temperatura óptima para esta bacteria es de 20 a 25 °C, y la enfermedad se ve favorecida por los períodos húmedos y frescos. Además, la aspersión, la lluvia y el viento diseminan la bacteria que penetra por las aberturas naturales, o por pequeñas heridas de la superficie foliar.

MÉTODOS DE LUCHA

Se recomienda utilizar semilla sana, eliminar las plantas con síntomas, airear bien los invernaderos y realizar rotaciones de cultivo. Es necesario también evitar que, por medio del riego por aspersión, manguera etc., se disemine la enfermedad de una planta a otra. Los tratamientos químicos aconsejables son los productos cúpricos y la kasugamicina, aunque han dado resultados desiguales, no resultando muy eficaces en algunos casos de contaminación temprana de *P. syringae* pv. *tomato*.

Médula negra causada por *Pseudomonas corrugata*

La bacteria causante de la médula negra o necrosis medular del tomate, fue identificada en 1978 en Inglaterra y, posteriormente, en distintos países europeos y en Estados Unidos. En España, *Pseudomonas corrugata* fue identificada por primera vez en 1980, en Murcia y Valencia en tomates cultivados en invernadero y al aire libre, y posteriormente la enfermedad ha sido detectada en Andalucía y Canarias. En esta última zona es donde ha causado mayores

daños. En otras regiones las pérdidas causadas por la médula negra del tomate no han sido hasta ahora muy importantes, pues los ataques suelen afectar a plantas aisladas. Sin embargo, la confusión de los síntomas de esta bacteriosis con los causados por otras enfermedades, excesos de abonado nitrogenado y problemas fisiológicos, puede haber inducido a múltiples confusiones en el diagnóstico rápido.

SINTOMATOLOGÍA

Frecuentemente, el primer síntoma observado es una clorosis de las hojas jóvenes, cuando los frutos están ya formados pero todavía verdes. En la epidermis de los tallos y peciolo pueden aparecer lesiones alargadas de color oscuro. Efectuando un corte longitudinal en el tallo, se observa, en la zona más atacada, la médula destruida y hueca, con color de rosado a oscuro. En la parte todavía no afectada, la médula aparece fragmentada y con oquedades. El aspecto de la médula es seco, pero no blando. A veces, también pueden observarse anomalías en la zona vascular. En cultivo avanzado, las plantas que han sido afectadas se reconocen a veces por la proliferación de raíces adventicias en el tallo y resquebrajamientos del mismo en la zona de la médula afectada. Algunas plantas mueren, pero otras se recuperan del ataque, aunque alcanzan menor desarrollo vegetativo. No se han observado en esta bacteriosis síntomas en flores ni en frutos.

EPIDEMIOLOGÍA Y LUCHA

Los ataques de esta enfermedad suelen aparecer ligados a invernaderos con escasa aireación y exceso de humedad y con importantes diferencias entre las temperaturas diurnas y nocturnas.



Foto 6 - (IVIA). Necrosis medular del tomate causada por *Pseudomonas corrugata*.



Foto 7 - (IVIA). Médula hueca en tomate debida a *Pseudomonas corrugata*.

Debido a la reciente identificación de la bacteria causante de la médula negra, existe escasa información sobre las formas de transmisión de *P. corrugata* y los métodos de control aconsejables, aunque se ha comprobado que la bacteria puede conservarse en el suelo y transmitirse por semilla, y que los altos niveles de fertilización nitrogenada y las humedades elevadas, favorecen esta bacteriosis.

Respecto a los tratamientos químicos, el cobre y la kasugamicina son los productos aconsejables.

Roña o sarna bacteriana causada por *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*

Esta enfermedad, que ataca también al pimiento, fue descubierta en 1912 en Tejas (U.S.A.) y posteriormente ha sido detectada en casi todas las zonas productoras de tomate, siendo especialmente grave en zonas cálidas. *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* fue identificada por primera vez en España, en 1978, en tomates cultivados en invernaderos de Murcia, y posteriormente se han tenido noticias de ataques de esta bacteriosis en Andalucía y Valencia.

SINTOMATOLOGÍA

Los síntomas característicos son manchas oscuras sobre todas las partes aéreas de la planta: hojas, tallos, pedúnculos florales, frutos, etc., originándose

importantes caídas de flores, que disminuyen la cosecha. En las hojas, las manchas son oscuras, necróticas, redondeadas, con 2-5 mm de diámetro y con halo claro. En la epidermis del fruto, las manchas originan cráteres de 2-5 mm, que lo deprecian totalmente. En algunos casos se ha visto asociada esta bacteriosis con quemado de hojas y con ahuecamientos de la médula en la zona alta del tallo.



Foto 8 - (J. Salinas). Quemado de hojas causado por *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* en tomate.

EPIDEMIOLOGÍA

X. campestris pv. *vesicatoria* puede ser transmitida por semillas y diseminarse posteriormente de planta a planta por la aspersión, lluvia y viento. La penetración en los tejidos tiene lugar a través de los estomas de las hojas o por heridas de distintos tipos.

La conservación del inóculo de un año a otro, se realiza en los restos vegetales que quedan en el suelo o en plantas silvestres susceptibles de albergar la bacteria.

MÉTODOS DE LUCHA

Para la prevención de la enfermedad es necesario utilizar semillas sanas, aconsejándose los mismos métodos de desinfección que para el chancro bacteriano. En caso de observarse síntomas de sarna bacteriana, será conveniente destruir las plantas enfermas y los restos de cosecha al final del cultivo.

Los únicos tratamientos químicos aconsejados hasta la fecha son los cúpricos, con dosis aproximadas de 500 gr/Ha de cobre metal, para cultivos al aire

libre, aunque se han observado resistencias a este metal, por lo que se aconseja combinar cobre y mancozeb.

Marchitez bacteriana causada por *Pseudomonas solanacearum*

Esta enfermedad es una de las más graves que pueden afectar al tomate y constituye el factor limitante del cultivo en numerosas zonas de Estados Unidos y Sudamérica. En España, *Pseudomonas solanacearum* fue identificada en 1981 en Málaga, en un pequeño foco, pero no se han descrito nuevos daños posteriormente, por lo que prácticamente se la puede considerar como de mínima o nula importancia en la actualidad.

SINTOMATOLOGÍA

Se trata de una enfermedad vascular que produce inicialmente marchitez reversible y posteriormente la muerte de las plantas. La zona de los vasos muestra lesiones pardas u oscuras, cavernas en la médula y externamente pueden presentarse zonas agrietadas. Los tejidos atacados tienen aspecto húmedo.

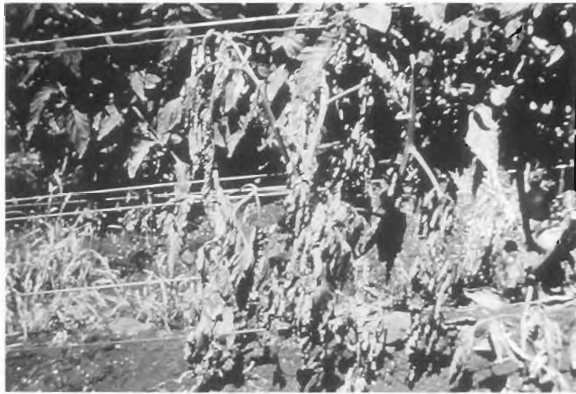


Foto 9 - Síntomas de ataque vascular en plantas de tomate afectadas por *Pseudomonas solanacearum*.



Foto 10 - (APS). Necrosis de vasos y médula de tomate, causada por *Pseudomonas solanacearum*.

EPIDEMIOLOGÍA Y MÉTODOS DE LUCHA

P. solanacearum se conserva fundamentalmente en el suelo y en malas hierbas y se ve favorecida por temperaturas elevadas, de 25 a 35 °C. La bacteria invade el huésped a través de heridas de las raíces en el punto de emergencia de los pelos radicales o de nuevas raicillas, pudiendo ocasionalmente penetrar por las hojas, vía estomática.

Se trata de una enfermedad muy grave, que puede atacar a numerosas plantas cultivadas de la familia de las Solanáceas y contra la que los métodos de lucha son poco eficaces. Se aconseja la rotación de cultivos en suelo contaminado, la desinfección del mismo y el uso de variedades resistentes.

Podredumbre blanda causada por *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*

Erwinia carotovora subsp. *carotovora* es una bacteria muy polífaga, capaz de atacar a numerosas especies de plantas hortícolas y ornamentales, entre

ellas al tomate en campo, invernadero o en almacén, tras la recolección. Las podredumbres causadas por esta bacteria en tomate en España no suelen ser de importancia, aunque *E. carotovora* subsp. *carotovora* ha sido aislada en distintas zonas de cultivo desde 1980, causando daños en condiciones de elevada humedad y temperatura. En otros países, la bacteria es especialmente grave en postcosecha.

SINTOMATOLOGÍA

Los síntomas de esta bacteriosis, consisten en una podredumbre blanda del tallo, a distintos niveles, debido a que esta bacteria hidroliza las pectinas de la lámina media de la célula vegetal. Exteriormente se observan zonas negruzcas y húmedas e interiormente la médula, inicialmente parda, se pudre tomando color oscuro, reblandeciéndose y desprendiendo un olor nauseabundo. La muerte de la planta puede sobrevenir en breve plazo. El fruto también puede ser atacado, apareciendo una podredumbre blanda del mesocarpio a nivel de la inserción del pedúnculo.

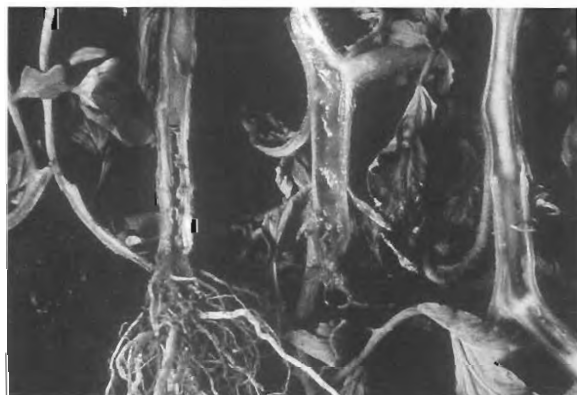


Foto 11 - (IVIA). Podredumbres blandas del tallo de tomate debidas a *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*.

EPIDEMIOLOGÍA

Las erwinias, pueden sobrevivir en el suelo, agua de riego, raíces de malas hierbas, material vegetal, etc. y suelen penetrar por heridas en el cuello de las plantas o ser arrastradas por la lluvia o viento a la parte aérea de las mismas. Pueden producir podredumbres de tallo en la parte baja de éste y/o en la parte alta, y las plantas afectadas pueden llegar a morir. Las temperaturas favorables para la enfermedad son elevadas (25-35 °C) y en condiciones favorables una planta puede ser destruida en pocos días.

MÉTODOS DE LUCHA

Los métodos de lucha contra la enfermedad son escasos, ya que las típicas podredumbres blandas suelen ser detectadas, cuando afectan a partes importantes del tallo, por lo que no resulta ya posible la recuperación de las plantas. En general, se aconseja la destrucción de las plantas enfermas y de los restos de cultivo, la buena aireación, y el cultivo en suelos bien drenados, en condiciones de humedad no elevada. Los tratamientos químicos contra la enfermedad no suelen ser de gran eficacia.

ENFERMEDAD	BACTERIA CAUSANTE	SINTOMATOLOGÍA												
		TALLOS					HOJAS					FRUTOS		
		Marchitez	Chancros	Manchas	Lesiones vasos	Lesiones médula	Podredumbre blanda	Clorosis	Necrosis	Manchas	Manchas	Podredumbre		
Chancro bacteriano	<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-
Manchas negras	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-
Médula negra	<i>Pseudomonas corrugata</i>	+	-	+	(+)	+	-	+	-	-	-	+	-	-
Mancha bacteriana	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Marchitez bacteriana	<i>Pseudomonas solanacearum</i>	+	(+)	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Podredumbre de tallos	<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i>	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+

+ Síntoma generalmente observado en dicha enfermedad
- Síntoma generalmente no observado en dicha enfermedad
(+) Síntoma poco frecuente

Cuadro resumen de los principales síntomas de la bacteriosis del tomate

BACTERIOSIS DEL PIMIENTO

Roña o sarna bacteriana causada por *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*

Esta bacteriosis ataca también al tomate y parece ser más frecuente en España, en pimiento de invernadero que al aire libre. La bacteria ha sido identificada en Andalucía, Murcia y Valencia. Los daños observados en pimiento han sido importantes, en algunos casos debido a la severa defoliación de las plantas afectadas.

SINTOMATOLOGÍA

Los síntomas más frecuentes suelen ser manchas en hojas y tallo. En las hojas las manchas son

oscuras, redondeadas, con un halo húmedo y de 0,2-0,5 cm de diámetro. Las manchas tienden a confluir unas con otras tomando aspecto necrótico y color pardo y producen finalmente una necrosis amplia del limbo foliar y defoliación. Las manchas en tallo suelen ser alargadas, de uno a varios cm, y de color pardo u oscuro. También se observan en algunos casos manchas en fruto en forma de pequeñas pústulas roñosas de 1-3 mm, que los deprecian comercialmente. A veces, se observan también síntomas en los tejidos vasculares y corticales de raíces, tallo, ramas y pedúnculos.

Como la defoliación puede ser importante, las plantas se debilitan y pueden ver gravemente alterado su desarrollo.



Foto 12 - (IVIA). Manchas en hojas de pimiento causadas por *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (haz.)



Foto 13 - (IVIA). Manchas en hojas de pimiento causadas por *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (envés).

EPIDEMIOLOGÍA

Es similar a la descrita para el tomate. Transmisión por semilla de la enfermedad, fácil diseminación de las bacterias de una planta a otra por la lluvia, riego, viento y penetración por estomas o heridas.

Se ha demostrado que *X. campestris* pv. *vesicatoria*, puede conservarse viable hasta 10 años en

semillas de pimiento y la infección puede causar inhibición de la germinación. Las cepas que atacan al pimiento, pueden afectar también al tomate.

FACTORES FAVORABLES

X. campestris pv. *vesicatoria* afecta al pimiento especialmente en zonas cálidas y húmedas como Florida, donde esta bacteriosis es endémica en algu-

nas áreas. Se ha demostrado que sólo unas pocas horas, durante uno o dos días, con humedad relativa superior al 85 %, son suficientes para que se produzca la infección. El abonado nitrogenado parece frenar el ataque de la bacteria pero también puede reducir la fructificación de la planta.

MÉTODOS DE LUCHA

Como en todos los casos de bacteriosis transmitidas por semilla, el mejor método de lucha consistirá en la utilización de semilla sana, procedente de zonas libres de la bacteria.

Cuando se detecta la presencia de la enfermedad, son aconsejables medidas sanitarias como el arranque de plantas enfermas, las precauciones en el riego, limitar el exceso de humedad, etc. Los tratamientos cúpricos han sido tradicionalmente utilizados para el control de esta bacteriosis pero se han detectado cepas de la bacteria resistentes al cobre. Por ello, se aconseja la mezcla con mancozeb. La obtención de variedades de pimiento resistentes a las tres razas descritas del patógeno, está siendo estudiada pero no existen todavía en el mercado variedades resistentes de interés comercial.

OTRAS BACTERIOSIS DEL PIMIENTO

La mayor parte de las bacteriosis del tomate han sido citadas también sobre pimiento. Entre ellas, en

España se ha aislado *P. corrugata* causante de necrosis medular en plantas de pimiento de Tenerife. Los síntomas observados en la médula fueron similares a los descritos en tomate.

También se ha identificado *E. carotovora* subsp *carotovora* causante de podredumbres blandas en Valencia y Tenerife, causando necrosis en el tallo pero no siempre podredumbre húmeda. En algunos casos se han detectado infecciones mixtas de *E. carotovora* subsp. *carotovora* con otras bacterias como *P. corrugata*.

C. michiganensis subsp *michiganensis* causante de chancro bacteriano, también ha sido descrita en pimiento, pero es mucho menos frecuente que en tomate. En Brasil se han observado manchas foliares en pimiento causadas por esta bacteria.

P. solanacearum causante de la marchitez bacteriana también ha sido descrita en distintos países como causante de síntomas vasculares en pimiento, que llegan a destruir totalmente la planta.

oOo

BACTERIOSIS DE LAS CUCURBITÁCEAS (MELÓN, PEPINO, CALABACÍN, etc.)

Mancha angular causada por *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*

Esta enfermedad fue identificada por primera vez en Estados Unidos en 1915 y está muy extendida por las zonas de cultivo de las cucurbitáceas en distintos países. En España sólo ha sido identificada en Almería.

SINTOMATOLOGÍA

La enfermedad recibe su nombre de las manchas angulares de 7-8 mm de lado y delimitadas por las nerviaciones, que aparecen en las hojas de las plantas afectadas. En algunos casos la parte central de la lesión cae, dando aspecto de cribado a la hoja. El número de manchas por hoja es variable y pueden converger varias manchas formando áreas necróticas de mayor tamaño. También se han observado manchas en los cotiledones de plántulas infectadas. Cuando el ambiente es muy húmedo suelen aparecer exudados bacterianos en las manchas de las hojas,



Foto 14 - (IVIA). Necrosis medular en pimiento debida a *Pseudomonas corrugata*.

en forma de gotas de color blanquecino, ámbar o pardo claro. Cuando el ambiente es más seco forman una fina película sobre la superficie foliar.

El fruto de las distintas cucurbitáceas también puede ser afectado si el ataque tiene lugar durante la formación del mismo. Los pequeños frutos caerán, pero si el ataque es tardío, aparecerán pequeñas lesiones redondeadas, de 2-3 mm de diámetro, que exudan un líquido ámbar y pueden afectar al interior del fruto infectando las semillas.

En Almería, se ha observado en melón una sintomatología distinta de la citada, caracterizada por estrías necróticas superficiales en la parte alta del tallo y zonas atabacadas en las hojas, que causaban la marchitez de la planta.



Foto 15 - (J. Salinas). Necrosis en tallo de melón causada por *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*.

EPIDEMIOLOGÍA

P. syringae pv. *lachrymans* se transmite por semilla, que se infecta en la fructificación o durante el proceso de su extracción. Un nivel de infección del 1 % de las semillas, puede causar serios daños en semillero si la humedad es elevada.

La bacteria puede penetrar en las hojas a través de estomas o heridas, por lo que su diseminación es fácil a través del agua de lluvia o riego. Posteriormente, la difusión del patógeno en el interior de la planta es típicamente parenquimático.

La bacteria puede conservarse en el suelo durante varios días en verano, y hasta 3 ó 4 meses en invierno. Las temperaturas frescas y la humedad elevada parecen ser factores favorables para la enfermedad.

MÉTODOS DE LUCHA

El mejor método preventivo será la utilización de semillas sanas, libres de la bacteria. Se aconseja también la desinfección de la semilla durante 30 minutos en agua a 50 °C.

Los tratamientos aconsejados son los cúpricos y antibióticos, como para las demás enfermedades bacterianas. Se aconseja también reducir la humedad en los invernaderos, por debajo del 80 %, para disminuir los ataques de esta bacteriosis.

Podredumbres blandas causadas por *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*

Los ataques de *E. carotovora* subsp. *carotovora*, son especialmente frecuentes en calabacín afectando a plantas adultas, en las que la podredumbre blanda



Foto 16 - (J. Salinas). Podredumbre blanda en tallo de calabacín debida a *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*.

del tallo, con oscurecimiento de los vasos, puede llevar a la destrucción total de la planta.

En semilleros de melón, y en cultivo comercial, también se han observado ataques de esta bacteria, que en plantas jóvenes ha ocasionado podredumbre de hojas y cotiledones y muerte de las mismas.

Como ya se señaló, las fuentes de inóculo de esta bacteria son muy variadas, y los métodos de control químico generalmente ineficaces una vez que se ha instalado la enfermedad.

Marchitez bacteriana causada por *Erwinia tracheiphila*

Esta enfermedad que no ha sido descrita hasta ahora en España, es bien conocida en Estados Unidos desde el siglo pasado y en distintos países europeos, africanos y asiáticos.

E. tracheiphila se localiza en los haces vasculares de los tallos de distintas cucurbitáceas, produciendo síntomas en las hojas y al poco tiempo, marchitez de la planta. Al cortar el tallo se suele observar un exudado que es prácticamente un cultivo puro de la bacteria.

Esta bacteriosis se desarrolla generalmente a bajas temperaturas y se disemina fácilmente a través de diversas especies de áfidos y coleópteros.

Los métodos de lucha aconsejados consisten en elevar las temperaturas en los invernaderos afectados, eliminar las poblaciones de insectos vectores y efectuar tratamientos frecuentes con sales de cobre.

— oO —

BACTERIOSIS DE LA LECHUGA Y ESCAROLA

**Podredumbres bacterianas causadas por
Pseudomonas cichorii, *Erwinia carotovora*
subsp. *carotovora*, *P. marginalis* pv. *marginalis*, *P.*
viridiflava y *Xanthomonas campestris* pv. *vitians***

Distintas bacterias fitopatógenas de los géneros *Erwinia*, *Pseudomonas* y *Xanthomonas* pueden ser causantes de podredumbres blandas, de aspecto similar, en estados avanzados del ataque. Todas estas enfermedades de la lechuga están presentes en numerosos países, aunque la mayor incidencia de unas u otras es variable según las zonas.

En España, se ha identificado *P. cichorii* en numerosas zonas, principalmente en otoño e invierno, en lechuga y escarola cultivadas al aire libre. *E. carotovora* subsp. *carotovora* ha sido aislada en zonas con temperaturas elevadas, pero parece ser menos frecuente que *P. cichorii*. Los ataques de *P. marginalis* pv. *marginalis*, de *P. viridiflava* y de *X. campestris* pv. *vitians* han sido hasta ahora sólo ocasionales. En algunos casos se han observado infecciones mixtas de dos de las bacterias citadas.

SINTOMATOLOGÍA

Resulta difícil distinguir los síntomas causados por cada una de estas bacteriosis, ya que dependiendo de la vía de entrada y de las condiciones de cultivo o de almacenamiento, la sintomatología inicial puede variar para una misma bacteria. Los síntomas suelen empezar por lesiones marginales, internerviales o nerviales en las hojas externas, pudiendo coincidir en la misma hoja varios tipos de lesión. Las zonas afectadas toman color pardo u oscuro, a veces rosado y pueden llegar a ocupar la mayor parte del área foliar. Las lesiones marginales se extienden de fuera a dentro a partir del margen de la hoja y pueden afectar a grandes sectores de la misma. Las lesiones internerviales son redondeadas y oscuras, de 1-2 cm de diámetro. Las lesiones en los nervios son de longitud variable pudiendo afectar al nervio principal o a los secundarios. Sin embargo, en algunos casos, la base del tallo o las hojas internas, son más afectados, según la situación de las lesiones que han servido de puerta de entrada a las bacterias.



Foto 17 - (VIA). Podredumbre blanda en lechuga debida a *Pseudomonas cichorii*.

Cuando la humedad ambiente es baja, los tejidos afectados se desecan y toman consistencia papirácea y color amarillento. En cambio, si la humedad es elevada, los tejidos enfermos acaban por pudrirse.

EPIDEMIOLOGÍA

Se dispone de escasa información sobre la epidemiología de estas enfermedades, aunque, en general, las fuentes de inóculo para todas ellas pueden ser múltiples: suelo (aunque por breves períodos de tiempo), malas hierbas, agua de riego, etc. y, además, la mayoría de estas bacterias pueden permanecer como epifitas en la superficie de las hojas durante mucho tiempo. También ha sido descrita la transmisión por semilla de *P. cichorii*.

Los daños de heladas parecen favorecer la penetración de los distintos *Pseudomonas* que atacan a la lechuga y a la escarola, que causan mayores daños en períodos fríos y húmedos. En cambio *E. carotovora* subsp. *carotovora* produce pérdidas con temperaturas más elevadas.

La penetración en la planta de todas estas bacterias puede realizarse a través de estomas, tricomas o heridas de distintos tipos y generalmente las plantas son más susceptibles en la etapa final del cultivo, cerca de la recolección.

MÉTODOS DE LUCHA

Se dispone de escasa información sobre los métodos de lucha contra estas bacteriosis y se aconseja generalmente evitar los factores favorables, como excesos de humedad, falta de aireación, exceso de vigor de las plantas, encharcamientos y malas hierbas. Los tratamientos aconsejables son los cúpricos, cuidando las dosis y los momentos de intervención para evitar problemas de fitotoxicidad.

CONCLUSIONES

Las enfermedades bacterianas que atacan a distintas especies de plantas hortícolas en cultivo protegido, han incrementado su importancia en los últimos años en España y causan serias pérdidas cuando las condiciones climáticas son favorables para el desarrollo de las bacterias.

El conocimiento de la sintomatología y las características de estas enfermedades son de gran importancia para detectar precozmente los ataques de las mismas y tomar las medidas adecuadas. Ahora bien, debido a la convergencia de síntomas con distintas micosis y fisiopatías, la identificación de las bacterias fitopatógenas, debe realizarse en general, en laboratorios especializados.

Respecto a los métodos de lucha, las medidas preventivas y la utilización de semillas sanas son los mejores métodos para proteger los cultivos en la mayoría de los casos. La modificación de las técnicas culturales y la aireación, drenaje, etc, también pueden contribuir a reducir la gravedad de los ataques bacterianos.

El relativamente bajo costo de los productos cúpricos y su baja toxicidad para los mamíferos, suponen ventajas frente a otras sustancias para el control de las bacteriosis. Su efectividad es relativamente buena en los casos de bacteriosis foliares y mucho menor para el control de las enfermedades vasculares o medulares. La aparición de resistencias debe ser vigilada, ante los casos detectados en otros países.

La utilización de antibióticos se aconseja alternarlos con tratamientos cúpricos, pues existen escasos datos que demuestren su mayor efectividad frente a los clásicos tratamientos con cobre.

En la mayor parte de las especies hortícolas tratadas, no existen actualmente variedades de interés comercial que muestren resistencia a las enfermedades bacterianas. Sin embargo, es de esperar que la utilización de técnicas de ingeniería genética permitan introducir con mayor facilidad los genes de resistencia necesarios.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

• ANDRÉS M.F. *et al.* 1991. *Manual de laboratorio. Diagnóstico de hongos, bacterias y nematodos fitopatógenos*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, 485 pp.

• BRADBURY J.F. 1986. *Guide to Plant Pathogenic Bacteria*. CAB International, UK. 331 pp.

• DYE D.W., BRADBURY J.F., GOTO M., HAYWARD A.C., LELLIOTT R.A. Y SCHROTH M.N. 1980. Review of Plant Pathology 59 (4), 153- 168.

• FAHY P.C. Y PERSLEY G.J. 1983. *Plant Bacterial Diseases. A Diagnostic Guide*. Academic Press, London, 393 pp.

• GARCÍA M., LÓPEZ M.M., ARAMBURU J.M. 1984. La veta negra de la escarola, causada por la bacteria *Pseudomonas cichorii*. *Agrícola Verger* 26, 83-84.

• GOIDAMICH G. 1968. *Manuale di Patologia Vegetale, Vol. III*. Ed. Agricola Bologna, 456 pp.

• LÓPEZ M.M. 1984. Bacteriosis del tomate en España. *Horticultura* 17, 35-42.

• LÓPEZ M.M., NOVAL C., PALAZÓN I. 1989. Bacterias fitopatógenas identificadas en España. 1989. *Phytoma España* 11, 28-35.

• LÓPEZ M.M., 1991. Principales bacteriosis de las plantas hortícolas en España. *Phytoma* 30, 26-32.

• SAETTLER A.W., SCHAAD M.W., ROTH D.A. 1989. *Detection of bacteria in seed*. APS, St Paul, Minnesota 122 pp.

NEMATODOS

ELVIRA FRAPOLLI DAFFARI

Delegac. Agricultura (Málaga)

Los cultivos hortícolas son huéspedes de varios géneros de nematodos: *Meloidogyne*, *Globodera*, *Ditylenchus*, *Pratylenchus*, *Xiphinema*, etc. No obstante, y por su importancia económica, sólo haremos referencia aquí a los nematodos del género *Meloidogyne*. Los daños directos y enfermedades producidas por *Meloidogyne sp.* constituyen uno de los problemas fitopatológicos más importantes a escala mundial.

DESCRIPCIÓN

Los nematodos responsables de los daños severos en los cultivos hortícolas, tanto en invernadero como al aire libre, se denominan "Nematodos formadores de nódulos radiculares", o nematodos del "root-knot". Son conocidos por el agricultor como "batatilla", y constituyen el género *Meloidogyne*, perteneciente a la Familia Meloidogynidae, Orden Tylenchida y Clase Secernentea. Se han descrito más de 50 especies, pero las más comunes

son: *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. hapla*.

Son parásitos obligados, polífagos, que se hallan distribuidos por todo el mundo, pero sobre todo en zonas de clima templado. Se definen como endoparásitos sedentarios, ya que las hembras y las larvas pasan la mayor parte de su vida inmóviles en el interior de las raíces.

La característica diferencial del género *Meloidogyne* es la presencia de un acusado dimorfismo sexual. Las hembras son globosas (0.4-1.5 mm de largo, 0.3-0.7 mm de ancho) y sedentarias, y los machos son vermiformes, muy alargados (1-2 mm de largo), y se mueven libremente. Otra característica es la presencia, en la parte posterior del cuerpo de la hembra, del llamado "patrón perineal", que está formado por la vulva, el ano, y una serie de pliegues o estrías circulares. Dicha estructura tiene carácter taxonómico, ya que su posición, forma, tamaño y elementos son característicos de cada especie.

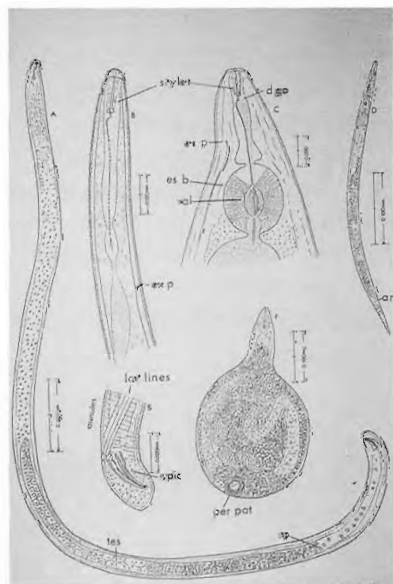


Foto 1 - Esquema de la anatomía de *Meloidogyne*.



Foto 2 - Hembras adultas (Binocular. Fucsina).



Foto 3 - Macho adulto (Microscopio. Fucsina).

Tanto el macho como la hembra y las larvas presentan en la boca un estilete que es usado para perforar las células vegetales y obtener alimento. El sistema reproductor consiste, en los machos, en dos testículos, dos espículas y un gubernáculo. Los órganos reproductores de las hembras están formados por dos ovarios, en los que se forman los huevos, que serán fertilizados y depositados a través del útero y de la vulva, en una masa gelatinosa llamada "ooteca". La reproducción puede ser sexual o partenogenética, dependiendo de varios factores.

El ciclo biológico de *Meloidogyne* es relativamente complejo. Dentro del huevo se desarrolla la larva de 1ª fase, o juvenil de primer estadio o J1, con estilete, la cual sufre la primera muda y sale al exterior, constituyendo el segundo estado larvario ó J2, que es el estadio infectivo propiamente dicho del nematodo; es decir, se mueve a través del suelo en busca de una raíz de la que pueda alimentarse. La larva J2 penetra en dicha raíz, y se abre camino a través de los tejidos corticales con ayuda del estilete, y se aloja, por último, con la cabeza en el cilindro vascular. Comienza la alimentación de la larva J2, asegurada por el jugo celular, y comienza a ensancharse y a desarrollar los órganos reproductores. Esta larva sufre una 2ª muda, dando lugar a la larva de 3ª edad ó J3, en la que comienzan a distinguirse los sexos, y se acentúa el dimorfismo sexual. Los machos crecen longitudinalmente y se enrollan dentro de la cubierta larvaria. Se produce la tercera muda, que da lugar a la J4, en la que son patentes los órganos reproductores. El macho sufre una metamorfosis rápida, saldrá de la cutícula larvaria y dará lugar a la formación de adultos filiformes, que abandonan la raíz e inician su vida en el suelo, donde fecundarán a las hembras. En algunas especies, los machos son raros

y escasean y, en tales casos, las hembras se reproducen partenogenéticamente. Las hembras adultas, que igualmente emergen de la cubierta larvaria, continúan su proceso de ensanchamiento, se hacen globosas con un cuello de tamaño variable. En el interior de las hembras maduras tiene lugar la formación de huevos que, una vez fertilizados, son emitidos en estado unicelular a través de la vulva, en un saco mucilaginoso previamente formado. Dicha masa de huevos puede ser depositada en la raíz, o bien caer al suelo. Si las condiciones ambientales son favorables, comenzará el desarrollo embrionario; de lo contrario, los huevos entran en fase de diapausa para asegurar la supervivencia de los mismos, hasta que las condiciones dejen de ser adversas para su desarrollo. Asimismo, las condiciones ambientales del suelo, como veremos posteriormente, influyen fuertemente en el desarrollo larvario, y en la duración del ciclo biológico.

HUÉSPEDES VEGETALES

Los nematodos del género *Meloidogyne* son polífagos, y se hallan distribuidos por todo el mundo, tanto en zonas de clima frío como templado. Los hospedadores de *Meloidogyne* son numerosos y pertenecen a muchas familias de plantas, con mayor o menor susceptibilidad, entre las que se citan: ornamentales, frutales, hortícolas, patata, vid, cereales, cítricos, pratenses, fresas, remolacha, algodón, tabaco, café, platanera, alfalfa, caña de azúcar, arroz, etc. Dentro de las plantas hortícolas, las especies de *Meloidogyne* atacan a la práctica totalidad de ellas, pudiendo encontrarse en los cultivos de tomate, pepino, berenjena, judía, melón, pimiento, sandía, calabacín, etc., tanto al aire libre como bajo plástico.

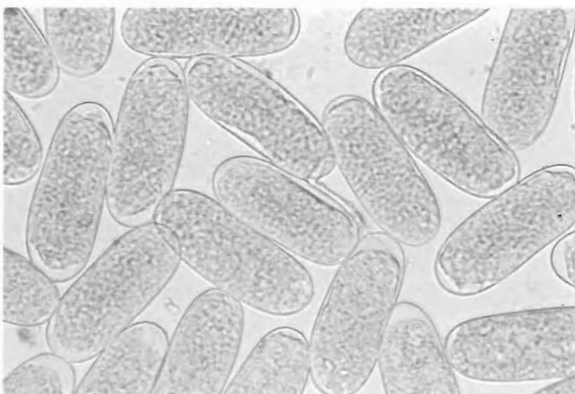
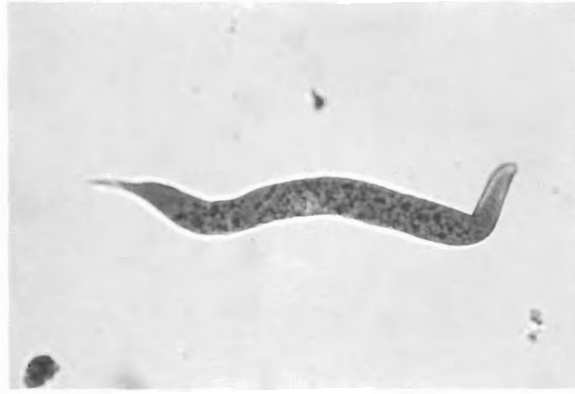
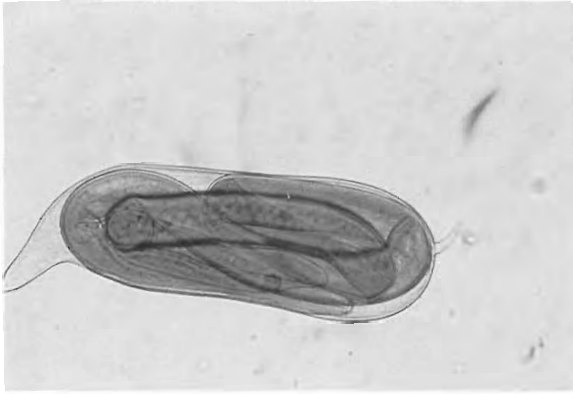


Foto 4 - Huevos en las primeras fases (Microscopio. Azul aigodóni).



Foto 5 - Juvenil de 1.ª fase (Microscopio. Azul algodón).

Foto 6 - Juveniles de 1.^a y 2.^a fase (Microscopio).Foto 7 - Juvenil de 3.^a fase (Microscopio. Fucsina).Foto 8 - Juvenil macho de 4.^a fase (Microscopio. Fucsina).Foto 9 - Juvenil hembra de 4.^a fase. (Microscopio. Fucsina).

DAÑOS Y SINTOMATOLOGÍA

Como en otros nematodos fitoparásitos, los síntomas aéreos producidos por *Meloidogyne*, son similares a los que se manifiestan sobre cualquier planta que tenga un daño o mal funcionamiento del sistema radicular. No obstante, las alteraciones en raíz sí son muy características.

Las larvas de 2.^a fase o J2, mediante estímulos químicos enviados por las raíces de la planta, así como por otros factores, llegan a dicha raíz y penetran en ella abriéndose camino hacia el interior, a través de los tejidos de la corteza con ayuda del estilete, hasta llegar al cilindro vascular. Las larvas J2 comienzan a alimentarse de las células de este tejido, mediante proyecciones del estilete para establecer un bombeo. Muy pronto se empiezan a producir cambios en la estructura de estas células, ya que se van aglutinando y fusionando entre sí, por rotura y disolución de las paredes celulares, creándose, de este modo, las llamadas "células gigantes". El núcleo

de estas células gigantes, se divide varias veces sin que haya división citoplasmática, produciéndose células con muchos núcleos. Debido a estas irregularidades en la mitosis, se producen anomalías en el número de cromosomas. Al mismo tiempo, hay una hipertrofia y proliferación de las células de la epidermis y corteza de la raíz. El resultado es la formación de una agalla o nódulo, que el agricultor conoce como "batatilla", y que dan nombre al parásito (= Root-knot).

En plantas susceptibles, la formación de agallas difiere según la especie de *Meloidogyne* y el cultivo hospedador. En tomate, judía y berenjena, las agallas pueden tener 1 cm, o más de diámetro. En pimiento, pepino, melón, y calabacín son algo más pequeñas.

Además de la formación de nódulos y de células gigantes, las especies de *Meloidogyne* tienen otros efectos importantes en las raíces de las plantas. Las raíces altamente atacadas son mucho más cortas



Foto 10 - Hembras en agallas de raíz de pepino.
(Binocular. Fucsina).



Foto 11 - Hembras en agallas de raíz de pepino.
(Binocular. Fucsina).



Foto 12 - Agallas en raíces de berenjena.

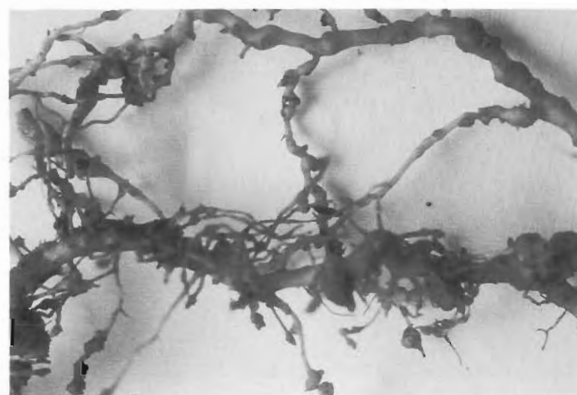


Foto 13 - Agallas en raíces de berenjena.

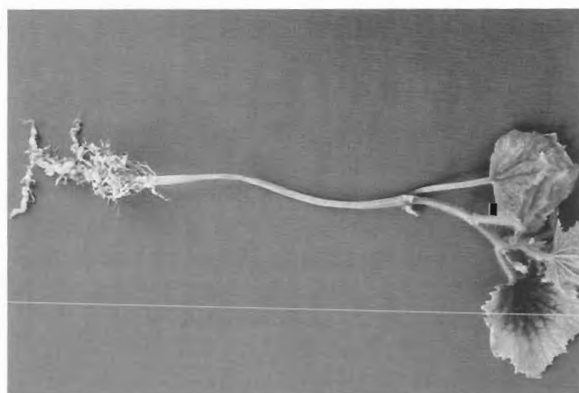


Foto 14 - Idem. Se observan las agallas en raíces.

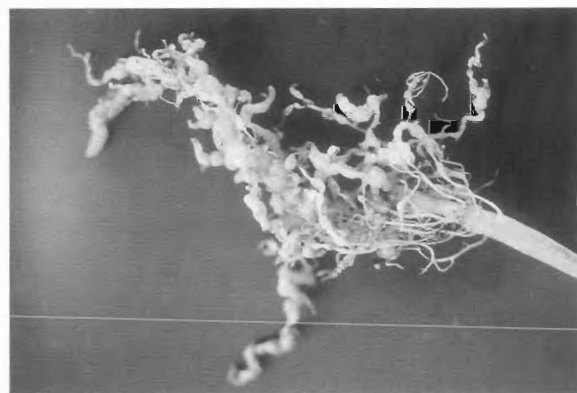


Foto 15 - Agallas en raíces de pepino en más detalle.

que las sanas, tienen menos raíces laterales y menos pelos radiculares. El sistema radicular no absorbe ni transporta el agua y los nutrientes del suelo. Los elementos vasculares en los nódulos se rompen y se deforman, interrumpiéndose mecánicamente el flujo

normal de agua y nutrientes al resto de la planta. Esta deformación en las raíces y su ineficacia funcional causan la paralización del crecimiento, marchitez, y otros síntomas propios de la deficiencia de agua y nutrientes, aun cuando éstos sean abundantes en el

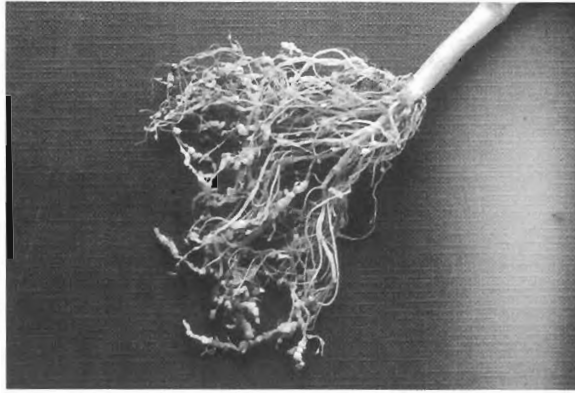


Foto 16 - Agallas en raíces de melón.

suelo. El crecimiento de las plantas disminuye y tiende a ser desigual en la parcela, apareciendo los típicos rodales afectados. Además, cuando se forman las células gigantes y agallas, ocurren una serie de cambios fisiológicos en las plantas, que contribuyen a la reducción del crecimiento. Parece que las raíces con agallas cambian su metabolismo, en el sentido de una mayor producción de proteínas y de un menor transporte de sustancias reguladoras del crecimiento (N, P, K, Azúcares, etc.), así como de menos intermediarios de la fotosíntesis, al resto de la planta, por lo que la tasa fotosintética en las hojas

también disminuye. Por otro lado, las especies de *Meloidogyne*, preparan o predisponen a las plantas para la infección por hongos y bacterias, bien porque las heridas son la vía de entrada, o bien, porque cambian la susceptibilidad de la planta frente a estos otros patógenos.

Todos estos efectos se suman en un proceso integrado, que tiene como resultado final, la disminución o incluso la supresión de la producción de la planta, y la merma en el cultivo, con las consiguientes implicaciones económicas.



Foto 17 - Daños en raíces de una planta de tomate. (Batatilla).

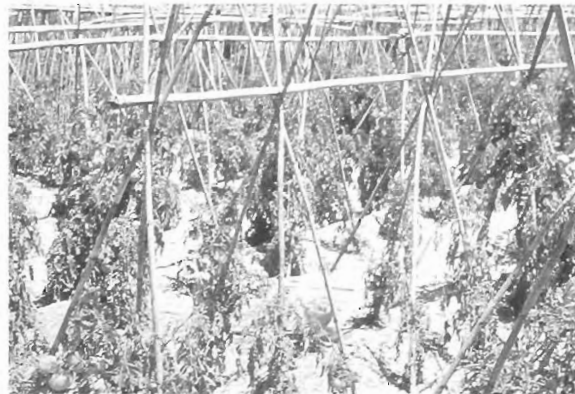


Foto 18 - Daños en cultivo de tomate al aire libre. (Rodalet).

HÁBITATS PREFERENCIALES

De acuerdo al ciclo biológico de *Meloidogyne*, son dos los habitats en los que podemos encontrar los distintos estadios de dicho nematodo: suelo y raíz de un cultivo susceptible. En suelo infectado (sin cultivo), nos encontraremos fundamentalmente,

juveniles de 2ª fase (estado infectivo del nematodo), algunos machos adultos (de vida libre), así como huevos en distintas fases del desarrollo embrionario. En raíz del cultivo atacado tendremos las fases sedentarias, que son: hembras adultas, juveniles de 3ª y de 4ª fase, y huevos.



Foto 19 - Plántula de pepino con muy bajo crecimiento.



Foto 20 - Rodales en cultivo de pepino.

Según este esquema, la toma de muestras para la detección de dicho nematodo puede hacerse de suelo o/y raíces del cultivo. La distribución espacial de los nematodos en la parcela no es homogénea, sino que se localiza por focos o rodales, que se extienden con bastante rapidez. Antes de iniciar un cultivo hortícola la variable a evaluar sería la población de juveniles J2 en el suelo. Los nematodos de los nódulos radiculares se multiplican logarítmicamente por varias generaciones durante la época de crecimiento. Se estima que si el 5 % de 500 huevos producidos viven para reproducirse, los números serían de: 25; 625; 15625; 390625 sólo en cuatro generaciones. En plantas susceptibles, la población se incrementa rápidamente; una pequeña infestación en el terreno en la temporada de crecimiento puede convertirse en una fuerte infestación a

media temporada y resultar en un daño severo para el desarrollo de la planta, reduciendo la cantidad y calidad de la cosecha. Existe, sin embargo, una gran variabilidad de comportamiento de *Meloidogyne* en estrecha dependencia con los factores bióticos y abióticos que posteriormente analizaremos. Por ello, no existe un criterio de intervención, ni umbrales de peligrosidad, ni metodología de muestreo, establecidos.

ENEMIGOS NATURALES

Existen abundantes pruebas empíricas de que los nematodos fitoparásitos son atacados por diversos organismos del suelo. A continuación se describe la acción depredadora o parasitaria de cada uno de ellos.

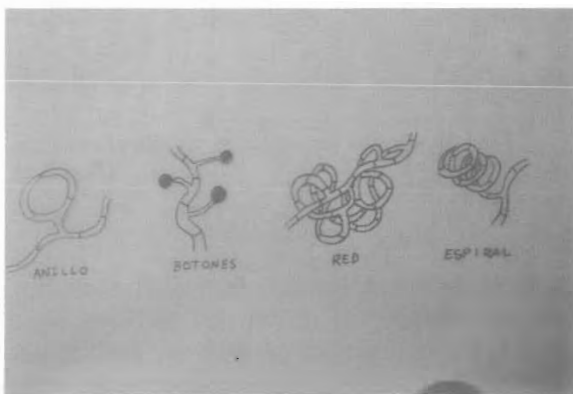


Foto 21 - Tipos de estructuras de captura de los hongos nematófagos.

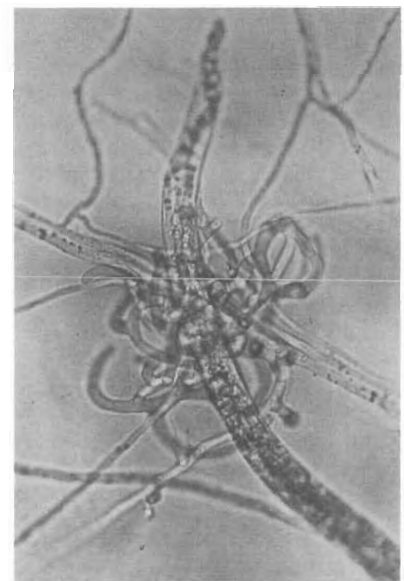


Foto 22 - Red de *Arthrobotrys irregularis* capturando una larva.

PREDADORES

HONGOS NEMATÓFAGOS

Destaca el género *Arthrobotrys*, especialmente presente en suelos ricos en materia orgánica. La acción depredadora de este hongo está basada, fundamentalmente, en la captura del nematodo mediante órganos más o menos especializados y secreción de un mucus pegajoso. La morfología de estas estructuras para la captura, varía desde una simple hifa indiferenciada, hasta aparatos atrapadores altamente especializados, tales como redes adhesivas, botones, anillos constrictores, etc. Tales órganos crecen sobre el micelio del hongo y actúan como trampas, capaces de inmovilizar al nematodo. Una vez realizada la sujeción, atraviesa la cutícula del nematodo, penetra en el cuerpo, se ramifica en él, y lo vacía de todo contenido. Estos hongos, además de trampas adhesivas, producen a veces algunas toxinas que provocan la paralización o muerte de sus presas, inmediatamente.

Para que la acción de los hongos predadores sea máxima, es preciso que estos hongos se encuentren bajo las condiciones óptimas de pH, humedad, temperatura, salinidad y contenido de materia orgánica.

NEMATODOS DEPREDADORES

Algunas especies de nematodos, pertenecientes a los géneros *Mononchus* y *Seinura*, son depredadores de nematodos, hongos, algas, y otra microfauna del suelo. Estos depredadores presentan una especie de ventosa armada de uno o más dientes puntiagudos. De esta manera, punzan o rasgan la pared del cuerpo de su presa y succionan los órganos internos (*Mononchus*). Otros, se encuentran armados con un estilete, con el que taladran a su presa y succionan el contenido corporal, o bien inyectan una secreción que le paraliza casi instantáneamente (*Seinura*).

OTROS DEPREDADORES

Este grupo complejo, lo constituyen una serie de organismos que han sido encontrados en densidades variables en muchos suelos agrícolas. Este grupo está integrado por Tardígrados, Turbelarios, Colémbolos, Acaros y Enquitreidos. Su acción no está aún demasiado estudiada, pero son agentes importantes en el mantenimiento del equilibrio biológico del suelo.

PARÁSITOS

BACTERIAS

Recientemente se ha estudiado bastante un parásito bacteriano, llamado *Pasteuria penetrans*. Las esporas bacterianas se adhieren a la cutícula de las larvas J2 en el suelo. Tras la germinación de estas esporas, se forma un tubo germinal que atraviesa la cutícula y penetra en el interior del cuerpo del nematodo, y da origen en él, a una microcolonia que prolifera ocupando todos los órganos del nematodo. Allí se produce la esporulación de la bacteria, formándose endosporas que llenan todo el cuerpo del nematodo, el cual cesa su desarrollo. Con la desintegración del nematodo, se liberan las esporas bacterianas en el suelo, hasta contactar con otro nematodo. Las esporas se dispersan en el suelo con el agua o las labores, pudiendo persistir durante largos períodos de tiempo en condiciones desfavorables.

PROTOZOOS

Los nematodos están expuestos a infecciones por esporozoarios, parásitos externos e internos, que les ocasionan la muerte.

HONGOS

Son efectivos enemigos naturales de los nematodos. Se han identificado unas 140 especies de hongos parásitos de nematodos; entre ellas podrían citarse: *Catenaria* sp., *Harposporium anguillulae*, *Nematoctonus* sp., *Verticillium chlamidosporium*, *Nemathophtora agynophila*, *Fusarium* sp., *Phytophthora* sp., *Paecilomyces lilacinus*, *Dactylella oviparasitica*, etc. El parasitismo se manifiesta básicamente al llenarse el cuerpo del nematodo de esporas o de micelio del hongo, con la consiguiente muerte del nematodo. Las esporas quedan diseminadas en el suelo. Algunos de estos hongos son específicos de ciertas fases del ciclo del nematodo, y otros pueden parasitar cualquier fase.

VIRUS

Dado su potencial patógeno, se ha tratado de localizar, sin demasiado éxito, virus que afecten a nematodos. Se ha aportado alguna experiencia en la que se manifiesta cierta inactividad de *M. incognita*, presumiblemente causada por un virus. Los juveniles de este nematodo eran incapaces de formar agallas. Sin embargo, no se encontró ninguna partícula vírica en dichos nematodos.

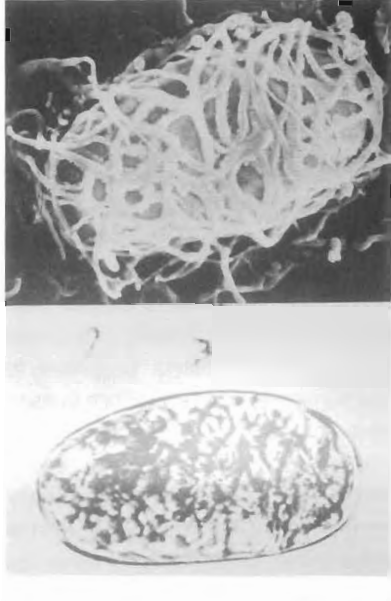


Foto 23 - Micelio de *Paecilomyces lilacinus* parasitando huevos.

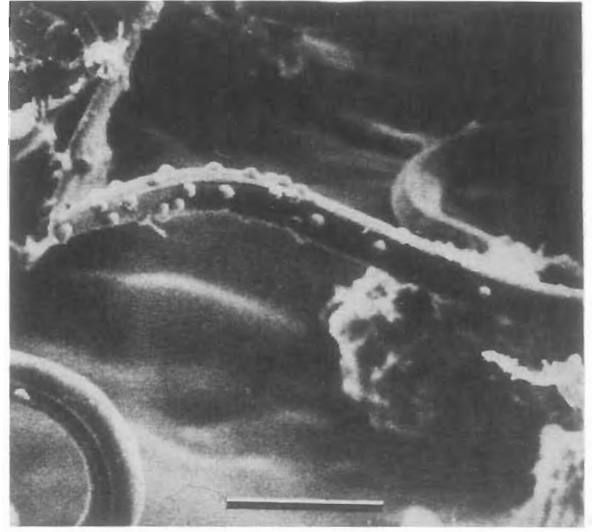


Foto 24 - Esporas de *Pasteuria penetrans* parasitando larvas.

llas. Sin embargo, no se encontró ninguna partícula vírica en dichos nematodos.
RICKETTSIAS

Son microorganismos intracelulares semejantes a las bacterias. Se han encontrado en especies de nematodos formadores de quistes.

tenogénesis, está regida por mecanismos nutricionales, además de otros factores. Generalmente, cuando el alimento es abundante, la mayoría de las larvas se desarrollan como hembras. Cuando el suministro de alimento es limitado, la proporción del sexo se inclina hacia los machos.

FACTORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS

ENEMIGOS NATURALES

FACTORES BIÓTICOS

Normalmente, más de un microorganismo concurre de forma natural con los nematodos fitoparásitos en una rizosfera particular. El balance originado puede manifestarse en la forma de parasitismo directo, depredación, o liberación de metabolitos tóxicos.

DISPONIBILIDAD DE ALIMENTO

EDAD DEL HUÉSPED Y DEL NEMATODO

La disponibilidad de alimento influye, por un lado, en el ciclo biológico de *Meloidogyne*. Al ser un parásito obligado, sólo puede completar su desarrollo en presencia de raíces (células gigantes) de las que pueda alimentarse, ya que sus reservas alimenticias son muy limitadas.

Parece que hay una relación inversa entre la edad de la planta y el número de agallas radiculares formadas por las especies de *Meloidogyne*. También influye la edad de las larvas. A mayor edad de las larvas, menor infectividad.

Por otro lado, influye en la capacidad infectiva de las larvas J2. En ausencia de alimento, los juveniles J2 agotan sus reservas, se forman vacuolas en su cuerpo, aumenta la tasa respiratoria y el envejecimiento, con lo que disminuye la infectividad.

RECUBRIMIENTO VEGETAL

Por último, la determinación del sexo, como en la mayoría de las especies que se reproducen por par-

Es un factor importante, pues condiciona a su vez otros factores, como temperatura, humedad, radia-

COMPETENCIA ENTRE NEMATODOS

Las especies de nematodos endoparásitos pueden interactuar compitiendo entre ellos por un espacio dentro de la raíz para establecer su sitio de alimentación.

RESISTENCIA DE LA PLANTA HUÉSPED

La resistencia al ataque de nematodos, y concretamente a especies de *Meloidogyne*, puede definirse como una característica o un conjunto de características de las plantas, que inhibe la reproducción de una o más especies de estos fitoparásitos.

Las plantas hospedantes se pueden clasificar como susceptibles, resistentes e inmunes, según la capacidad que tengan los nematodos de reproducirse en ellas:

- Susceptibles.- Plantas en las que la reproducción de los nematodos es normal. Un gran porcentaje de larvas J2 se desarrollan y llegan a producir huevos.

- Resistentes.- El porcentaje de larvas que llegan a producir huevos es menor que en las susceptibles. Según este porcentaje, se dividen a su vez en: Ligeramente resistentes, moderadamente resistentes, muy resistentes y altamente resistentes.

- Inmunes.- Plantas en las que la reproducción de los nematodos no es posible.

Las plantas pueden ser también "tolerantes" a los nematodos. Esto significa que son capaces de crecer satisfactoriamente y dar buen rendimiento, aunque sean susceptibles a los nematodos. En ellas se forman sólo nódulos muy pequeños cuando son atacadas, o bien poseen un sistema radicular extraordinariamente grande, tal que compensa los daños causados por los nematodos. Sin embargo son plantas que aumentan mucho las poblaciones de *Meloidogyne*, lo cual es peligroso para un cultivo susceptible posterior.

METABOLITOS

Además de la capacidad de depredación y/o parasitismo, muchos de los microorganismos del suelo pueden dañar bioquímicamente a los nematodos, mediante la producción y liberación de metabolitos tóxicos. Dichos microorganismos tienen su origen en la descomposición de residuos vegetales y animales,

y pertenecen en su mayoría al grupo de las bacterias (*Bacillus thuringiensis*, *Clostridium butyricum*, *Desulfovibrio desulfuricans*, etc.), o de los hongos (*Streptomyces avermectilis*, *Paecilomyces lilacinus*, etc), con propiedades antibióticas y nematocidas.

Otros productos metabólicos de ciertos microorganismos del suelo, no son tóxicos, sino que pueden actuar como estimulantes de la incubación de algunos nematodos, ocasionando la eclosión prematura. Pero parece que los juveniles prematuramente emergidos no son infectivos, o son "blanco" de la microfauna del suelo.

FACTORES ABIÓTICOS

TEMPERATURA DEL SUELO

La temperatura afecta a actividades vitales de los nematodos, tales como, la puesta, reproducción, ciclo biológico, movimiento, desarrollo, supervivencia, invasión de raíces, etc. Aunque existen especies adaptadas a climas fríos como *M. hapla*, o a climas tropicales o templados como *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica*, los límites dentro de los cuales se producen las condiciones óptimas son de 15° a 30° C. Temperaturas por debajo de 5 °C, o por encima de 35 °C, son fatales para la mayoría de los nematodos.

HUMEDAD DEL SUELO

Los nematodos requieren un medio húmedo para moverse y desarrollar sus actividades sobre las raíces. La emergencia de juveniles también está fuertemente influida por la humedad del suelo. Las mejores condiciones de humedad para ellos se producen cuando el contenido de agua en el suelo se limita a una película delgada, envolviendo las partículas del suelo. Probablemente, el contenido de humedad óptimo, para el desarrollo normal de las actividades vitales de los nematodos, se encuentra entre el 40 y el 80 % de la capacidad de retención del suelo. La sequía excesiva puede frenar o incluso matar a los nematodos. Parece que los huevos de la mayoría de las especies sobreviven a la sequía, protegidos por la capa mucilaginosa que los envuelve. Igualmente el encharcamiento prolongado no es favorable para el desarrollo de los nematodos. Este exceso de agua disminuye o anula la aireación del suelo. Los nematodos son aerobios, por lo que la falta de oxígeno y la presencia de toxinas liberadas por organismos anaerobios, tienen influencia negativa sobre sus poblaciones.

TEXTURA DEL SUELO

La actividad locomotriz de los nematodos depende, por tanto, del diámetro de los poros y del tamaño de las partículas del suelo, sin perder de vista la interdependencia con la aireación y contenido de humedad del suelo. La gran variación entre ambos factores hace difícil el generalizar, dando un tipo de suelo ideal para los nematodos. Existe, al parecer, acuerdo general entre la mayoría de los nematólogos para establecer que las especies de *Meloidogyne* habitan una gran variedad de tipos de suelo, pero su ataque es más severo y provoca más daños en suelos arenosos que en los arcillosos.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL SUELO

La constitución química de los componentes del suelo incluye salinidad, pH, materia orgánica, fertilizantes y biocidas. La incubación de los huevos y la supervivencia de las larvas pueden verse influidas por varias sales e iones. La eclosión de los huevos de *Meloidogyne* puede inhibirse por efectos osmóticos de sustancias químicas disueltas en agua. Sin embargo, pueden tolerar presiones osmóticas de hasta 10 atmósferas, aunque durante períodos cortos.

La variación del pH dentro del suelo, entre 5 y 8, tiene poco efecto. Si el pH está en un intervalo favorable para el desarrollo de la planta, los nematodos estarán activos.

Los fertilizantes y la materia orgánica pueden influir sobre las poblaciones de nematodos de forma indirecta, al aumentar el desarrollo en la planta huésped, y aumentar las poblaciones de hongos antagonistas. Por el contrario, el uso de materias activas puede destruir algunos de los enemigos naturales de los nematodos y provocar un aumento en la población de estos últimos en el suelo.

RIZOSFERA

Además de servir como fuente de alimentación para los nematodos, las raíces de las plantas también pueden modificar el ecosistema "suelo", disminuyendo la concentración de nutrientes minerales, agotando la humedad disponible, aumentando el contenido de CO₂, reduciendo el de O₂, y contribuyendo con una variedad de sustancias por exudación. Estos exudados radiculares, en general, aumentan la eclosión de huevos de *Meloidogyne*, y ayudan a lograr el movimiento de las larvas en el suelo en dirección hacia las raíces, al ser detectados por un par de órganos sensoriales (anfidios) que tie-

nen los nematodos en la cabeza. En otras ocasiones, las exudaciones de las raíces pueden tener un efecto tóxico para los nematodos, reduciendo así los niveles de población de dichos parásitos del suelo.

AIREACIÓN

Los nematodos son aerobios. La ausencia de oxígeno, así como las toxinas liberadas por determinados organismos anaerobios, tienen un efecto negativo sobre sus densidades poblacionales.

PÉRDIDAS OCASIONADAS

Como se analizó en el apartado de daños, los nematodos del género *Meloidogyne* hacen que el sistema radicular de las plantas atacadas no utilice el agua y nutrientes del suelo, interrumpiéndose mecánicamente el transporte de éstos y otros elementos hacia el resto de la planta, provocando una pérdida de crecimiento en esa planta, y mermando la producción del cultivo con las consiguientes consecuencias económicas.

Las pérdidas de cultivo, estimadas mundialmente debidas a *Meloidogyne*, son de un 5 % aproximadamente. La mayor parte de la pérdida afecta a los pequeños agricultores de los países en desarrollo. Sus pérdidas pueden ser de 25 a 50 % sobre grandes áreas de cultivo.

Además de las pérdidas directamente originadas por *Meloidogyne*, hay que señalar la importancia que sobre la salud de la planta tienen las interacciones que dicho nematodo presenta con determinados hongos y bacterias, dando lugar a las "asociaciones patológicas" llamadas "complejos". Se han observado asociaciones de *Meloidogyne* con los siguientes géneros de hongos: *Fusarium*, *Alternaria*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Verticillium*, *Botrytis*, *Pythium*, *Penicillium*, etc. y con bacterias, tales como: *Pseudomonas solanacearum*, *Agrobacterium tumefaciens*, *Corynebacterium insidiosum*, etc.

La mayoría de los trabajos indican una relación asociativa inductora o sinérgica de los nematodos en la enfermedad producida por hongos. Las pérdidas ocasionadas por tales asociaciones tanto en rendimiento como en la calidad del cultivo son más graves que las provocadas por dichos agentes por separado.

Con frecuencia es el nematodo el agente predisponente a dichas asociaciones, al causar cambios fisiológicos en las plantas atacadas, que conllevan, a su vez,

cambios en la susceptibilidad de las plantas, e incluso ruptura de la resistencia a esos otros patógenos.

Otras veces, como ocurre con bacterias y virus, las heridas ocasionadas por el nematodo son la vía de entrada a partir de la cual pueda estabilizarse la población de estos otros patógenos e invadir los tejidos sanos.

Por último, no hay que olvidar la importancia de los nematodos en la dispersión de las esporas del hongo.

CONTROL

El control de los nematodos pertenecientes a las especies de *Meloidogyne* presenta dificultades debidas a sus propias características. Su resistencia a las condiciones adversas y su elevada tasa de reproducción, cuando encuentran un hospedante favorable, hacen posible el desarrollo de elevadas poblaciones del mismo. Una vez establecido en un suelo es muy difícil su erradicación total. Las medidas de control están basadas, lógicamente, en el manejo intencional de los factores bióticos y abióticos que influyen en su supervivencia.

MEDIDAS PREVENTIVAS

Entre estos métodos está el control fitosanitario de los viveros, exigiendo sólo material vegetativo rigurosamente sano. Hay que evitar la propagación a través de: agua de riego, maquinaria, animales, aperos, calzado, etc. Las especies de *Meloidogyne* se pueden encontrar en tubérculos, rizomas, bulbos, y raíces, por lo que hay que cuidar que este material esté exento de nematodos.

MEDIDAS CULTURALES

ROTACIÓN DE CULTIVOS

Puesto que los nematodos del género *Meloidogyne* son fitoparásitos obligados, no pueden alimentarse ni reproducirse a menos que existan plantas susceptibles en crecimiento. Si se mantiene un campo sin plantas susceptibles, los niveles de nematodos se reducirán a un corto número y, por último, desaparecerán, ya que, además, las larvas en el suelo serán atacadas por sus enemigos naturales. Sin embargo, la rotación de cultivos resulta poco eficaz en el caso de *Meloidogyne*, ya que sus especies son muy polífagas.

Un requisito fundamental para que tenga éxito el control por rotación o alternancia, es la eliminación de malas hierbas. Las especies de *Meloidogyne* pueden reproducirse en numerosas malezas.

BARBECHO

Con esta práctica se consigue el control de nematodos (huevos y larvas en el suelo) por inanición, y por desecación y calor. El barbecho es, por tanto, muy efectivo en áreas de baja precipitación y altas temperaturas, y zonas en que se crean largos períodos de sequía. En algunos climas, las poblaciones de *Meloidogyne* de los campos pueden ser reducidas por barbechos a intervalos de 2 a 4 semanas, durante la estación seca.

ENMIENDAS ORGÁNICAS

La acción desarrollada por la estercolada contra los nematodos puede deberse, a las altas temperaturas alcanzadas en la fermentación, a los subproductos metabólicos tóxicos o inhibidores eliminados en alta concentración en la descomposición de dicha materia orgánica, a la aportación de microorganismos antagonistas (hongos, bacterias, etc.) que descomponen la materia orgánica y otros enemigos naturales, y a una mejoría en las condiciones de fertilidad, que permite el mejor desarrollo de las plantas. Todo ello conduce a una reducción de los niveles poblacionales de nematodos en el suelo.

Los estiércoles frescos, sin embargo, son poco recomendables ya que pueden producir quemaduras en las raíces.

INUNDACIÓN

Se presume que la inundación elimina los nematodos por inanición; además disminuye el contenido de oxígeno del suelo, lo que puede producir su muerte por asfixia.

Los resultados de investigaciones iniciales indicaron que se necesita una inundación que dure de 12 a 22 meses, para eliminar del suelo a los nematodos del género *Meloidogyne*, a una profundidad de 10 cm o más.

Algunas desventajas de la inundación son, la posibilidad de que aparezcan nuevas plagas, así como cambios inapropiados en la estructura, fertilidad y pH del suelo.

PLANTAS "TRAMPA" Y "ANTAGÓNICAS"

Existen una serie de plantas llamadas "trampa" o "antagónicas", que son muy susceptibles a la invasión por nematodos y de rápido crecimiento. Si la planta se destruye antes de que los nematodos lleguen al estado de madurez, éstos se inmovilizan y mueren al no poder completar su desarrollo, y la reproducción no se efectúa. Tiene el inconveniente de que el agricultor tiene que sembrar una planta y destruirla sin obtener ningún ingreso de ella.

Las raíces de ciertas plantas exudan sustancias químicas tóxicas para los nematodos. Se llaman plantas "nematófugas". Dichas sustancias, al igual que las de la planta huésped, ponen en movimiento a la larva infectiva, pero una vez que llega a la raíz, es incapaz de alimentarse a partir de ella, interrumpiéndose el ciclo del nematodo, el cual muere por inanición. El *Tagetes patula*, o caléndula, y el espárrago, son ejemplos de estas plantas nematófugas, cuyas secreciones radiculares tienen un efecto nematicida, aunque no hay aún acuerdo en la naturaleza de dichas sustancias. Este *Tagetes* se siembra antes de que se establezca el cultivo y, una vez que se vaya a proceder al trasplante, se siega el *Tagetes* para, seguidamente, practicar una labor superficial de enterrado. Se han citado especies de *Tagetes*, eficaces en el control de otros nematodos, tales como *Pratylenchus*, *Trichodorus*, etc.

En general, los métodos culturales tienden a entorpecer el desarrollo del nematodo, limitando el alimento a su disposición, o mejorando las condiciones de cultivo. No obstante, la presión económica sobre el uso de la tierra, así como el elevado coste de algunas de ellas, limitan el empleo de dichas prácticas.

MÉTODOS BIOLÓGICOS

El control biológico de nematodos se basa en la utilización deliberada de los fenómenos de antagonismo, depredación, y parasitismo que se producen de forma natural entre los organismos del suelo.

HONGOS NEMATÓFAGOS

Aunque el mecanismo de depredación usado por los hongos nematófagos pueda parecer perfecto, no obstante, llevar a cabo con éxito tal tipo de lucha biológica, supone salvar los numerosos inconvenientes que conlleva la correcta implantación del hongo en el terreno de cultivo (requisitos físico-químicos y nutricionales, preparación en masa, etc).

Tras una serie de ensayos, en París, de 31 especies de hongos nematófagos aislados, se han llegado a desarrollar preparados comerciales de 2 especies del género *Arthrobotrys*, el más interesante de estos hongos.

Uno de estos preparados es de la especie *A. robusta*, para controlar *Ditylenchus miceliophagus*, un nematodo micófago, peligrosa plaga del cultivo del champiñón en París. Su nombre comercial es ROYAL 300, y ha puesto de manifiesto su eficacia. El otro preparado, es de la especie *A. irregularis* (cepa 1141 b), comercializado bajo el nombre de ROYAL 350 o SOIMYCEL S 350, el cual se ha mostrado eficaz en la captura de larvas de 2ª edad del nematodo de los nódulos radiculares (*Meloidogyne*).

Arthrobotrys irregularis se comercializa en forma de gránulos entre los que se entremezclan hifas del hongo y centeno cocido, muy apropiado para su distribución. Este preparado, acondicionado en frascos de plástico de 2.5 litros, se incorpora al suelo con facilidad y de manera homogénea. Cada gránulo constituye un microinóculo a partir del cual el hifomiceto se extiende como en manchas de aceite. Presenta, pues, un desarrollo rápido.

Como requerimientos, antes de su aplicación se ha de desmenuzar bien con las manos ya que los granos de cereal y el micelio del hongo constituyen un bloque. De esta forma se consigue individualizar cada grano y se obtiene un producto fácil de distribuir a voleo. La dosis de aplicación es de 140 gr/m², o sea 1400 Kg/Ha, si su aplicación se realiza un mes antes de la plantación o siembra. Si se realiza unos meses antes de la plantación la dosis se puede disminuir (tiempo necesario para que el hongo colonice el suelo). Una vez distribuido el producto sobre el terreno, se entierra de forma superficial mediante un pase ligero de rotavator. Requiere humedades comprendidas entre 40 ó 60 por ciento. El hongo se desarrolla en el suelo a partir de 5 °C siendo los 25°C la temperatura óptima para su desarrollo. Si las temperaturas son superiores a 35 °C se interrumpe el desarrollo normal del hongo. El pH óptimo del suelo, es neutro o ligeramente alcalino, no inferior a 6.4. El contenido en materia orgánica debe ser, por lo menos, igual (o mayor) al 0.8 % y la salinidad debe ser inferior a 3 por mil. Si se siguen estas recomendaciones, ni herbicidas, ni fumigantes provocan la destrucción del micelio de ROYAL 350, mostrando su eficacia en el control de larvas de *Meloidogyne*.

BACTERIAS

A través de ensayos bajo condiciones de laboratorio y campo, se ha puesto de manifiesto la eficacia

de *Pasteuria penetrans*, en la reducción de poblaciones de nematodos fitoparásitos tales como *Meloidogyne* y *Pratylenchus*. Ahora bien, existen dificultades a la hora de cultivar *Pasteuria penetrans* en los medios de cultivo tradicionales para bacterias.

NEMATODOS PARÁSITOS

Los experimentos de laboratorio indican que *Paecilomyces lilacinus* crece bien en rangos de temperatura entre 15° y 30 °C, con un crecimiento óptimo entre 25 y 30 °C. Se disemina con bastante rapidez, y en corto período de tiempo llega a ser la especie predominante donde es aplicado, con un efecto bastante duradero. Asimismo, su adaptabilidad a un rango de pH del suelo, como su compatibilidad con muchos fungicidas y nematicidas, unido a su eficacia, le hacen un buen agente de biocontrol.

En Filipinas, se comercializa bajo el nombre de BIOCON. La aplicación al suelo es sencilla, dado que coloniza con rapidez numerosos estratos orgánicos, aunque son necesarios nuevos estudios.

La lucha biológica contra los nematodos, por tanto, no parece ser una utopía. Cada suelo de cultivo, encierra de forma natural, agentes biológicos que contribuyen a la reducción de las poblaciones de nematodos. El principal obstáculo para la difusión de los métodos biológicos, es la lentitud de su acción y la ausencia de resultados espectaculares comparados con los efectos de los nematicidas. Si bien no constituye una solución o alternativa directa a la aplicación de nematicidas en las condiciones actuales, sí contribuye a diversificar y mejorar la gama de acciones posibles frente a la acción destructiva de los nematodos fitoparásitos. Se necesitan, por tanto, continuas investigaciones en este terreno, con el fin de conjugar armónicamente la rentabilidad económica de tales métodos y el respeto del equilibrio ecológico.

MÉTODOS QUÍMICOS

FUMIGANTES

Son un conjunto de compuestos, en general dotados de gran volatilidad que, una vez aplicados bajo la superficie del suelo, se evaporan y disuelven en el agua del suelo, difundándose por esta vía. Deben ser aplicados en pre-siembra o pre-trasplante dada su fitotoxicidad. Hay que tomar una serie de precauciones para conseguir un correcto sellado, que van

desde simples labores de gradeo, apisonado, riego ligero, hasta la utilización de grandes láminas de plástico que se extienden por toda la parcela y cuyos bordes se sellan también. Es necesario efectuar labores que permitan la aireación del suelo y faciliten el paso del producto a la atmósfera. Su aplicación requiere, casi siempre, equipo y personal especializado.

Existen dos grupos de nematicidas fumigantes :

- Hidrocarburos alifáticos halogenados.

Bromuro de metilo
1,3 dicloropropeno

- Liberadores de Metil-isotiocianato.

Dazomet
Dicloropropeno-dicloropropano+
metilisotiocianato Metam-Sodio

Estos fumigantes penetran directamente en el cuerpo del nematodo, a través de la cutícula, poniéndose en contacto con los lugares específicos de actividad fisiológica, y causando aniquilación de una gran variedad de enzimas y proteínas. De esta manera, detienen varios procesos vitales y provocan la muerte inmediata.

NO FUMIGANTES

Son una gama de productos que se formulan en forma líquida o en gránulos. Tienen una volatilidad muy baja y su difusión en el suelo depende de la difusión del agua. Las numerosas investigaciones revelaron las ventajas que ofrecen, en comparación con los fumigantes: poco fitotóxicos, facilidad de aplicación, dosis menores, menor poder residual, sistémicos, etc. A las dosis recomendadas no suelen dañar a las plantas ya nacidas.

Existen dos grupos de nematicidas no fumigantes:

- Fosforados

Fenamifos
Etoprofos

- Carbamatos

- Aldicarb
Carbofurano
Oxamilo

Estos nematicidas actúan inhibiendo la actividad neuromuscular, lo cual no produce la muerte directa

pero afecta a actividades vitales, como son : movimiento, alimentación, infección, reproducción, eclosión, emergencia, osmorregulación, etc., y, en definitiva, reduciendo de forma indirecta sus poblaciones en el suelo, ya que, además, son fácil presa de sus enemigos naturales.

Casi todos los nematicidas controlan la mayoría de las especies de nematodos fitoparásitos en el suelo, pero se ha informado que algunos son más específicos. Las especies de *Meloidogyne* mueren prontamente por acción de todos los nematicidas.

El control de nematodos por métodos químicos tiene serias limitaciones: su elevado coste, el empleo de maquinaria especializada, el carácter altamente tóxico, y su peligrosidad de manejo. Asimismo, su elevado poder residual origina serios problemas de contaminación y degradación ambiental.

Hay que resaltar que muchos de los compuestos citados muestran efectos insecticidas o fungicidas, tanto de suelo, como de la parte aérea, por lo que pueden tener un efecto perjudicial sobre organismos que controlan de modo natural a los nematodos.

Asimismo, los tratamientos por sí solos no erradicar el nematodo totalmente, y los nematodos sobrevivientes suelen provocar una reinfestación a partir de capas profundas, o de los bordes de la parcela. Frecuentemente se observa al final del cultivo siguiente, o en el 2º cultivo, una infestación más fuerte. Este hecho está ligado al drástico efecto que ejercen sobre el equilibrio biológico del suelo, originando un "vacío" que conlleva la falta de antagonistas del nematodo y favorece la multiplicación del mismo y la rápida reinvasión del terreno.

MÉTODOS FÍSICOS

Los problemas apuntados anteriormente sobre los nematicidas químicos, han llevado a invertir un considerable esfuerzo en la búsqueda de métodos de control que puedan sustituir o complementar a los anteriores. Junto al control biológico, este esfuerzo ha sido notable en el campo del control físico.

ESTERILIZACIÓN POR VAPOR

Dadas las altas temperaturas que se producen, se obtiene un amplio espectro de organismos muertos, incluyendo plantas nocivas. La estructura de los suelos se hace más granular, mejorando en aireación y drenaje. En contrapartida, puede resultar tóxico

para cierta clase de plantas y puede reducir la germinación de las semillas, para lo cual es aconsejable posponer la siembra por varias semanas después del tratamiento. Se pueden alterar seriamente las propiedades químicas del suelo. El equipo generador de vapor es incómodo y costoso.

AGUA CALIENTE

Este método tiene el propósito de matar los nematodos que se encuentran dentro de las estructuras vegetales (bulbos, tubérculos, raíces, etc.), sumergiéndolos en agua caliente durante períodos cortos de tiempo.

SOLARIZACIÓN

En general, los resultados de la solarización en el control de *Meloidogyne spp.* son muy variables. Algunos autores obtienen resultados satisfactorios, mientras que otros citan resultados inconsistentes. Este hecho no es extraño, dadas las dificultades del control de este nematodo. Existen diferencias en la tolerancia al calor de las distintas fases del ciclo de vida de *Meloidogyne*. La solarización afecta sólo a una parte del ciclo vital del nematodo: aquella que transcurre en ausencia del hospedante. En esta fase del ciclo, el inóculo del nematodo en el suelo consiste en larvas de 2º estado y huevos. Las larvas han de sobrevivir en ausencia de hospedante, a expensas de sus reservas propias, hasta que encuentren las raíces de una planta en la que penetrar para alimentarse y completar su ciclo. Estas reservas constituyen un tercio del contenido de su cuerpo, en forma de lípidos. A medida que se agotan las reservas aparecen vacuolas en su cuerpo. Asociada a esta pérdida de contenido corporal, se observa reducción en la movilidad y, por tanto, de la infectividad. Este proceso está fuertemente influido por la temperatura, dado que el metabolismo y el envejecimiento serán más rápidos cuanto mayor sea la tasa respiratoria, influida a su vez por la temperatura.

También se ha estudiado la supervivencia de huevos de *Meloidogyne* a altas temperaturas. Son más vulnerables en suelo seco que en suelo húmedo. A temperatura de 40 °C todos los huevos mueren en un período de 4 días, en suelo húmedo, y en 3 a 12 horas en suelo seco. El proceso de embriogénesis y eclosión de huevos también está marcadamente influido por la temperatura del suelo. A temperaturas elevadas aumenta la mortalidad de los embriones. A 35°C se inhibe totalmente la embriogénesis, pero después del tratamiento se reanuda de



Foto 25 - Lámina de Polietileno para Solarización.

nuevo. Asimismo los huevos son más resistentes al calor que las larvas debido a la protección de la matriz gelatinosa en que están embebidos.

No se debe omitir el hecho de que la práctica de la solarización es incompatible con el control de *Meloidogyne* mediante la aplicación del hongo nematófago *Arthrobotrys irregularis*, ya que las altas temperaturas alcanzadas durante el acolchado, interrumpen el desarrollo y la actividad del hongo.

Como conclusión se puede indicar que a partir de 35 °C todos los procesos vitales del nematodo se ven afectados negativamente, produciéndose su muerte en un período muy breve. Dado que temperaturas del orden de 35 °C son normales en un suelo solarizado, es previsible un buen grado de control del nematodo mediante la aplicación de esta técnica.

MÉTODOS GENÉTICOS

VARIETADES RESISTENTES

El empleo de variedades de un cultivo resistentes o tolerantes es uno de los mejores métodos de lucha contra los nematodos. Con frecuencia es el único método práctico y económico. Tiene, sin embargo, varios inconvenientes: es un procedimiento a largo plazo, ya que se necesita previamente hacer ensayos en cada zona para comprobar, en cada caso, las cualidades de resistencia y productividad. Por otro lado, es difícil obtener una variedad con resistencia simultánea a varias especies de *Meloidogyne*.

La naturaleza de la resistencia es una de las cuestiones más importantes para futuras investigaciones nematológicas. Desde el punto de vista práctico, las variedades inmunes o altamente resistentes a los nematodos son de gran importancia, ya que constituyen posibles fuentes de resistencia que, a través de la mejora genética, pueden incorporarse a variedades de cultivo hoy susceptibles a los nematodos (pero de alto rendimiento y rentabilidad), para la producción de las variedades resistentes.

Del concepto de resistencia surge el término "raza biológica". Se puede definir como un sector de una especie de nematodo que se diferencia del resto de la especie por su capacidad para atacar a una planta determinada que, por lo general, se considera altamente resistente o inmune a la misma especie de nematodos.

Las pruebas de hospederos estandarizados con poblaciones de *Meloidogyne* de muchas partes del mundo, han revelado la existencia de: 4 razas de *M. incognita*, 2 razas de *M. arenaria*, 1 raza de *M. javanica*, y 1 raza de *M. hapla*.

CONTROL INTEGRADO

Los métodos de control de *Meloidogyne* son variados, pero no se han de considerar de forma aislada, ya que ninguno de ellos es capaz por sí de solo de mantener las poblaciones por debajo de los límites de peligrosidad. Por ello, se tiende, para conseguir un control más efectivo y económico, a no utilizar un solo método de lucha, sino a combinar, de forma racional, aquéllos que resultan más eficaces, según la especie del nematodo, localidad, grado de infestación, hábitat, planta huésped, etc.

Usando la información y experiencia obtenida mediante experimentos de campo, podría desarrollarse un programa de control integrado para nematodos del género *Meloidogyne*, en un cultivo hortícola en invernadero. Una posibilidad de este control integrado sería:

- Solarización del terreno al finalizar el cultivo anterior. Si el grado de infestación es elevado, será necesario desinfectar el suelo con un nematocida.

- Prácticas culturales tales como : enmiendas orgánicas, plantas "trampa", etc.

- Rotación con cultivos resistentes.

- Empleo de variedades resistentes a la especie de *Meloidogyne* predominante.

- Es deseable no perder de vista las medidas preventivas con respecto al material vegetal (semillas, plantones, etc) y de propagación (maquinaria, calzado, agua de riego, etc).

- Por último, es importante inculcar ampliamente las ventajas y beneficios que conlleva este tipo de control, desarrollando el interés de agricultores, técnicos, agentes de extensión, especialistas en mercadeos, etc.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- AKITT, D.B., BOWN, A.W., POTTER, J.W. 1980. Role of Ethylene in the response of tomato plants susceptible and resistant to *Meloidogyne incognita*. *Phytopathology*, 70 (2): 94-97.

- ALAMO, M., TABARES, J.M., RODRIGUEZ, J.M., 1989. La asociación de *Verticillium dahliae* y *Meloidogyne spp.* en cultivo de berenjena bajo protección. Experiencias de sistemas de lucha. Cuadernos de Fitopatología. 3º trimestre: 89-93.

- BARKER, K.R., CARTER, C.C., SASSER, J.N. 1985. *An advanced treatise on Meloidogyne. Vol. II: Methodology.* North Carolina State University. IMP Raleigh, North Carolina 27695. USA. 223 pp.

- BASILE, M., LAMBERTI, F., CARELLA, A. 1988. La fumigazione con bromuro di metile sotto plastiche di tipo differente nella lotta contra *Meloidogyne incognita* su pomodoro. *Informatore fitopatologico*, 3: 69-71.

- BERGESON, G.B. 1971. Response of muskmelon to fumigation for control of *Meloidogyne incognita* following one year of a nonhost crop. *Plant Disease Reporter*, 55 (1): 55-56.

- CAVELIER, A. 1987. Le mode d'action des nematocides non-fumigants. *Agronomie*, 7 (10): 747-762.

- CAYROL, J.C., FRANKWSKI, J.P. 1980. Connaissances nouvelles sur le champignon nematophage *Arthrobotrys irregularis*. *PHM. Revue Horticole*, 203: 33-38.

- CAYROL, J.C. 1984. Modalites d'utilisation du champignon nematophage *Arthrobotrys irregularis* en association avec quelques nematocides chimiques. *PHM. Revue Horticole*, 249: 52-54.

- CAYROL, J.C., 1985. Comment utiliser le champignon predateur *Arthrobotrys irregularis* pour combattre les *Meloidogyne*. *PHM. Revue Horticole*, 262: 23-24.

- CENIS, J.L. 1985. Control del nematodo *Meloidogyne javanica* mediante calor solar (solarización). *An. INIA/Ser. Agric.*, Vol. 28, (Extr.): 121-130.

- CENIS, J.L., FUCHS, P. 1988. Efecto comparado de la solarización y el Metam-sodio en el cultivo del pimiento (*Capsicum annum*) en invernadero. *ITEA*, 75: 21-32

- CENIS, J.L. 1986. Desarrollo de un enfoque cuantitativo de la solarización y aplicación al control del nematodo *Meloidogyne javanica*. Tesis doctoral

- DALMASSO, A., MISSIONIER, J. 1986. La lutte integree contre les nematodes des cultures: interet des varietes resistentes. *Phytoma-Defense des cultures*, Mai: 13-16.

- DEL MORAL, J., ROMERO, M.D. 1979. Técnicas de separación, morfometría y control de *Meloidogyne hapla* en tomate, mediante diversos nematicidas. Badajoz 1977. Boletín Serv. Plagas,5: 165-176.
- EISENBACK, J. D., HIRSCHMANN, H., SASSER, J. N., TRIANTAPHYLLOU, A. C. 1981. *A guide to the four most common species of root-knot nematodes (Meloidogyne species) with a pictorial key*. IMP. North Carolina State University, Raleigh. North Carolina. USA. 48 pp.
- ELGIN, J.H., EVANS, D.W. 1975. Effects of greenhouse sprays on stem and root-knot nematodes. *Plant Disease Reporter*,59 (1): 14-16.
- FERNÁNDEZ, M., ORTEGA, J., 1986. Determinación del nematodo *Meloidogyne incognita* en el suelo, por medio de plantas indicadoras. *Ciencias de la Agricultura*, 27: 18-23.
- FRECKMAN, D.W., CASWELL, E.P. 1985. The ecology of nematodes in agroecosystems. *Ann. Rev. Phytopathol.*,23: 275-296.
- GRECO, N., BRANDONISIO, A., ELIA, F. 1985. Control de *Ditylenchus dipsaci*, *Heterodera carotae*, and *Meloidogyne javanica* by solarización. *Nematologia Mediterranea*,13: 191-197
- HADISOEGANDA, W.W., SASSER, J.N. 1982. Resistance of tomato, bean southern pea, and garden pea cultivars to root-knot nematodes based on host suitability. *Plant Disease*,66 (2): 145-150.
- JOHNSON, A.W., ROHDE, W.A., WRIGHT, W.C. 1982. Soil distribution of fenamifos applied by overhead sprinkler irrigation to control *Meloidogyne incognita* on vegetables. *Plant Disease*,66: 489-491.
- JATALA, P. 1986. Biological control of plant-parasitic nematodes. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 24: 453-489.
- KATAN, J., GREENBERGER, A., ALON, H., GRINSTEIN, A. 1976. Solar heating by Polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogens. *Phytopathology*,66:683-688
- KHAIR, G.T., RALPH, W. 1976. Efficiency of methyl bromide and ethylene oxide in elimination of root-knot nematodes on host plants. *Plant Disease Reporter*,60 (4): 353-355.
- KIMPINSKI, J., JOHNSTON, H.W., MARTIN, R.A. 1987. Influence of aldicarb on root lesion nematodes, leaf disease and root rot in wheat and barley. *Plant Pathology*,36: 333-338.
- LAMBERTI, F., GRECO, N., BASILE, M. 1986. Treatments of soil. Nematological aspects. *Bulletin OEPP*,16: 327-333.
- LAWRENCE, G.W., CLARK, C.A. 1986. Infection and morphological development of *Meloidogyne incognita* in roots of susceptible and resistant sweet potato cultivars. *Plant Disease*,70 (6): 545-547.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1988. *Control de nematodos parásitos de plantas. Vol 4*. Ed. Limusa. Balderas 95, 1º, 06040, México, D.F. 219 pp.
- NGUNDO, B.W., TAYLOR, D.P. 1975. Some factors affecting penetration of bean roots by larvae of *Meloidogyne incognita* and *M. javanica*. *Phytopathology*,65: 175-178.
- OGBUJI, R.O. 1976. Influence of host age of four crop plants on infectiveness of *Meloidogyne arenaria* in Nigeria. *Plant Disease*,60 (9): 759-761.
- RADEWALD, J.D., MCKENRY, M.V., ROBERTS, P.A., WESTERDAHL, B.B. 1987. The importance of soil fumigation for nematode control. *California Agriculture*, Nov-Dec: 16-17.
- RUELO, J.S. 1983. Integrated control of *Meloidogyne incognita* on tomato using organic amendments, marigolds, and a nematicide. *Plant Disease*,67 (6): 671-673.
- SASSER, J.N., CARTER, C.C. 1985. *An advanced treatise on Meloidogyne. Vol I: Biology and Control*. North Carolina State University. IMP. Raleigh, North Carolina. 27695. USA. 422 pp.
- SASSER, J. N., KIRBY, M.F. 1979. Crop cultivars resistant to root-knot nematodes, *Meloidogyne* species, with information on seed sources. IMP. North Carolina State University, Raleigh, North Carolina. 24 pp.
- SAYRE, R.M. 1986. Pathogens for biological control of nematodes. *Crop protection*,5 (4): 268-276.
- SINGH, N.D. 1975. Effect of inoculum level and plant age on pathogenicity of *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchus reniformis* to tomato and lettuce. *Plant Disease Reporter*,59: 905-908.
- SINGH, N.D. 1976. Studies on the population dynamics of selected plant nematodes on three crops. *Plant Disease Reporter*, 60 (9): 783-786.

- SOUTHEY, J.F. 1982. *Plant Nematology*. Her Majesty's Stationary Office.
- TAYLOR, A.L. 1971. *Introducción a la nematología vegetal aplicada*. FAO. Rome 00100. Italy. 131 pp.
- TAYLOR, A.L., SASSER, J.N. 1983. *Biología, identificación y control de los nematodos de nódulo de la raíz (especies de Meloidogyne)*. IMP. North Carolina State University, Raleigh, N.C. 27607. USA. 111 pp.
- VAN DER BEEK, J.G. 1986. Breeding tomatoes for resistance to root-knot nematodes in Algeria. *FAO Plant Prot. Bull.*,34 (4): 187-191.
- VALLOTON, R. 1983. Lucha biológica contra los nematodos. *Revue Suisse d'Agriculture*,6: 33-36.
- VARMA, M.K., SHARMA, H.C., PATHAK, V.N. 1978. Efficacy of *Tagetes patula* and *Sesamum orientale* against root-knot of eggplant. *Plant disease Reporter*,62 (3): 274-275.
- VEECH, J.A., DICKSON, D.W. 1987. *Vistas on Nematology: A commemoration of twenty-fifth Anniversary of Society of Nematologist*. Hyattsville, Maryland. 509 pp.
- WHITEHEAD, A.G. 1986. Techniques of applying nematicides to soil. *Bulletin OEPP*,16: 335-341.

APÉNDICE A

MATERIAS ACTIVAS CON ACCIÓN NEMATOCIDA

MATERIA ACTIVA	FORMULACIÓN	CATEGORÍA	PLAZO SEGURIDAD	NEMATÓDOS CONTROLADOS	CULTIVOS AUTORIZADOS
ALDICARB	Granulado	CCC	100 días	Ditylenchus Meloiodogyne Pratylenchus	Cítricos, platanera, florales, ornamentales, tabaco, remolacha, algodón, patata
BENFURACARB	Granulado	BBC	60 días	General	Remolacha, patata, maíz, melón, sandía, tomate, berenjena, cebolla, algodón, tabaco
BROMURO DE METILO	Gas licuado	DDD	12 días	Ditylenchus Heterodera Meloiodogyne Pratylenchus Trichodorus Xiphinema	Fresas, horticolas, florales, viveros de leñosas
CARBOFURANO	Granulado	BBC	60 días	Ditylenchus Meloiodogyne Pratylenchus	Platanera, pimiento, tabaco, tomate, patata, remolacha, maíz, sorgo
DAZOMET	Granulado	BAC	30 días	Heterodera Meloiodogyne	Intensivos, semilleros, viveros
DICLOROPROPENO	Líquido fumigante	CBB		Heterodera Meloiodogyne Tylenchulus	Horticolas, industriales, ornamentales, frutales, cítricos, vid.
DD + ITM	Líquido fumigante	CCC		Heterodera Meloiodogyne	Horticolas, ornamentales
ETOPROFOS	Granulado o líquido	CCC	60 días	General	Pepino, pimiento, tomate, fresa, ornamentales, tabaco, piña, patata
FENAMIFOS	Granulado o líquido	CCC	2-4 meses	General	Naranja, manzano, vid, platanera, tomate, pimiento, judías, melón, pepino, patata, algodón, tabaco, ornamentales, remolacha
METAM-SODIO	Líquido fumigante	BBB	30 días	Meloiodogyne Pratylenchus	Viveros y semilleros
OXAMILO	Granulado o líquido	CBB	30 días	Meloiodogyne Pratylenchus	Cítricos, platanera, patata, tomate, pimiento, berenjena, cucurbitáceas, tabaco, florales, ornamentales, semilleros, viveros

APÉNDICE B

PRINCIPALES VARIEDADES RESISTENTES A *MELOIDOGYNE*
Especies de *Meloidogyne* y rango de resistencia

CULTIVO / CULTIVAR	MI	MJ	MH	MA
TOMATE (<i>Lycopersicon esculentum</i>)				
All Round	R			
Anahu	R	R		
Anahu-R	R	R		
Atkinson	R	R		R
Auburn 76	R			
Beefeater	R			
Big Seven	R			
Calmart	R	R		
Catala	R			
Chicogrande	MR			
Coldset	R			
Eurocross	R			
Extase	R			
Florida	R	R		
Florida-Hawaii Cross	R			
Gawaher (Giza-1)	R	R		
Gilestar	R			
Hawaii-55	R			
Hawaiian Cross	R	R		
Healani	R	R		
Hikan (Light)	MR			
Hoju	MR			
Illinois T-19	R			
Kalohi	R	R		
Kewalo	R			
Kolea	R			
Kolea-C	R	R		
Kyoryoku Goko	R			
Leader		R		
Manalucie	R	R		R
Marmar		R		
Marsol	R	R		R
Martarum	R	R		
Merbein Canner	R	R		
Merbein Early	R	R		
Merbein Mid season	R	R		
Merbein Monarch	R	R		
Monte Carlo	R			
Montfavet	R			
Nemared	R	R		
Nematex	HR	HR		HR
Native (Bicol Select.)	R			
Patriot	HR	HR		
Pelican	R			
Peto 662 VFN	R			
Piernita	R			
Piersol	R	R		R
Ponderosa	MR			
Puunui	R			
Red Glow	R			
Rodeplaat Albesto			S	
Rossof	R	R		
70 T 82		R		
Tuckcross K.	R			
Urbana	T			
VFN-8	R	R		R
VFN-368	R			

(Continúa)

PRINCIPALES VARIEDADES RESISTENTES A MELOIDOGYNE
Especies de *Meloidogyne* y rango de resistencia

CULTIVO / CULTIVAR	MI	MJ	MH	MA
PEPINO (<i>Cucumis sativus</i>)				
Cubit			MR	
Marketer	S	S	MR	S
PIMIENTO (<i>Capsicum spp.</i>)				
All Big	MR			
Bontoc Sweet Long	R			
California Wonder		R		
Early Califor. Wonder	S	MR	S	S
Dingras Rainy Season	R			
Oakview Wonder	S	R	S	R
Red Chile	MR	R	S	R
Ruby King				R
Santanka XS	R	R	S	R
World Beater	R	HR		
SANDÍA (<i>Citrullus lunatus</i>)				
Charleston Gray	S	S	HR	S
Dixie Queen		R	HR	
MELÓN (<i>Cucumis melo</i>)				
Bhavata		R		
Edisto 47		R		
Honey Rock		R		
K-3054		R		
K-4694		R		
Kazala-6		R		
Modget Miracle		R		
Perlita		R		
Pharsa Kakri		R		
Summerpur-1		R		
Summerpur-6		R		
Vardae		R		
BERENJENA (<i>Solanum melongena</i>)				
Bhanta		HR		
Black Beauty	MR o S	HR o S		
Coolie		R		
Giant of Banaras	MR			
Gola	MR			
Long Purple Cluster		R		
Mathis B		R		
Meyer's Market	R			
Muktakeshi		MR		
Round Red		MR		
Vijaya	R			

(Continúa)

PRINCIPALES VARIEDADES RESISTENTES A *MELOIDOGYNE*
Especies de *Meloidogyne* y rango de resistencia

CULTIVO / CULTIVAR	MI	MJ	MH	MA
JUDÍA (<i>Phaseolus vulgaris</i>)				
Alabama N.º 1	R	S	S	S
Alabama N.º 18	R	S	S	S
Alabama N.º 19	R	S	S	S
Bountiful	HR	MR		
Brittle Wax	HR	MR		
Coffee Wonder	R	S	S	S
Contender	S	MR		
Isbell's Nem. Resis.	R	S	S	S
Kibuu	R	R		
Manoa Wonder	R			
Nyakahuti	R	R		
Red Haricot	R	R		
Rono	R	R		
Saginaw	R	R		
Springwater Half Run.	R	S	S	S
Tender Pod	MR	S		
Wingard Wonder	R	S	S	S
2.2.3.V.	R	S		S
CALABACÍN (<i>Cucurbita pepo</i>)				
Black Zucchini			MR	
Caserta			MR	
Early Prolific Strai.	S	S	MR	S
CLAVES: R - Resistente HR - Altamente resistente S - Susceptible MR - Moderadamente resistente T - Tolerante MI - M. incógnita MA - M. arenaria MJ - M. javanica MH - M. hapla				
(Conclusión)				

RESIDUOS DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS

en cultivos hortícolas intensivos

VICENTE APARICIO SALMERÓN

Dia. Agricultura (Almería)

INTRODUCCIÓN. ORIGEN DEL PROBLEMA

Nos vamos a referir a cultivos hortícolas intensivos, especialmente en invernadero, y cuya comercialización y consumo sea tanto a nivel nacional como internacional.

Es bien conocida y aceptada por todos la necesidad que existe en el momento actual del empleo de productos químicos (fitosanitarios) para el control de las plagas y enfermedades de los cultivos. También son conocidos los efectos que puede producir un *mal uso*, o un *abuso*, de los mismos.

Entre otros efectos nocivos destaca la presencia de *residuos* en los productos vegetales para el consumo humano o animal (que posteriormente formará parte de la dieta alimenticia humana).

Existe ya una gran sensibilización y exigencia a nivel nacional y mundial sobre *calidad* de los productos alimenticios, y en especial en lo referente a la posible presencia de sustancias tóxicas en éstos. Tiene pues, esta posible presencia de residuos un doble aspecto: *toxicológico* (tema de Salud Pública) y *comercial*.

La problemática de residuos, en los cultivos que nos ocupan, tiene una especial importancia dadas las condiciones agroclimáticas de las zonas de cultivo y su carácter intensivo.

Las buenas condiciones agroclimáticas para los cultivos (temperaturas elevadas, y con variaciones no muy acusadas de una a otra estación y entre el día y la noche, humedad relativa e iluminación favorables, etc.) son también muy favorables para la evolución de las plagas y enfermedades de estos cultivos, así como para la adaptación de nuevos fitoparásitos que se introduzcan. El carácter intensivo, o *forzado*, que se les proporciona, también favorece el desarrollo de los parásitos. Esto lleva a tener que realizar un elevado número de aplicaciones químicas para el control de estos parásitos, aunque día a día se va avanzando en el empleo de técnicas de control fitosanitario alternativas (Medidas preventivas y culturales, Lucha biológica y Lucha química racional).

Como origen del *problema de residuos* está la *necesidad actual de empleo elevado de productos fitosanitarios ante la presencia de altas poblaciones de plagas y enfermedades*. Se concreta en los siguientes puntos:

* Condiciones climáticas favorables para los cultivos y también para sus parásitos:

- Temperatura
- Humedad relativa
- Luz
- Horas de Sol
- Etc.

* Carácter intensivo o forzado:

- Invernadero (semicerrado)
- Enarenado
- Túnel bajo invernadero
- Cultivos asociados

* Existencia real de un desequilibrio biológico.

* Introducción de nuevas plagas y enfermedades.

* Dificultades para controlar la acción de los agricultores, por la dispersión y atomización de la propiedad (invernaderos).

* Falta de tecnificación.

* Dificultades actuales de aplicar, de forma práctica y generalizada, el Control Integrado como alternativa a la lucha química.

CONCEPTOS

Apuntaremos a continuación algunos conceptos básicos, cuyo conocimiento es necesario para entender la problemática de los residuos. En primer lugar consideramos importante tener claro el concepto de *plaguicida*, como *producto fitosanitario* que se aplica para conseguir o mantener precisamente la "sanidad" de la planta cultivada y que, naturalmente, lleva consigo la regulación del agente causal de la plaga y/o enfermedad.

* *Residuo de plaguicida*: Según el Codex Alimentario de la FAO/OMS, se considera residuo de plaguicida a "toda sustancia presente en un producto alimentario destinado al consumo humano o animal, como consecuencia de la utilización de un plaguicida".

Así, se considera no sólo los restos del propio plaguicida y sus productos de degradación o metabolización, sino las impurezas y sus metabolitos que en ocasiones pueden presentar toxicidad propia. Se expresa generalmente en p.p.m. (parte por millón) o mg/Kg (miligramos de plaguicida por Kilogramo de producto vegetal).

* *Plazo de Seguridad (PS)*: Tiempo que debe transcurrir (días) entre la última aplicación y la recolección.

* *Límites Máximos de Residuos (L.M.R.):* Dada la peligrosidad que pueden presentar los residuos de los productos fitosanitarios, se han establecido por parte de las autoridades de cada país unas normas con el objeto de *proteger la Salud Pública* y que sea *compatible con la sanidad de los cultivos*.

En ocasiones se ha prohibido el uso de determinados plaguicidas, como es el caso de ciertos compuestos mercuriales o de algunos clorados (aldrin, dieldrin, endrin, heptacloro, cloralano, DDT, etc.) por su elevada toxicidad, persistencia o efectos acumulativos. En general se autoriza el empleo, pero estableciendo sus *Límites Máximos de Residuos (L.M.R.)* o *Tolerancias* en los productos vegetales o alimentos tratados. De acuerdo con estas tolerancias se fijan los llamados *Plazos de Seguridad*.

El L.M.R. es la cantidad máxima de residuo de un plaguicida concreto sobre determinado producto agrícola permitida por la ley. Se expresa en p.p.m. o mg/Kg del alimento fresco. Los criterios básicos para su determinación son dos, uno *toxicológico* y otro *agronómico*. Esto se debe a que, por una parte la posible ingestión diaria de residuos de plaguicidas ha de ser tal, que se tenga la seguridad de que no provocará efectos nocivos (criterio toxicológico) y por otra, el plaguicida debe controlar la plaga con el menor empleo posible (criterio agronómico).

1.- *Criterio Toxicológico:* Se establece a partir de diversas determinaciones previas:

Nivel sin efecto (NEL): Es la dosis más elevada del plaguicida en cuestión que, ingerida diariamente, durante al menos 2 años, por los animales de experimentación (ratas, perros, etc.), no les produce efectos nocivos. Se expresa en mg/Kg de animal vivo/día.

Ingestión Diaria Admisible (IDA): Según FAO/OMS, es la "cantidad de residuos del plaguicida que ingerido diariamente por el hombre durante toda su vida, no muestra riesgos apreciables, basándose en los conocimientos que ahora se tienen".

Se obtiene a partir del NEL, aplicándole un coeficiente de seguridad que normalmente es 100. Se expresa en mg/Kg de peso del hombre/día.

Nivel Permisible: Se obtiene multiplicando el peso promedio del hombre (estimado en 60 Kg) y dividiendo por un "factor alimentario" que representa el promedio "per capita" del consumo del alimento, o clase de alimento, que se sospecha contiene los residuos del plaguicida en cuestión (para productos hortícolas se considera 0,4 Kg).

La fórmula queda:

$$\text{Nivel Permisible} = \frac{\text{NEL X Peso cuerpo humano (60)}}{\text{Factor seguridad (100) x F. Alimentario}}$$

2.- *Criterio Agronómico:* Una vez determinado el nivel toxicológico, que nunca debe superarse, es necesario determinar el nivel de residuos real que queda en los alimentos cuando son tratados según la "buena práctica agrícola". Por "Buena Práctica Agrícola" se entiende la aplicación de las técnicas oportunas para conseguir una eficacia en el control fitosanitario y al mismo tiempo reducir al máximo los riesgos toxicológicos y ambientales (empleo de alternativas poco contaminantes, tratar sólo cuando es necesario, usar plaguicidas y dosis recomendadas, respetar los P.S., etc.). En esto está la clave para ver las diferencias entre las tolerancias de los diversos países, dado que se basan en el nivel de residuos que queda con una buena práctica agrícola, considerando sólo como *límite superior* el *Nivel permisible toxicológico*.

CAUSAS DIRECTAS DE LOS RESIDUOS

De acuerdo con la experiencia acumulada de campo, se ha observado que las causas concretas y directas del problema de residuos en los cultivos hortícolas son:

- * *No respetar los Plazos de Seguridad establecidos*
- * *Empleo de dosis excesivas*
- * *Uso de plaguicidas no autorizados para el cultivo*
- * *Empleo innecesario y repetitivo de plaguicidas.*

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRESENCIA Y MANTENIMIENTO DE LOS RESIDUOS

Tras cualquier aplicación de un plaguicida al vegetal, viene un proceso regulado por muchos factores que determinan la presencia de este plaguicida.

Es fundamental el denominado "depósito inicial", que es "la cantidad de plaguicida que queda sobre el vegetal inmediatamente después de un tratamiento" (se expresa como mg/Kg). Los factores que influyen en este "depósito inicial" son:

* Dosis del plaguicida aplicado (cantidad por unidad de superficie).

* Naturaleza química del plaguicida.

* Formulación, especialmente adherentes, etc.

* Aplicación, especialmente el tamaño de gota (pulverización) o partícula (espolvoreo).

* Morfología y naturaleza de la superficie vegetal.

* Condiciones climáticas en el momento de la aplicación (temperatura, H.R, viento, etc).

Una vez el "depósito" del plaguicida en la planta, su evolución o permanencia depende de diversos factores:

* *Depósito inicial*

* *Sustrato Vegetal*: Existen diferencias notables entre diversas especies vegetales.

* *Tipo y características de la aplicación*: Carácter hidrófilo o lipófilo de la molécula, formulación, pulverización espolvoreo, coadyuvantes, etc.

* *Agentes mecánicos y físicos*: Acción mecánica del viento, lluvia (volatilización, solubilización).

* *Degradación química*: Es la vía de la eliminación de un plaguicida. Depende especialmente de la estructura química del producto. Pueden ser reacciones simples (hidrólisis, oxidaciones, reducciones, isomerizaciones, decarboxilaciones, etc.), o bien reacciones bioquímicas complejas (intervienen procesos enzimáticos).

CONTROL RESIDUOS

Consideramos que el control de los residuos de plaguicidas ha de ser sobre todo preventivo: evitar al máximo las causas que los producen. Esto se conseguirá llevando a la práctica y generalizándolo en todas las zonas de estos cultivos, el denominado

Control Integrado de las plagas y enfermedades. El paso posterior sería el "Cultivo o Producción Integrada".

Se resumen a continuación una serie de medidas concretas que pueden evitar, o reducir, los residuos:

* No incurrir en las causas directas que los originan:

- Dosis excesiva.
- No respetar los P.S.
- Aplicaciones repetitivas e innecesarias
- Aplicar pesticidas no autorizados en el cultivo.
- * Seguir las normas de las etiquetas de los envases.

* Asesoramiento por técnicos especializados.

* Medidas tomadas por la Administración en esta zona:

- Fomento y desarrollo de ATRIAS
- Potenciación de acciones del S.P.V
- Estación de Avisos
- Laboratorios de Diagnósticos
- Laboratorio de Análisis de Residuos:

Establecimiento de Curvas de Disipación.

- Prospecciones en Recolección.
- Acciones de Fito, SOIVRE, Fraudes.
- * Medidas a nivel de Organizaciones Agrarias:
- Tecnificación.
- Laboratorios de Análisis de Autocontrol.

3.500 Pts.

