

24/91 CONGRESOS
Y JORNADAS

3^{er.} SYMPOSIUM NACIONAL DE SEMILLAS

Sevilla, 13-15 Noviembre 1991



JUNTA DE ANDALUCIA
Consejería de Agricultura y Pesca

DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION Y EXTENSION AGRARIAS

3^{er.} SYMPOSIUM NACIONAL DE SEMILLAS

Sevilla, 13-15 Noviembre 1991



Organizan:

COLEGIOS OFICIALES DE INGENIEROS
TECNICOS AGRICOLAS Y PERITOS
AGRICOLAS DE ANDALUCIA



Patrocinan:

JUNTA DE ANDALUCIA
Consejería de Agricultura y Pesca



**INSTITUTO NACIONAL DE
SEMILLAS Y PLANTAS DE
VIVERO.**

*PUBLICACION DE LA
CONSEJERIA DE AGRICULTURA Y PESCA
DE LA JUNTA DE ANDALUCIA*

EDITA: DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION Y EXTENSION AGRARIAS
CENTRO DE INFORMACION Y DOCUMENTACION AGRARIA. SEVILLA
IMPRIME: J. DE HARO - SEVILLA
D. LEGAL: SE-1844-1991

INDICE DE PONENCIAS

	<u>Pág.</u>
1993: UN MERCADO UNICO PARA LAS SEMILLAS Guillermo Artolachipi Esteban	9
LA PROTECCION DE LAS OBTENCIONES VEGETALES EN LA CEE. José M.ª Elena Roselló	11
Jerónimo Cejudo Fernández	17
DESARROLLO Y POSICIONAMIENTO DE PRODUCTOS. RESULTADOS EN GIRASOL. Joaquín Garaballo Guinea	27
OBJETIVOS DE LA MEJORA DE GIRASOL EN ESPAÑA. Rafael González-Carrascosa	35
PRODUCTIVIDAD DEL GIRASOL (<i>HELIANTHUS ANNUUS L.</i>) EN SIEMBRAS DE BAJA DENSIDAD EN CONDICIONES SEMIARIDAS. Eduardo Sobrino Vesperinas, Guillermo Yepes Jaramillo y Félix Monroy Vivas	47
SEMILLA MONOGERMEN DE REMOLACHA AZUCARERA. SUS POSIBILIDADES EN EL CULTIVO EN SECANO Y REGADIO. Heinrich Meinecke	69
EL JOPO DEL GIRASOL: ESPECIALIZACION PATOGENICA. J. M. Melero Vara, M. Saavedra del Rio y J. M. Fernández Martínez	75
REMOLACHA AZUCARERA. NUEVAS TECNICAS DE CULTIVO. José Antonio Esteban Baselga	93
ADAPTACION DE VARIEDADES DE ALGODON <i>GOSSYPIUM HIRSUTUM L</i> AL VALLE DEL GUADALQUIVIR. ESTUDIO DE INTERACCION GENOTIPO-AMBIENTE. Juan Carlos Gutiérrez Más	101
NUEVOS CULTIVOS PROTEAGINOSOS: PERSPECTIVAS Y CONDICIONANTES. José-Ignacio Cubero Salmerón	119
PROBLEMATICA DE LA HORTICULTURA EXTENSIVA PARA LA INDUSTRIA. Florencio Villarroya Moya	133
HORTICULTURA INTENSIVA. SU PROBLEMATICA. Ramón Moreno Vázquez	149
PRISMA Y DRACMA; DOS HIBRIDOS DE MAIZ, FRUTO DE UNA EXPERIMENTACION SISTEMATICA MULTILocal. Gonzalo Martínez, Pedro Chico y Angel Carrasco	165

	<u>Pág.</u>
FIR, EL NUEVO HIBRIDO DE MAIZ DE CICLO 800. J. Casero	177
JUANITA, EL ULTIMO PRODUCTO DE LA INVESTIGACION PIONEER EN MAICES CICLO 700. Alejandro Aguilera Fdez. de Mesa y Esteban Alcalde Cazorla	185
CORIO. UN MAIZ HACIA LA CIMA. Felipe Rey Montero y José Antonio Conde Gutiérrez	195
CONSIDERACIONES SOBRE LA SEMILLA DE ALGODON PARA SIEMBRA EN ESPAÑA. Eduardo Beltrán Pérez Torres	203
LAS VARIETADES DE ALGODON COKER EN LA PRODUCCION DE ALGODON ESPAÑOL. Henry W. Webb, J. M. Sequeiros y Manuel Falcón	211
STONEVILLE 506, UNA NUEVA VARIEDAD AL SERVICIO DEL AGRICULTOR ALGODONERO. Jesús Rossi, Camilo Valenzuela y Carlos Valenzuela	219
LA INGENIERIA GENETICA APLICADA A LA MEJORA VEGETAL. José Antonio Pintor-Toro	227
MULTIPLICACION DE LA FRESA IN VITRO. José Manuel López Aranda	233
EL CULTIVO DE TEJIDOS <i>IN VITRO</i> : SU APLICACION A LA PRODUCCION DE PATATAS DE SIEMBRA. Cecilia Ceballos Burgaícea y M. [†] Asunción Sánchez-Monge Laguna de Rins	243
ACONDICIONAMIENTO OSMOTICO Y RECUBRIMIENTOS DE SEMILLAS. T. Giménez Sampaio, N. V. Sampaio y J. M. Durán	259
VIABILIDAD, GERMINACION Y VIGOR: TRES CONCEPTOS DISTINTOS PARA UN MISMO LOTE DE SEMILLAS. Luis Martínez Vassallo y José M. Durán Altisent	279
EMBRIOGENESIS SOMATICA Y SEMILLAS ARTIFICIALES. Fernando Pliego Alfaro y Araceli Barceló Muñoz	293
INSTALACIONES DE ENSACADO Y PALETIZACION DE SEMILLAS. Javier Arqués Grau	303
EL REGISTRO Y LA CERTIFICACION VOLUNTARIA DE SEMILLAS Y PLANTAS DE VIVEROS. Fernando Bigeriego Martín de Saavedra	309

PONENCIAS

TITULO: 1993: UN MERCADO UNICO PARA LAS SEMILLAS

AUTOR (ES): GUILLERMO ARTOLACHIPI ESTEBAN

CENTRO DE TRABAJO: INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS Y PLANTAS DE VIVERO

LOCALIDAD: MADRID

RESUMEN:

La consecución del Mercado Unico Europeo, al inicio de 1993, traerá consigo importantes cambios, tanto desde el punto de vista reglamentario como en los aspectos comerciales, en el mundo del material vegetal de reproducción (semillas y plantas de vivero).

Las actuales Directivas CEE sobre comercialización de semillas, que contemplan la práctica totalidad de especies de reproducción sexual de importancia económica en la Comunidad, deberán ser modificadas en algunos casos para evitar cualquier impedimento al libre tránsito de las semillas entre los Estados Miembros. En ese sentido, la Comisión ha elaborado un inventario de las modificaciones a introducir con esta finalidad, que está siendo discutido en los Comités correspondientes, y donde una gran mayoría de las citadas modificaciones van en el sentido de normalizar, o hacer desaparecer, las prerrogativas que las citadas Directivas conceden actualmente a los Estados Miembros para su comercio interior.

Por otra parte, especies de importancia económica y para las que existe en la actualidad o potencialmente un importante comercio intracomunitario, están actualmente sin ningún tipo de legislación que regule su comercio a nivel de la Comunidad, aunque puedan existir en algunos casos legislaciones nacionales en algunos Estados Miembros, lo cual presenta serios obstáculos a la libre circulación: Tal es el caso del material de reproducción de especies hortícolas distinto de las semillas (especialmente los plantales); del material de reproducción de especies frutales, y del correspondiente al amplio mundo de las plantas ornamentales. En los tres casos, existen sendas propuestas de Reglamentos CEE, presentados por la Comisión al Consejo y actualmente sometidos a discusión, y cuya aprobación y puesta en práctica supondrá un cambio cualitativo importante.

Igualmente, la aprobación de un Reglamento Comunitario sobre la Protección de las Obtenciones Vegetales está incluida, junto con los tres Reglamentos anteriores, en el Libro Blanco que incluye las propuestas de la Comisión para el Mercado Unico.

Por otra parte, y desde otro punto de vista, la actual discusión en torno a la Política Agrícola Común (PAC) y las propuestas de reforma, pueden introducir cambios cualitativos importantes en la estructura y consecución de las rentas del sector agrario. La práctica coincidencia en el tiempo de estas reformas con la entrada en vigor del Mercado Unico Europeo, han repercutir, necesariamente, en un sector que, como el de las semillas y plantas, está en el origen de todas las producciones agrícolas.

TITULO: LA PROTECCION DE LAS OBTENCIONES VEGETALES EN LA CEE.

AUTOR (ES): JOSE Ma. ELENA ROSSELLO

CENTRO DE TRABAJO: INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS Y PLANTAS
DE VIVERO

LOCALIDAD: MADRID

RESUMEN:

Se revisa la actual situación en los Estados Miembros de la CE con relación a los sistemas jurídicos de protección de las obtenciones vegetales, a la vez que se indican las iniciativas que en la actualidad se están considerando para el establecimiento de un sistema comunitario de protección de estas obtenciones vegetales.

LA PROTECCION DE LAS OBTENCIONES VEGETALES EN LA CEE

1.- ANTECEDENTES: Las legislaciones o normativas de protección de las Obtenciones Vegetales intentan proporcionar un sistema que permita al obtentor recuperar la inversión efectuada en la mejora varietal. A la vez que se trata de incentivar los trabajos de mejora vegetal se intenta favorecer el rápido acceso de variedades a los agricultores utilizadores.

En 1957 se iniciaron los trabajos para establecer un sistema internacional de protección de los derechos del obtentor. Estos intentos culminaron en 1961 con la adopción del Convenio de París para la Protección de las Obtenciones Vegetales.

Los países firmantes de ese Convenio constituyeron la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (U.P.O.V.). Todos disponen de una ley en vigor que protege las variedades vegetales.

El Convenio fue revisado en 1972, en 1978 y recientemente en Marzo de 1991.

2.- SITUACION ACTUAL: En la actualidad 20 Estados han firmado alguno de los diferentes convenios antes citados. Entre ellos están: Alemania, Bélgica, Dinamarca, España, Francia, Italia, Irlanda, Holanda y Reino Unido. Vemos que en la actual Comunidad de 12 miembros hay 9 que tienen operativo un sistema de protección.

Recientemente en Portugal se ha aprobado un sistema de protección que está iniciando su actuación.

3.- PROBLEMÁTICA ACTUAL: Aunque el Convenio y en realidad los Convenios de 1961 y 1978 de la U.P.O.V. determinan un marco concreto al que han de ajustarse las legislaciones nacionales, se ha dejado cierta libertad de concreción en algunos aspectos.

Esta situación se ha concretado en que las normativas nacionales de los 9 Estados de la CE que a su vez lo son de U.P.O.V., presentan una falta de armonización en diversos aspectos que en su aplicación nacional no ha creado problemas, pero que de cara a la Comunidad de 1993, con la instauración del Mercado Unido sí va a crear problemas y distorsiones que dificulten uno de los principios básicos de este Mercado, la libre circulación de mercancías, en este caso variedades vegetales, semillas y plantas de vivero.

Las Directivas Comunitarias actualmente en vigor 70/457/CEE para cultivos agrícolas extensivos y 70/458/CEE para especies hortícolas con el establecimiento de los Catálogos Comunes de variedades han logrado la consecución de la libre circulación de semillas en el interior de la CE.

La aplicación a escala nacional, en cada territorio, de las normativas nacionales de protección de los derechos del obtentor, al presentar estas normas desigualdades, están creando dificultades en la libre circulación de semillas y material vegetal. Por ejemplo, el hecho de que una variedad esté protegida por la ley nacional danesa y no por la alemana puede crear dificultades a la libre circulación entre ambas naciones de semilla de esa variedad.

Los principales aspectos en que se registran diferencias en las normativas nacionales y que pueden producir dificultades son sin pretender ser exhaustivos:

* Diferencias en la aplicación de la Ley, con relación a la lista de especies cubiertas por el sistema. Una especie puede ser protegible en el Estado X y aún no en el Y.

* Diferencias en los periodos de duración de la protección. El Convenio de U.P.O.V. establece una duración mínima, respetando este requisito los Estados de la Unión pueden legítimamente establecer duraciones diferentes y no armonizadas.

* Diferencias en el alcance del derecho del obtentor, algunos Estados han establecido para algunas especies, caso de ornamentales (flor cortada) y frutales, que los materiales cubiertos por el derecho del obtentor incluyan la flor por ejemplo. Otras naciones han limitado este alcance al material de reproducción o de multiplicación.

4.- EVOLUCION DE LA SITUACION: Las causas antes mencionadas junto con recientes evoluciones de las técnicas disponibles para la mejora, de las posibilidades de utilización de otros sistemas jurídicos de protección de la propiedad industrial (patentes) han conducido a dos hechos de importante trascendencia en estos campos: La revisión reciente del Convenio de la U.P.O.V. (Marzo de 1991) y la propuesta de un Reglamento para la Protección Comunitaria de las Obtenciones Vegetales.

4.1.- Revisión del Convenio UPOV 1991: La revisión del Convenio de la UPOV ha supuesto un reforzamiento de los derechos del obtentor y pretende también proporcionar un sistema especializado y atrayente para los obtentores. En la actualidad, 10 Estados han firmado el Convenio revisado en 1991, entre ellos España y otros 7 miembros de la CE.

Este Convenio precisa ser ratificado y modificar antes la normativa nacional para alinearla con el mismo.

4.2.- Propuesta de Reglamento sobre Protección Comunitaria de las Obtenciones Vegetales: La Comisión de las Comunidades Europeas en Septiembre de 1990, presentó al Consejo una propuesta de Reglamento relativo a la protección Comunitaria de las Obtenciones Vegetales. En la actualidad se está discutiendo en el Consejo de la CE a nivel de Grupo de Trabajo.

La propuesta supone el establecimiento de un sistema de protección de las Obtenciones Vegetales unico, que cubrirá toda la CE de manera homogénea. Para conseguirlo, se creará una única y exclusiva forma de protección Comunitaria para las variedades vegetales, con efectos uniformes en toda la CE.

Además de lo antes enunciado, los aspectos más importantes de la propuesta son:

* Se crea un sistema de protección único y homogéneo para toda la CE.

* Para administrar este sistema, se creará una Oficina Comunitaria para la Protección de las Obtenciones Vegetales, como organismo de la CE, que llevará un registro de variedades protegidas a nivel comunitario.

* Con este sistema funcionando, el obtentor de una variedad, mediante una única solicitud de concesión de esta protección comunitaria, conseguirá, si procede, un derecho con efectos en todo el ámbito territorial de la CE.

* El sistema comunitario coexistirá con los sistemas nacionales de protección de obtenciones vegetales, pero habrá una prohibición de doble titularidad. Las variedades protegidas no podrán ser patentadas ni protegidas con las leyes nacionales.

* Los exámenes técnicos de comprobación de las variedades, se realizarán por encargo de la Oficina Comunitaria, en principio, utilizando los servicios existente en los Estados miembros que realizan la identificación varietal.

* Se establece un sistema único y comunitario de recursos para las decisiones de la Oficina, que llegarán al Tribunal de Justicia de las Comunidades Europeas.

* Las violaciones o infracciones a los derechos del obtentor protegido por el sistema comunitario, podrán ser

objeto de demanda por el titular del derecho. Los Tribunales competentes serán los del Estado miembro en que el demandado tenga su sede o, en su defecto, aquel en el que el titular demandante tenga su domicilio o sede. Está previsto en la propuesta de Reglamento que los Estados miembros deberán establecer que las infracciones aplicables en los derechos nacionales a sancionar la violación de los derechos de propiedad industrial, sean igualmente aplicables a las infracciones de la protección comunitaria.

* Podrán ser protegidas variedades de todos los taxones botánicos, así como los híbridos de taxones botánicos.

* Se exigirán los habituales requisitos en estas normativas; que la variedad sea: distinta, homogénea, estable y nueva.

* La protección comunitaria proporcionará al obtentor o causahabiente el derecho a que él únicamente pueda proceder a realizar una serie de actividades con el material de multiplicación; individuos de la variedad o partes de planta para cualquier fin de reproducir o propagar la variedad; material cosechado de la variedad o productos directamente obtenidos a partir de material cosechado de la variedad.

* El concepto de variedad esencialmente derivada de una variedad original, se recoge en la propuesta, resultando en esos casos un derecho compartido pro-indiviso entre los titulares de las dos variedades.

* Se mantiene la excepción de la obtención que permite el uso de una variedad protegida como origen de variación, sólo con la posible limitación que pudiera suponer que la variedad obtenida sea considerada como esencialmente derivada.

* Se establece el principio de agotamiento del derecho para eliminar el pago de regalías en cascada y como limitación del derecho.

* Se recoge la posibilidad de establecer la llamada "excepción del agricultor", que permitirá el reemplazo de semilla. Según la propuesta, las condiciones de establecimiento y aplicación de esta excepción, deberán ser a escala comunitaria.

En la propuesta, hay diversos aspectos que, es lógico pensar, puedan suponer ciertas dificultades y controversias a la hora de su adopción, teniendo en cuenta diferencias geográficas y climáticas, así como aspectos tradicionales diversos en las diferentes agriculturas que se pueden encontrar en la actual Comunidad de los doce.

El articulado del nuevo Convenio revisado en 1991 de la UPOV, sin duda obligará a diversas modificaciones en la propuesta de Reglamento que se está estudiando, ya que hay la clara intención de compatibilizar ambos sistemas CE y UPOV.

Este Reglamento, sin duda con diversas modificaciones, cuando llegue a adoptarse, conformará el sistema de protección de las Obtenciones Vegetales de la CE en su futuro mercado único.

Madrid, Octubre 1991

TITULO:

AUTOR (ES): JERONIMO CEJUDO FERNANDEZ

CENTRO DE TRABAJO: A.P.R.O.S.E.

LOCALIDAD: MADRID

RESUMEN:

Sin animo de alarmar con demasiadas cifras, vamos a recordar algunos índices para centrar nuestro análisis sobre el futuro de la producción de Semillas Selectas en España. Nuestro marco de referencia lo constituyen sin duda los países comunitarios de nuestro entorno.

Destacamos en el cuadro adjunto la similitud de índices de superficie cultivable entre España y Francia y en cambio las diferencias entre los índices correspondientes a cereales, oleaginosas, maíz, leguminosas, etc.

En la ultima línea aparece un índice de superficie dedicada a la producción de semillas sobre S.A.U. que se comenta solo.

También es útil tener en cuenta el número y tamaño de las explotaciones agrícolas. Destacan los tamaños medios y sobre todo la distribución por tamaños en Inglaterra y Francia.

Son sin duda algunas explotaciones agrícolas con una mayor capacidad de compra de bienes y servicios externos que las muestras.

Por lo que respecta a la producción estricta de semillas el volumen de negocio de la Comunidad alcanza 600.000 millones de pesetas del que España es el 10% (50.000 millones de producción propia y 10.000 millones de importaciones), mientras Francia alcanza el 30%, seguida de Gran Bretaña, Alemania e Italia.

Las empresas españolas autorizadas para producir semilla son 245 de las que 95 son multiplicadores. De esas 245 hay quizás un 10% sin actividad, lo que nos dá un índice medio de negocio por empresa de 270 millones de pesetas.

Es una estructura empresarial de un tercio de volumen de negocio con respecto a la francesa y la mitad que la italiana.

Todo esto nos dá un panorama de futuro que no es cómodo, a la vista de la explicación de la Carta Unica.

En ese marco vamos a analizar cada uno de los Grupos que constituyen nuestra estructura productiva, pues, aunque hay aspectos comunes hay también hechos diferenciales muy acusados.

El Grupo que implica a mayor número de empresas es el de cereales, aunque en volumen de negocio es similar a oleaginosas más algodón y a hortalizas.

El número de títulos de producción se ha multiplicado por 10 en los últimos 20 años sobre todo a raíz de la autorización de los multiplicadores.

Desde el punto de vista de I+D el Grupo está bien dotado. Existen 11 títulos de obtentor y tanto en trigos como en cebadas y triticales el nivel de introducción de novedades es alto. Casi todas las variedades que por ciclo vegetativo pueden entrar en nuestros campos, se ensayan.

El gran problema actual de este grupo es sin duda la tremenda competencia de la semilla clandestina que merma un porcentaje muy alto del mercado y lo distorsiona con granos de siembra de calidad muy lejos de lo que debe ser una semilla certificada.

Los índices de empleo de semilla certificada (20-21% para trigos blandos, 18% para cebadas de 2 carreras, 12% para cebadas de 6 carreras) son francamente más bajos que los europeos, pero, aunque aspiramos a que esos índices se dupliquen combatiendo la clandestinidad, no podemos olvidar que hay una España cerealista de rendimientos tan bajos que no es lógico aspirar a que compren semillas certificadas más que en ínfimas proporciones.

¿Qué nos depara el futuro?

La nueva P.A.C. nos lleva directamente a un comercio interior de cereales (con esos 90 ECUS de precio de Intervención), a precios internacionales, con la sana intención de reducir la producción y como consecuencia los excedentes.

Esto hace que la relación precio grano/precio semilla se reduzca y el agricultor tendrá posiblemente más resistencia a invertir en Semilla.

Por el contrario en un mercado como el que se avecina tendrán más y mejores oportunidades los productos con calidad industrial (trigos duros, trigos de alta calidad, cebadas cerveceras, etc.) lo que hará caminar el mercado de semillas hacia variedades concretas para un fin determinado, en detrimento del actual dominio de las variedades abiertas.

El Mercado Único hará que en este Sector la competencia europea, sobre todo francesa, se deje sentir ya que por su

estructura y dimensión empresarial y por rendimientos unitarios, con algunas variedades puedan ofertar precios más bajos que los nuestros. Esto puede ser particularmente duro en la zona Nororiental de España.

Un aspecto a comentar sobre el Mercado Único, es la revisión que la Comisión de la C.E.E. está haciendo de la legislación para homologar en todos los países los requisitos de producción y comercialización. Entendemos que las modificaciones que se están contemplando son favorables para el Sector y esperamos que la discusión sobre R-2 se resuelva a favor de ella.

Otros aspectos novedosos son el proyecto de Protección Comunitaria de las Obtenciones Vegetales, y la última revisión del Convenio de la UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales) que por una parte refuerzan claramente los derechos de los obtentores y por otra delimitan y consolidan el concepto de semilla de autoconsumo. Esto que antes se llamaba en Europa "privilegio del agricultor", ahora se llama "excepción de la agricultura".

Esta delimitación nos llevará, no cabe duda, a que sea necesario legislar sobre el procesado de semillas a maquila, sobre la actuación de Cooperativas, S.A.T., etc.

En definitiva a clarificar una situación actual que es claramente desfavorable para el Sector.

El segundo grupo de producción de semillas es el de oleaginosas y algodón.

En girasol, producto fundamental del Sector, la gran integración inicial de investigación, producción e industria utilizadora, ha hecho que se conforme en España uno de los grupos más dinámicos y de más alto nivel tecnológico del mundo.

Con tecnología autóctona o foránea la producción de híbridos está al máximo nivel con una estructura empresarial absolutamente competitiva. Es posible que los ajustes que impondrá para la próxima campaña la nueva P.A.C. cree alguna pequeña distorsión, que pensamos será pasajera.

En cuanto a algodón, la problemática actual se centra en la pureza varietal ligada a los requisitos exigidos por la industria transformadora y la forma de conseguir, con las prácticas habituales de multiplicación, el mantenimiento de esa pureza en las sucesivas generaciones de semillas. El planteamiento de R-1 y R-2 con sus ventajas y sus inconvenientes.

No parece que la nueva P.A.C. vaya a modificar la situación actual.

El Grupo de maíz con unos 8.000 millones de pesetas de cifra de negocio lo forman un número limitado de Sociedades Anónimas, muy ligadas a la tecnología norteamericana y europea, que ocupan un lugar muy importante dentro de la comunidad. Dado el tamaño de las empresas, su capacidad tecnológica y organizativa y el alto índice de utilización de semillas híbridas en España, no es previsible grandes cambios en el futuro aunque si una mayor competencia con Francia e Italia y es posible que algún país del Este europeo, con buena tecnología maicera, entre también en juego.

El Grupo de hortícolas, con unos 12.000 millones de cifra de negocio, se caracteriza por la gran importancia que tienen las importaciones, un 70% del volumen total. Lo forman 35 empresas de una gran diversidad, desde las empresas familiares especializadas en variedades de uso local hasta las grandes multinacionales, con producciones de tecnología muy avanzada y de un gran valor comercial.

Es un Sector cuyas variedades evolucionan con una gran rapidez, que continuamente ofrece novedades, a veces de un espectro de utilización muy corto y que por tanto exige una gran agilidad de gestión.

Ese dinamismo le lleva a tener problemas de registro en el Instituto ya que los medios disponibles no están a la altura de las circunstancias.

Como es natural, es el Grupo más interesado en sacar adelante los proyectos de Protección Comunitaria de las Obtenciones Vegetales y el de la Protección Jurídica de la de las Invenciones Biotecnológicas. Son sin duda, dos bazas importantes para el futuro de las variedades hortícolas.

En forrajeras y leguminosas de grano hay una cincuentena de empresas y 3.000 millones de cifra de negocio. El 25% es para la alfalfa y el 15% para la veza.

Dada la tendencia de la P.A.C. a alentar los cultivos forrajeros y proteaginosos, es de esperar que se mantengan las actuales subvenciones del FEOGA y se potencien el mercado, aunque sería una buena coyuntura para entrar a fondo en la Mejora de leguminosas-piensos.

La producción de semilla de remolacha azucarera esta concentrada casi en su totalidad en empresas ligadas a la industria del azúcar. La utilización de semilla controlada es casi total y los problemas del Grupo son los derivados directamente de la política comunitaria. Cabe incluso cierto crecimiento en la producción de semilla en razón de condiciones agroclimáticas favorables.

Sin pecar de optimista creemos haber dado un repaso positivo a nuestras perspectivas como productores.

Hemos de insistir de nuevo en el perjuicio grave que ocasiona la producción ilegal de cereales y de leguminosas-grano, y en la necesidad de promover medios adecuados tanto en el Registro como en los procesos de Certificación y Control.

Con esos medios y la estructura empresarial existente es posible mirar el futuro por lo menos, no con demasiado pesimismo.

Muchas Gracias,

UTILIZACION DE LA TIERRA

	C-12	ALEMANIA	ESPAÑA	FRANCIA	ITALIA	INGLATERRA
Superficie total (Millones de Has.)	226'0	25'0	50'5	55'0	30'0	24'5
Sup. Agr. Util (SAU)	127'5	11'9	27'1	30'7	17'3	18'0
Superficie Cultivable	67'3	7'3	15'7	17'7	9'0	6'9

INDICES DE UTILIZACION (%)

Sup. Cultivable s/SAU	52'8	61'3	57'9	57'6	52'0	38'3
Cereales s/SAU	22'4	33'2	25'1	22'4	18'7	20'8
Maíz (grano) s/SAU	3'2	1'7	2'1	6'6	4'8	-
Arroz s/SAU	0'3	-	0'3	0'1	1'1	-
Leguminosas s/SAU	1'5	0'8	1'5	1'8	1'0	1'4
Oleaginosas s/SAU	3'8	3'4	4'0	6'1	2'7	2'0
Remolacha s/SAU	1'4	3'2	0'7	1'4	1'5	1'1
Algodon s/SAU	0'3	-	0'5	-	-	-
Patatas s/SAU	1'1	1'7	1'0	0'5	0'7	1'0
Hortícolas s/SAU	1'3	0'4	1'8	0'8	2'3	0'8
Prod. semillas s/SAU	1'05	1'29	0'60	1'05	0'85	1'28

NUMERO DE EXPLOTACIONES AGRICOLAS Y DISTRIBUCION

	<u>C-12</u>	<u>ALEMANIA</u>	<u>ESPAÑA</u>	<u>FRANCIA</u>	<u>ITALIA</u>	<u>INGLATERRA</u>
Nº de explotaciones	6.929'0	671'0	1.540'0	912'0	1.974'0	243'0
Tamaño medio (en Has.)		17'6	16'0	30'7	7'7	68'9
Distribución de 0 a 10 Has %	66	47	72	30	85	26
de 10 a 50 "	27	47	22	52	13	41
más de 50 "	7	6	6	18	2	33

TITULO: DESARROLLO Y POSICIONAMIENTO DE PRODUCTOS
- RESULTADOS EN GIRASOL.

AUTOR (ES): JOAQUIN CARABALLO GUINEA, JEFE DEL DPTO.
DE DESARROLLO DE SEMILLAS CARGILL, S.A.

CENTRO DE TRABAJO: SEMILLAS CARGILL, S.A.

LOCALIDAD: SEVILLA

RESUMEN:

Los trabajos que se realizan a nivel de investigación a fin de conseguir el registro de una variedad ofrecen, sin duda, una información - estimable. Sin embargo, es necesario un mayor conocimiento del comportamiento de la variedad en las diferentes circunstancias, fundamentalmente climáticas.

Partiendo de la división agroclimática de España publicada por el M. A.P.A. en 1.986, se han establecido Plataformas de Gran Cultivo durante los últimos cinco años. En ellas, acercándonos lo más posible a los sistemas tradicionales del agricultor de cada comarca, se han estudiado los comportamientos de nuestras variedades comerciales y pre-comerciales en comparación con las más sembradas de la competencia en cada zona.

El resultado práctico, de gran utilidad para recomendaciones fiables al agricultor, se expresa de forma sencilla.

Si bien este trabajo se realiza en toda la geografía peninsular, sólo atendemos aquí a los datos de Andalucía por imposibilidad temporal.

INTRODUCCION

Desde 1.974 hasta la fecha el girasol oleaginoso ha pasado a ocupar uno de los puestos más importantes dentro de los cultivos herbáceos cultivados en España, alcanzando una superficie máxima de 1.250.000 Has. en el año 1.990 y una media que podemos considerar cercana al 1.000.000 de Has.

El girasol se cultiva fundamentalmente en secano, 93 % de la superficie, siendo además "planta de verano", estando condicionada por completo al clima, y fundamentalmente a la pluviometría, tanto en cantidad como en oportunidad.

¿Cómo ofrecer datos fiables al agricultor?. En una meteorología tan cambiante como la nuestra son necesarios datos medios de 5 años como mínimo, para tener una cierta seguridad, y estos, específicos de cada comarca, sin que sean extrapolables.

Es este pues, un trabajo eminentemente práctico, aunque basado en metodología científica, cuya pretensión principal es la de ofrecer al agricultor unas posibilidades reales de éxito, y si bien, siempre puede llegar ese año excepcional para bien o para mal, deberemos de ser conscientes de movernos mejor en el terreno de las "medias" que en el de la total improvisación, o lo que es peor, en el dato aislado, causa, muchas veces de errores climáticos.

MATERIALES Y METODOS

Concentrándonos en la zona andaluza de mayor importancia en cuanto a superficie y producción unitaria de girasol, hemos establecido ocho comarcas tipo cuyos parámetros climáticos aparecen en el cuadro 1 del anexo.

<u>Nº</u>	<u>COMARCA</u>
1	CAMPIÑA DE CORDOBA
2	OSUNA / ESTEPA
3	ECIJA / MARCHENA / CARMONA
4	UTRERA / EL CORONIL
5	CAMPIÑA DE VILLAMARTIN
6	CAMPIÑA DE JEREZ
7	ANTEQUERA / CAMPILLOS
8	TRIGUEROS / GIBRALEON

Como unidad experimental se ha utilizado la Plataforma de Gran Cultivo, parcela demostrativa con las siguientes características:

Parcela elemental	:	1.000 a 2.000 metros cuadrados
Diseño estadístico	:	Parcelas al azar sin replicar
Número de parcelas	:	12 a 20
Número de testigos	:	3 a 5
Esquema	:	Gráfico número 2 del anexo

Anualmente estas P.G.C. son sembradas con los sistemas y maquinarias de que dispone cada agricultor, siendo preciso de que cada variedad reciba el mismo tratamiento. Normalmente el resto de la finca se siembra a continuación:

Durante el cultivo, totalmente a cargo del agricultor, se toman datos de:

Altura de plantas
 Días de floración
 Resistencia a enfermedades
 Resistencia a accidentes climáticos
 Polinización

Los datos de cosecha se toman utilizando la cosechadora que va a pres-
 tar servicio en la finca, la cual cosecha una zona homogénea e igual de
 cada parcela comprobándose la cantidad recolectada por medio de un TES-
 TRONIC (FOTO 1 del anexo) que consiste en una tolva suspendida de dos
 puntos de balanza que miden electrónicamente los kgs. cosechados. La fa-
 cilidad de autolimpieza del aparato facilita la toma de datos rápida y
 fielmente sin interrumpir la labor de cosecha del agricultor.

Si bien los datos son estudiados utilizando el procedimiento de series-
 temporales de **Cochran and Cox**. para efectuar el análisis de la varian-
 za, pretendemos en esta exposición ofrecer resultados prácticos, fácilmente
 entendibles por cualquiera.

Resultados:

Se expresan los resultados mediante números y signos según el ejemplo -
 siguiente:

CICLO PRECOZ	CICLO MEDIO	CICLO TARDIO
3 ↑ 1 ↓ 1 =	4 ↑ 1 =	1 ↑ 2 ↓ 2 =

El número indica los años en que se da el resultado. La flecha ascenden-
 te significa que la variedad testada es superior a los testigos signifi-
 cativamente al nivel del 5 %.

La flecha descendente significa que la variedad es inferior a los testi-
 gos significativamente a nivel del 5 %.

El signo igual significa que no hay variación significativa entre la va-
 riedad testada y la media de los testigos.

Para que las comparaciones sean lógicas se han dividido los testigos -
 utilizados y agrupados en ciclos.

(1) CAMPIÑA DE CORDOBA

TESTIGOS	C. PRECOZ	C. MEDIO	C. TARDIO
S. CARGILL			
FLORASOL	3↑ 1↓ 1=	4↑ 1=	5↑
ALBASOL	3↑ 2↓	3↑ 2↓	2↑ 3↓
IRISOL	5↑	4↑ 1↓	4↑ 1↓
DIAM	3↑ 1↓ 1=	2↑ 3↓	1↑ 4↓

(2) COMARCA OSUNA - ESTEPA

TESTIGOS	C. PRECOZ	C. MEDIO	C. TARDIO
S. CARGILL			
FLORASOL	3↑ 1↓ 1=	4↑ 1↓	4↑ 1=
ALBASOL	3↑ 2↓	2↑ 2↓ 1=	3↑ 2=
IRISOL	3↑ 1↓ 1=	3↑ 2↓	3↑ 1↓ 1=
DIAM	3↑ 1↓ 1=	3↑ 2↓	3↑ 1↓ 1=

(3) COMARCA ECIJA - MARCHENA - CARMONA

TESTIGOS	C. PRECOZ	C. MEDIO	C. TARDIO
S. CARGILL			
FLORASOL	3↑ 1↓ 1=	4↑ 1↓	5↑
ALBASOL	3↑ 2↓	4↑ 1=	4↑ 1↓
IRISOL	4↑ 1↓	5↑	4↑ 1↓
DIAM	2↑ 1↓ 2=	3↑ 1↓ 1=	3↑ 2↓

(4) COMARCA UTRERA - EL CORONIL

TESTIGOS	C. PRECOZ	C. MEDIO	C. TARDIO
S. CARGILL			
FLORASOL	2↑ 2↓ 1=	2↑ 3↓	2↑ 3↓
ALBASOL	3↑ 2↓	3↑ 1↓ 1=	4↑ 1=
IRISOL	4↑ 1↓	4↑ 1↓	5↑
DIAM	3↑ 1↓ 1=	2↑ 2↓ 1=	4↑ 1↓

(5) COMARCA VILLAMARTIN

TESTIGOS	C. PRECOZ	C. MEDIO	C. TARDIO
S. CARGILL			
FLORASOL	3↑ 1↓ 1=	4↑ 1↓	4↑ 1↓
ALBASOL	3↑ 1↓ 1=	5↑	5↑
IRISOL	5↑	4↑ 1=	5↑
DIAM	3↑ 2↓	3↑ 1↓ 1=	2↑ 2↓ 1=

(6) COMARCA JEREZ - ARCOS

TESTIGOS	C. PRECOZ	C. MEDIO	C. TARDIO
S. CARGILL			
FLORASOL	4↑ 1↓	4↑ 1↓	3↑ 2↓
ALBASOL	3↑ 2↓	3↑ 1↓ 1=	3↑ 1↓ 1=
IRISOL	3↑ 2=	4↑ 1=	4↑ 1=
DIAM	2↑ 2↓ 1=	3↑ 1↓ 1=	3↑ 1↓ 1=

(7) COMARCA ANTEQUERA - CAMPILLOS

TESTIGOS	C. PRECOZ	C. MEDIO	C. TARDIO
S. CARGILL			
FLORASOL	3↑ 1↓ 1=	3↑ 2↓	4↑ 1↓
ALBASOL	2↑ 2↓ 1=	2↑ 2↓ 1=	5↑
IRISOL	4↑ 1=	4↑ 1=	5↑
DIAM	3↑ 1↓ 1=	3↑ 2↓	3↑ 2↓

(8) COMARCA GIBRALEON - TRIGUEROS

TESTIGOS	C. PRECOZ	C. MEDIO	C. TARDIO
S. CARGILL			
FLORASOL	3↑ 1↓ 1=	3↑ 1↓ 1=	5↑
ALBASOL	4↑ 1↓	4↑ 1↓	4↑ 1=
IRISOL	3↑ 2↓ 1=	3↑ 2↓	3↑ 1↓ 1=
DIAM	4↑ 1↓	5↑	5↑

CONCLUSIONES:

1.- Campiña de Córdoba.-

En siembras tempranas recomendamos claramente a **FLORASOL** que se ha comportado siempre mejor que los ciclos tardíos.

En siembras "normales" o adelantadas, cuando la lluvia de otoño haya sido escasa y sean recomendados los ciclos cortos, **IRISOL** ha sido siempre la mejor en los cinco años ensayada.

2.- Comarca Osuna/Estepa.-

FLORASOL mejora claramente a los ciclos tardíos y a los ciclos-medios, siendo en tres de los años estudiados mejor también que los ciclos cortos.

3.- Comarca Ecija/Marchena/Carmona.-

En esta comarca, de similares características a la de la campiña de Córdoba destacan los comportamientos de **FLORASOL** e **IRISOL** demostrando su resistencia a la sequía.

4.- Comarca Utrera/El Coronil.-

Es esta una zona donde se destaca claramente **IRISOL** en primer lugar mejorando cualquier otra posibilidad en cualquiera de los ciclos estudiados.

5.- Comarca de Villamartín.-

IRISOL se destaca como mejor posibilidad seguida de **ALBASOL**. **FLORASOL** presenta también una buena oportunidad sobre los ciclos medios y largos.

6.- Comarca Jerez/Arcos.-

FLORASOL supera a los ciclos cortos con los que se compara e **IRISOL** domina los ciclos tardíos.

7.- Comarca de Antequera/Campillos

Se recomienda **IRISOL** sobre las demás variedades.

8.- Comarca Gibraleón/Trigueros.-

Excelentes resultados de **DIAM** en relación a todos los ciclos, - y muy buenos resultados de **ALBASOL**. **FLORASOL** mejora los ciclos-tardíos en cualquier circunstancia estudiada:

Independientemente de nuestras conclusiones esperamos que cada agricultor sea capaz de obtener la suya propia en relación con la comarca, esperando que nuestro trabajo le sirva para obtener los mejores resultados posibles.

ANEXO

COMARCA	T MEDIA	TM MES + FRIO	TM MES + CALIDO	DURACION PERIODO HELADAS	E.T.P. MEDIA ANUAL	PRECIPITACION MEDIA ANUAL	DEFICIT MEDIA ANUAL	DURACION PERIODO SECO	% PRECIPITACION	
									INV.	PRL. OTÓN.
CAMPIÑA DE COBOGA	19°C	9°C	28°C	3 MESES	1.025 mm	700 mm	600 mm	4 MESES	36	29 29
OSUNA / ESTEPA	17°C	9°C	27°C	4 MESES	1.000 mm	500 mm	600 mm	6 MESES	39	29 28
ECLJA MARCHEVA CARMONA	18°C	10°C	28°C	3 MESES	1.100 mm	550 mm	650 mm	5 MESES	38	28 29
UTRERA EL CORONIL	17°C	9°C	27°C	3 MESES	1.000 mm	700 mm	600 mm	5 MESES	41	28 28
CAMPIÑA DE VILLAVARTIN	17°C	12°C	23°C	3 MESES	900 mm	700 mm	500 mm	4 MESES	42	29 27
CAMPIÑA DE JEREZ	17°C	11°C	25°C	3 MESES	1.000 mm	650 mm	600 mm	4 MESES	42	27 30
ANTEQUERA CAMPILLOS	16°C	8°C	25°C	4 MESES	950 mm	600 mm	500 mm	5 MESES	40	28 27
TRIGUEROS GIBRALEON	17°C	12°C	23°C	2 MESES	900 mm	750 mm	500 mm	4 MESES	40	25 27

CUADRO Nº 1

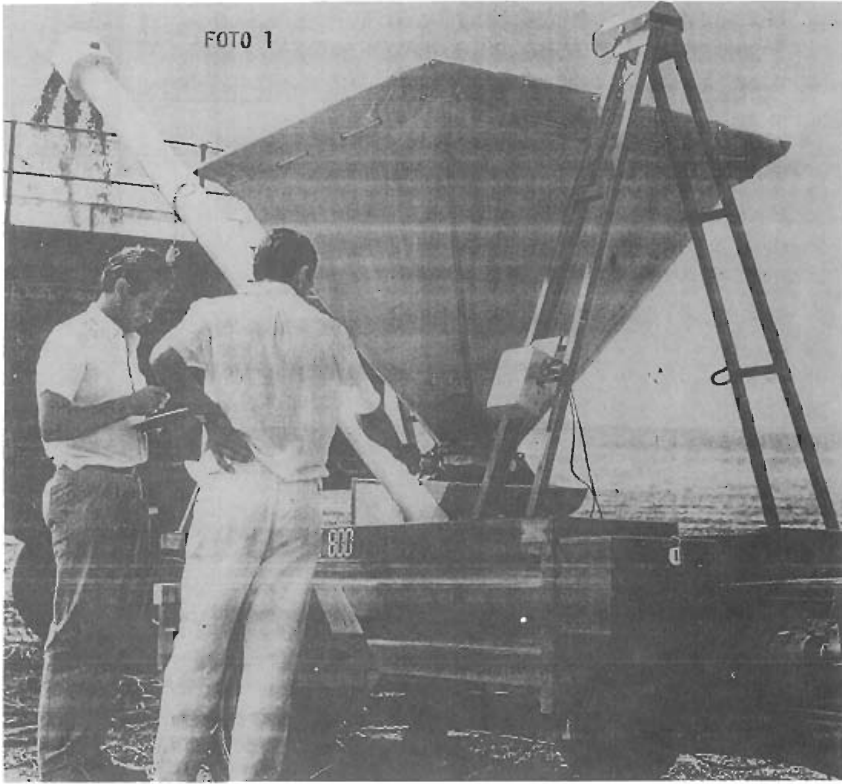
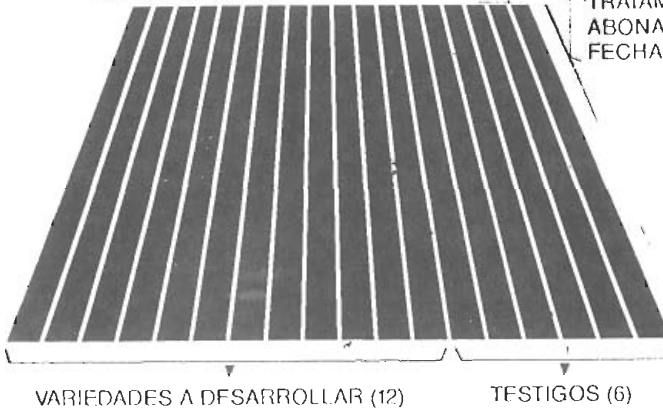


GRAFICO N° 2

DATOS COMUNES POR PARCELA



- SUPERFICIE (MINIMA 2000 m²)
- FECHA DE SIEMBRA
- MARCO Y DENSIDAD
- LABORES DE CULTIVO
- TRATAMIENTOS
- ABONADOS
- FECHA DE RECOLECCION

CROQUIS P.G.C.

TITULO: **OBJETIVOS DE LA MEJORA DE GIRASOL EN ESPAÑA**

AUTOR (ES): **RAFAEL GONZALEZ-CARRASCOSA**

CENTRO DE TRABAJO: **SEMILLAS PACIFICO, S. A.**

LOCALIDAD: **ARAHAL (SEVILLA)**

RESUMEN:

1. RENDIMIENTO
2. RIQUEZA GRASA
3. CICLO
4. PLAGAS
5. CARACTERES CUALITATIVOS
6. OTROS OBJETIVOS

Sin ninguna duda el girasol es la planta, desde hace muchos años, con un mayor volumen de mejora en España. Están incluidas aquí todas las empresas del mundo relacionadas con girasol, ya sea a nivel de ensayos o de mejora.

España es uno de los pilares dentro de los programas - de mejora multinacionales, junto con Argentina, Francia y U.S.A. Esta situación destacada, además de por la importancia que el girasol tiene en nuestro país, se puede deber a que somos el primer país en el ranking internacional con condiciones de sequía y la selección a este stress puede dar mayor adaptabilidad a otros ambientes, o a que estamos a caballo entre los ciclos precoces y medios de U.S.A. y Francia y los más tardíos de Argentina y Sudáfrica.

El girasol oleaginoso se introdujo en España en 1.965 y, desde el principio, tiene un alto nivel tecnológico, tanto a nivel privado de las empresas de semillas, extractoras, etc. como por parte de los organismos oficiales. Hoy podemos tener cierta perspectiva para hablar de los objetivos de mejora del girasol y lanzarlo como tema abierto al debate.

1.- RENDIMIENTO

Es el objetivo prioritario en la mejora de girasol. Entre los diferentes factores en que se puede desglosar el rendimiento (número de plantas/Ha., diámetro capítulo, número de semillas por capítulo, peso específico, peso de 1.000 semillas, etc.), la selección nunca se hace aisladamente por uno de ellos, sino por su integral que son los kgrs./Ha. A veces se incluyen como dato algunos de estos factores u otros como centro de capítulo vacío, etc.

Ya que el factor limitante para el rendimiento en nuestras condiciones es el agua, este objetivo de mejora es directa o indirectamente prioritario.

Se consiguen a través de la selección claras diferencias en las líneas puras parentales, ya sea por mayor producción bajo estas condiciones, o por conservar mayor superficie foliar más tiempo verde. Pero estas diferencias en las líneas son menores en sus híbridos y no siempre está unido a mayor rendimiento, que es claramente el objetivo último.

La resistencia a sequía como el rendimiento se puede - descomponer en múltiples factores y algunos de ellos tienen sistema de medida fácil. Cuando se tiene una línea realmente resistente a sequía y se analizan estos factores los resultados suelen ser positivos, pero - cuando en material segregante se seleccionan por alguno de estos factores las líneas puras que se obtienen al final no destacan en general como resistentes a sequía, ya que el alcanzar esto es multifactorial y por supuesto con herencia poligénica. Actualmente ciertos factores integradores, como "temperatura del follaje" pueden dar mayores éxitos en criterios de selección para sequía. De todas formas, se necesita un mayor aporte de conocimientos y tecnología desde la fisiología a la mejora.

La evaluación del rendimiento se hace a través de los ensayos y es aquí donde nos encontramos con grandes dificultades:

a) Diversidad de Zonas

Todos somos conscientes del gran número de zonas agroclimáticas que existen en el área de cultivo del girasol.

b) Diversidad de Sistemas de Cultivo

Hoy en girasol estamos hablando de siembras normales, siembras adelantadas (desde diciembre a febrero), regadíos primera y segunda cosecha, etc.

c) En el mismo lugar gran diferencia de año a año

En el rendimiento influye básicamente el total de pluviometría y las condiciones de temperatura del verano. Estos dos factores varían, drásticamente, de un año a otro en las cantidades totales, así como en su distribución, por lo que no hay dos años iguales y los rendimientos en la misma parcela pueden variar de 500 a 2.500 kgrs./Ha.

d) Dificultad de Tener un Ensayo Válido

Problema de nascencia, falta de uniformidad de la parcela, daños de pájaros, efecto de los híbridos altos o precoces sobre los adyacentes bajos o tardíos, etc. originan altos coeficientes de variación que pueden llegar a invalidar los ensayos.

Estas dificultades y complejidad en girasol, conlleva:

- a) Tener una red amplia de 15-20 ensayos para el material avanzado, que supone un elevado coste.
- b) Dar una gran importancia a estabilidad en rendimiento (alto rendimiento medio pero sin grandes altihajos). Los híbridos actuales más utilizados por los agricultores tienen esta característica.
- c) El que los resultados tengan poca significación. Esta variabilidad lleva a resultados oscilantes y contradictorios.

Necesitamos tener a nuestra disposición un estudio agroclimático del girasol para poder hacer una división de las zonas de cultivo y poder situar, adecuadamente, los ensayos, de forma que nos den la máxima extrapolación de los resultados.

2.- RIQUEZA GRASA

El valor de la semilla se debe en un 85% al contenido graso y el resto a la harina. Aumentar la riqueza grasa es aumentar el valor de la semilla. Ese valor extra, dependiendo de la política de precios del momento, redundará más o menos en favor del agricultor. Como la mejora es siempre a medio - largo plazo es por lo que este criterio es importante.

A veces se plantea la cuestión de si el mejorador da prioridad al rendimiento o al contenido graso. La selección o se hace primero para rendimiento y del material destacado se seleccionan los de mayor grasa, o se busca una fórmula integradora, como puede ser Kgrs. Aceite/Ha. o Ptas./Ha., según el baremo oficial.

Esta selección por grasa es importante en nuestro país, ya que cuando se ensayan híbridos en nuestras condiciones existe una gran diferencia entre el contenido graso mínimo y el máximo. Estos mismos híbridos ensayados en Francia o U.S.A. presentan pocas oscilaciones, siendo además en Francia todos altos y en U.S.A. todos bajos.

3.- CICLO

Definimos como ciclo al número de días de emergencia hasta que la semilla tiene un 9% de humedad y permite su recolección. Otro dato que se suele tomar son días a floración.

En este campo existe una gran confusión, pues, por un lado, durante muchos años solamente se pudo conocer " días a floración " para, posteriormente, tener una aproximación al tema con la toma de datos de "madurez fisiológica" hasta que hoy con los análisis sucesivos de humedad en la semilla o en el momento de cosechar podemos saber los días que transcurren hasta que la semilla alcanza el 9% o hacer una clasificación por humedad entre los híbridos. Por otro lado, se usan los mismos términos (precoz, medio, tardío, etc) para designar diferentes cosas.

De los datos tomados en Córdoba, en la red de R.A.E.A. en 1.990, se observa en los 28 híbridos que:

- a) El mínimo de siembra a floración son 88 días, teniendo el híbrido más tardío 19 días más.
- b) El mínimo de floración a maduración son 39 días y el más tardío sólo tiene 12 días más.
- c) El ciclo total mínimo de siembra a maduración es de 127 días y el máximo 19 días más.
- d) Dado que las diferencias a floración son mayores que en maduración es por lo que la primera influye más en el ciclo total.
- e) No existen correlaciones claras entre ciclo a floración y ciclo de maduración.
- f) El 50 % de los híbridos ensayados están divididos: mitad precoces (?) y mitad tardíos (?).
- g) De los híbridos utilizados en España no existen grandes diferencias entre el más precoz y el más tardío.

Como existe siempre la discusión sobre las ventajas de los diferentes ciclos, apoyándonos en la clasificación hecha con los datos de rendimientos medios de la R.A.E.A. de 1.990, se obtiene para cada división (muy precoz, precoz, medio y tardío) dentro de cada ciclo (floración, maduración, y total) el número de híbridos con rendimiento superior a la media o el rendimiento medio de esos híbridos.

Con esta primera aproximación al tema, se puede ver que no es más fácil obtener híbridos mejores por tener una característica de ciclo y que los rendimientos medios de cada división de ciclo son similares, presentando los muy precoces alguna desventaja. Viendo estos resultados se puede sospechar de que hay híbridos buenos, regulares o malos, sin que esto sea imputable a sus ciclos de floración, maduración o total. Los resultados dependen de la calidad del híbrido no de su ciclo.

Actualmente el C.I.D.A. de Córdoba dispone de ensayos de 5 años y datos para poder clasificar estos híbridos por ciclo, con lo cual se obtendría información muy útil sobre resultados de híbridos concretos, de híbridos clasificados por ciclos, resultados diferentes según localidades y años. Todo esto unido a datos de pluviometría y temperatura ayudaría a vislumbrar una explicación más completa del comportamiento de los mismos.

Dentro de las diferentes zonas climáticas, sería muy útil disponer de la evolución de las temperaturas mínimas y máximas, pluviometría, datos referidos a golpes de calor, riesgo de heladas, etc. para intentar obtener un girasol que se adapte a dichas zonas con la máxima probabilidad de aprovechar las ventajas y escapar de los inconvenientes.

4.- PLAGAS - ENFERMEDADES - PARASITOS

a) MILDEU

En España, desde el inicio de los trabajos con semilla híbrida, se está utilizando resistencia genética dada al híbrido a través del restaurador. Desde que se descubrieron los primeros ataques solamente nos ha afectado una raza.

Actualmente en U.S.A., en la carrera raza, resistencia-nueva raza, van por la 7ª y se ha abandonado la incorporación de resistencia vertical a cada nueva raza. Sobre material con genes de resistencia a las razas más tradicionales, se utiliza tratamiento con fungicidas específicos.

En Francia hace dos años se detectó una nueva raza (Indre) y, actualmente, se sabe existen las razas 1, 4 y 6. En Hungría existen las razas 1 y 4.

Todo esto, unido al tráfico cada vez mayor de semilla entre países, nos hace temer de que en un periodo corto la situación tan estable que hemos disfrutado se nos acabe y nuestros actuales híbridos sean susceptibles. Si la nueva raza es conocida se dispone de genes de resistencia, en algunos casos. De momento, siempre se puede resolver el problema tratando la semilla con fungicidas.

b) JOPO

Actualmente el objetivo de resistencia a jopo se está volviendo prioritario en todos los programas de mejora.

Los primeros ataques en España se conocieron en girasol de "pipas" y obligaron a ir transformando las zonas de este cultivo, dada su virulencia.

En 1.982, en Cuenca, se vieron los primeros ataques sobre girasol oleaginoso y, desde hace 2-3 años, se piensa que está afectando, como mínimo, una tercera nueva raza.

Además de la mayor virulencia en los ataques, justificados por mayor cantidad de semilla de jopo en el suelo y por la aparición de nuevas razas, se están ampliando las zonas afectadas, desde las originales de Cuenca, El Coronil y Fuente de Piedra a otras nuevas áreas. La transmisión se efectúa - por el viento, labores, etc. como "gota de aceite" y a saltos siguiendo el desplazamiento del cultivo de "pipas".

Se calcula que hoy afecta, como mínimo a 75.000 Has. y se espera que aumente dicha superficie, sin conocerse el límite de esta expansión. Por otro lado, se teme la aparición de nuevas razas más virulentas.

Habrà que intensificar los trabajos de mejora, tanto en resistencias verticales como en tolerancias horizontales. Es necesario rastrear para tener el máximo de genes de resistencia, así como conocer cuales son los diferentes mecanismos que permiten a la planta ser resistente. Habrà que intentar frenar la contaminación por medio de transmisión de semilla de consumo humano y ver la posibilidad de desarrollar la lucha biológica contra el jopo por medio de los ataques, tanto de Fusarium como del insecto Phitomiza.

Debemos conocer a fondo el último control que nos quedaría: La Utilización de Herbicidas.

c) **NECROSIS DE CAPITULO**

En ciertos casos, esta "enfermedad fisiológica" es un problema grave. Las altas temperaturas con vientos solanos y stress por sequía producen una evotranspiración rápida; es como si la planta no fuera capaz de reponer todo el agua que pierde y la columna de savia ascendente por los vasos se rompiera, necrosándose las partes superiores a esos puntos.

Los capítulos afectados, total o parcialmente, no producen semilla.

Hay claras diferencias genéticas y en todos los programas se tienen presente estas diferencias.

d) **MANCHAS EN LAS HOJAS**

En ciertas zonas y años están tomando importancia manchas foliares cuyo origen no está claramente definido. Hay algunos ataques de Alternaria. En otros casos son características genéticas.

Habría que dedicar un mayor esfuerzo para conocer su origen, además de evaluar cómo afecta la reducción de la superficie foliar útil y el secado de las hojas inferiores.

e) **OTRAS ENFERMEDADES**

Nuestras condiciones agroclimáticas hacen que Sclerotinia, Roya, Phomosis, Rhizopus, Erwinia, etc. sólo sean, hasta hoy, situaciones puntuales de ciertas zonas o años, por lo que no se consideran objetivos prioritarios de mejora.

Macrophomina está presente en varias zonas, debido a su relación con stress. Sin embargo, los ataques se producen en el período de maduración sin afectar al rendimiento, aunque sí produce una maduración precoz. Por ello, es un dato más a tomar pero tampoco es un objetivo prioritario.

5.- CARACTERES CUALITATIVOS

Parece que tiene interés la utilización de los tipos de aceite alto oleico (en que el porcentaje entre oleico y linoleico está cambiado) para ciertos usos industriales y para fritos. Actualmente en los programas de mejora se dispone, además del programa normal, de un subprograma para este tipo de girasol. Ya hay híbridos inscritos aunque el problema actual es que como todo el material proviene de la variedad rusa Pervenet, al cruzar los dos parentales oleicos para obtener el híbrido, como no hay gran " distancia genética " el vigor híbrido es bajo y, por tanto, el rendimiento también. Este problema va disminuyendo paulatinamente.

Hay interés en tipos de alto linoleico pero estables, sin que la latitud les influya. Actualmente no está fijado el material.

Aumentar la proteína de la torta no se considera objetivo, ya que ese aumento casi no afecta al precio del grano dado el bajo valor de la proteína. La barrera de utilización de la harina por los monogástricos no está motivada por la baja proteína sino por el alto contenido en fibra.

6.- OTROS OBJETIVOS

a) AUTOCOMPATIBILIDAD

Es la capacidad para que las flores de un capítulo puedan cruzarse por ellas mismas. Hay que entender que el girasol, originariamente, no puede hacerlo y necesita, obligatoriamente, a las abejas para que hagan el cruce de unas plantas a otras.

Seleccionar para esto es importante pues, por un lado, se consigue una mejor multiplicación de las líneas parentales y, por otro, se elimina el riesgo de que en los campos de cultivo pudiera decaer la producción; como ocurriría si los híbridos fueran autoincompatibles y no hubiera abejas o no pudieran trabajar por niebla o lluvia.

En el proceso de obtención de las líneas puras todas las plantas que producen poca cantidad de semilla se eliminan. Al final se testan para comprobar esta característica, comparando el rendimiento en presencia y ausencia de abejas.

b) POSICION DEL CAPITULO

Creemos que exceptuando las dos situaciones límites de: mirando hacia arriba en que es más susceptible a golpes de sol, o demasiado curvado en que se pueden tener problemas de cosecha, el resto de las posiciones van igual. Se considera que ninguna de las posiciones reporta ventajas contra el daño de pájaros.

c) TAMAÑO DE LA SEMILLA DE SIEMBRA

Al principio, la mayoría de los híbridos tenían la misma línea pura como hembra, por lo que la semilla de casi todas las empresas era similar. Hoy día con mejores híbridos que, generalmente, tienen hembras diferentes, el agricultor se tiene que acostumbrar a semillas diferentes, en cuanto a longitud, ancho, peso específico, etc.

d) CALIDAD DEL TALLO

Se seleccionan las líneas y los híbridos para que no se encamen, tengan un tallo fuerte y no se doblen en maduración por el peso del capítulo

Las condiciones de mejora en España son difíciles, pues el rendimiento, resistencia a mildew, etc., comunes a todos los programas de mejora, se tienen que conseguir bajo condiciones de resistencia a sequía y con alta riqueza grasa. Por otro lado, hacemos la selección de las líneas puras bajo condiciones de secano pero, al final, tenemos que hacer la producción de los híbridos en regadío. Además de la selección a Jopo, que está - eliminando una gran cantidad de líneas de nuestros programas.

TITULO: "PRODUCTIVIDAD DEL GIRASOL (HELIANTHUS ANNUUS L.) EN SIEMBRAS DE BAJA DENSIDAD EN CONDICIONES SEMIARIDAS"

AUTOR (ES): Dr. Eduardo Sobrino Vesperinas/Dr. Guillermo Yepes Jaramillo/ Sr. Felix Monroy Vivas.

CENTRO DE TRABAJO: Cia. Española de Cultivos Oleaginosos, S.A.
Facultad de Ciencias. Dpto. de Biología
Cia. Española de Cultivos Oleaginosos, S.A.

LOCALIDAD: (Estac. de Mejora Vegetal)

Madrid
Medellín (Colombia)
Malpica de Tajo (Toledo)

RESUMEN:

Se estudia la influencia de las siembras de baja y muy baja densidad en el rendimiento, en los componentes del rendimiento y en diversos factores del crecimiento y desarrollo, así como en la utilización del agua por el girasol, y en la cantidad y calidad del aceite producido.

1.- Introducción

El déficit hídrico provoca alteraciones morfológicas y metabólicas importantes en las plantas de cultivo, que inciden directamente en la disminución de la cantidad y calidad de la producción.

Procesos fundamentales como la fotosíntesis, la transpiración y el desarrollo del área foliar, se ven afectados grandemente al no contar con la cantidad de agua requerida.

Utilizamos el término sequía en el sentido del MAY Y MILTHORPE (1962), como el suceso de tipo metereológico y ambiental, causado por la ausencia de lluvia durante un largo periodo de tiempo, lo bastante dilatado para producir un agotamiento de agua en el suelo y daño en las plantas.

El impacto de las actividades humanas en el medio ambiente, dió comienzo hace miles de años, con acciones como la transformación del bosque en campos de cultivo, pero es ahora, con el rápido crecimiento tecnológico e industrial, cuando el hombre está introduciendo notables modificaciones tanto en la composición de la atmósfera como en la naturaleza de la superficie del suelo, y por ende en el clima, a un ritmo muchísimo más rápido que el debido a los procesos naturales (FONT-TULLONT, 1983). La distorsión de la naturaleza de la superficie del suelo, la disminución de la capacidad de retención de agua y la pérdida de la cobertura vegetal, han creado un ambiente hostil al desarrollo de las plantas en grandes áreas. Por esta razón, algunas regiones han visto disminuido su potencial agroeconómico convirtiéndose en zonas de producción marginal, degradadas y desertizadas, y por ello se plantea la necesidad de dar un sentido ecológico al futuro agrícola de la humanidad.

Concretamente, la submeseta central de la Península Ibérica, así como otras áreas de la misma están en estos momentos inmersas en un proceso de aridificación climática, que está reduciendo sus recursos hídricos y de este modo la capacidad de los cultivos de alcanzar una rentabilidad económica, en condiciones de secano. Aunque no resulta posible asegurar, que la reducción de las precipitaciones de los últimos años, en ciertas áreas, vaya a ser un constante en el futuro, sí constituye una problema serio. De hecho el cultivo del girasol se ha reducido notablemente en la última década en las provincias de Toledo y Albacete, y está en trance de desaparecer en Ciudad Real. De forma global, los rendimientos medios en cultivo de secano se sitúan alrededor de 400 Kg-Ha^{-1} (MAPA, 1988), productividad insuficiente desde una perspectiva económica.

Los cambios climáticos trascendentes producidos en el mundo durante la década de 1980, y las profundas alteraciones, hacen temer que nos enfrentamos a una profunda crisis climática (FONT-TULLONT, 1988).

El girasol presenta la capacidad de tolerar la sequía, no por unas reducidas necesidades hídricas, sino porque es capaz de desarrollar un profundo y eficaz sistema radicular (MARC y PALMER, 1.975).

Sin embargo, si la sequía es severa su producción y estructura se ven afectados sustancialmente.

Entre las especies oleaginosas, el girasol es uno de los más importantes a nivel mundial. En 1986, después de la soja y el algodón, el girasol ocupó el tercer lugar entre las semillas oleaginosas producidas en todo el mundo, con un incremento del 640% sobre el nivel de producción de 1985/1989 (FICK, 1989). En la actualidad unos 35 países lo cultivan sobre superficies significativas, entre los cuales España ocupó en 1988 una superficie cultivada de 894.000 Ha, en sexta posición mundial, mientras que su producción, 1.190.000 Tm. la sitúa en el noveno lugar en producción de grano (FAO, 1990).

De la superficie cultivada en España, aproximadamente el 80% se siembra en condiciones de secano, y en buena parte corresponden a zonas semiáridas, con baja pluviometría y temperaturas elevadas en verano. Como consecuencia del déficit hídrico, a que el cultivo de girasol se ve sometido, su rendimiento es mucho más bajo, del orden de la mitad del obtenido en otros países europeos.

En España la expansión del cultivo del girasol ha sido espectacular, pasando de 11.000 Ha. en 1965 a 1.200.000 Ha. en 1984, y ha constituido un enriquecimiento de la alternativa de cultivos, con importancia socio-económica en numerosas regiones españolas.

Con objeto de encontrar métodos, que permitan reducir los daños producidos por el déficit hídrico en el cultivo del girasol se pretende conocer la influencia de la siembra en baja y muy baja densidad sobre el rendimiento y sus componentes en medio semi-árido.

2.- Material y métodos

El material está constituido por el genotipo híbrido Toledo-9, de altura normal ($h \approx 1,40$ m.) incluido en la Lista de Variedades Comerciales del Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero el 14 de Abril de 1984, de obtención CECOSA. Se eligió en base a los destacados resultados medios de rendimiento, mostrados en una red de ensayos multilocal, con 12 puntos de ensayo y al hecho de haber mostrado en cámara de cultivo, una mejor regulación estomática en situación de estrés hídrico, en comparación con otros tres genotipos híbridos.

El experimento se llevó a cabo en 1988 en condiciones de pleno campo en la Estación de Mejora Vegetal de Cecosa, situada en Malpica de Tajo (Toledo), lat. $39^{\circ} 55'$ N y long. $4^{\circ} 35'$ W y altitud 525 m.s.m. Las características del suelo y climáticas se indican en la tabla 1 y fig. 1 respectivamente. La evapotranspiración potencial (Thornwaite) fué de 825 mm. Se abonó en fondo con 300 Kg.Ha^{-1} del abono completo 12-12-24. Y como herbicida se utilizó Trifluralina en presiembra a la dosis de $1,8 \text{ Kg.m.a./Ha}$, incorporándolo a continuación. La siembra se efectuó con máquina sembradora de ensayos.

Las densidades utilizadas fueron tres:

Densidad testigo: $5,32 \text{ pl.m}^{-2}$ (densidad normal en la zona).

Densidad baja: $3,20 \text{ pl.m}^{-2}$

Densidad muy baja: $2,66 \text{ pl.m}^{-2}$

Se utilizó un sistema experimental en bloques al azar con cuatro repeticiones.

Componentes del crecimiento

Altura de la planta (ALT)

Cada siete días, a partir de la germinación se midió la altura de las plantas (cuatro para cada parcela elemental). Desde el estado fenológico R-2 hasta R-9, se determinó midiendo desde la superficie del suelo hasta la parte central media del capítulo.

Número total de hojas (NTH)

El número de hojas se determinó a partir del momento en que la longitud foliar superó 3 cm. y hasta que otras mantuvieron el color verde, es decir hasta senescencia. Se llevó a cabo sobre 4 plantas para cada repetición.

Tasa de aparición de hojas

Se estimó como la pendiente de la regresión entre el número total de hojas frente a la edad relativa de la planta.

Area foliar

Se determinó mediante métodos destructivos y no destructivos. En ambos casos se realizó sobre 4 plantas por parcela elemental.

En el método destructivo se determinó mediante un Medidor Automático de Area Delta-T. Mientras que en el no destructivo se utilizó la fórmula $AF=K.A.L.$ ($K=0.73$).

Tabla 1.- Determinaciones analíticas en el suelo. Estación de Mejora Vegetal de Malpica de Tajo, Toledo (1988).

Textura: Franca

pH (H₂O): 7.60 (Alcalino)

C/N: 7.9

Materia Orgánica (%): 0.95

C (%): 0.55

N (%): 0.070

CO₃ Ca (%): 8.0

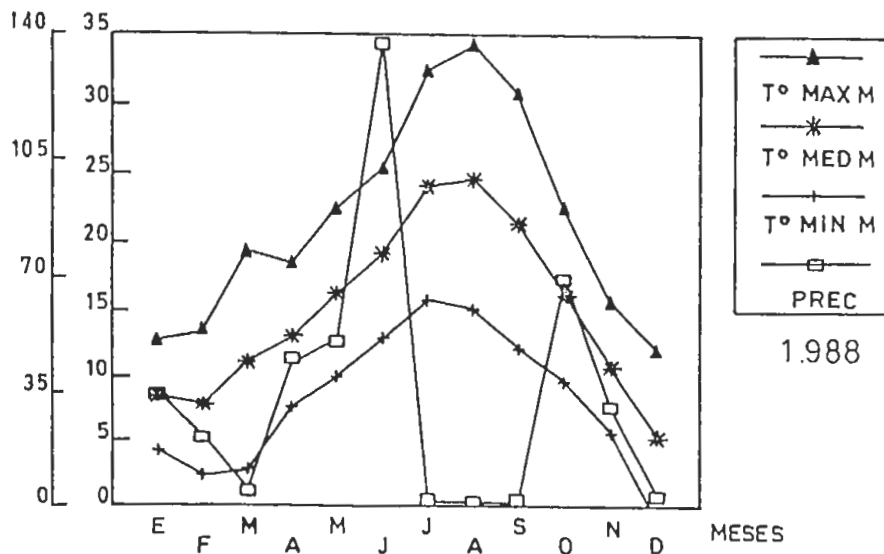
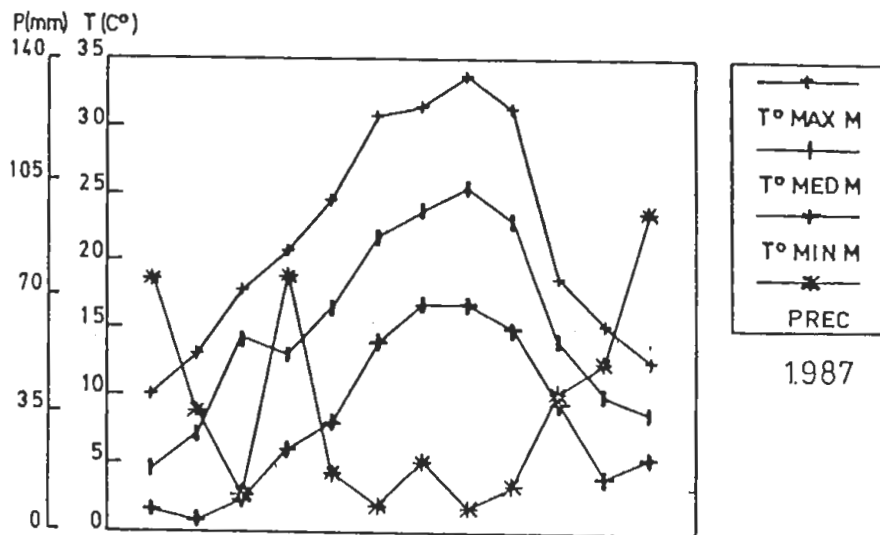
Fósforo, ppm P (Olsen): 10

Potasio Extraído. ppm K: 320

Ca. ppm: 3500

Mo. ppm: 640

Fig. nº 1.- Datos termopluviométricos de Malpica de Tajo.Toledo, en los años 1987 y 1988.



midiendo la longitud máxima y la anchura máxima. (TAKAMI et al. 1981).

Índice de área foliar (IAF)

Para las mismas plantas fué calculado el índice de área foliar (IAF) como la superficie foliar (A) por superficie del suelo (S). I.A.F. = A/S. (HUNT, 1982).

Biomasa aérea de la planta (BAT)

La biomasa aérea de la planta (BAP) se obtuvo mediante la sumatoria de los pesos secos de todos los órganos aéreos de la planta tomados hasta el momento de la recolección.

Componentes del rendimiento

Diámetro total (DTC) y diámetro no fructificado del capítulo (DNF).

Se midió como el diámetro global del capítulo en el primero, mientras que en el segundo se hizo sobre el diámetro interno sin aquenios fructificados.

Número de aquenios por capítulo (NAC)

Se determinó como el número total de aquenios viables formados en cada capítulo. Su conteo se realizó mediante Contador Automático de Granos Pfeuffer.

Peso de mil aquenios (PMA)

El peso de 1000 aquenios (PMA) se calculó mediante Contador Automático de Granos Pfeuffer y balanza de precisión COBOS C-600.

Rendimiento: Peso total de aquenios (PTA)

El peso total de aquenios (PTA) se determinó utilizando una balanza de precisión COBOS C-600. La producción se refirió a g.m y a g.pl.²

Índice de Cosecha.

Relación existente entre la producción de aquenios (PTA) y la biomasa aérea total (BAT).

Contenido hídrico del suelo

El estado hídrico de las parcelas en las que se realizaron los experimentos se determinó mediante métodos gravimétricos. El contenido hídrico se expresó en gramos de agua por gramos de suelo seco, o en porcentaje de humedad.

$\% \text{ Humedad del suelo} = \frac{PF-PS}{PS} \cdot 100$

PF= Peso del suelo húmedo.

PS=Peso del suelo seco.

Las muestras del suelo se tomaron cada 30 cm. hasta una profundidad de 3m., con barrena de perforación, inmediatamente se almacenaron en bolsas herméticas de plástico, se pesaron en balanza de precisión COBOS y se llevaron a estufa a 110°C hasta peso constante.

El consumo hídrico se estimó mediante diferencias entre el estado inicial y final del suelo, más el agua de lluvia, descontando las lluvias menores de 5 l.m.².

Densidad aparente del suelo (DA)

Para determinar la densidad aparente del suelo se obtuvieron muestras en cada una de las parcelas experimentales extraídas mediante sonda de Copeky de volumen conocido.

Contenido en aceite en los aquenios

Para determinar el contenido de aceite se empleó el método de resonancia nuclear (GRANLUD Y ZIMMERMAN, 1975), utilizando el equipo OXFORD 4000, y realizando tres análisis por muestra, previamente limpia y en condiciones de 0% de humedad.

Acidos grasos

Este análisis se efectuó mediante cromatografía gaseosa, según metodología del CSIC (1988). Se determinaron los siguientes ácidos grasos: Mirístico, Palmítico, Pamitoleico, Estearico, Oleico, Linoleico, Araquico, Eicosenoico, Behénico y Lignocérico.

3.- Resultados y Discusión

3.1.- Condiciones climáticas

En 1988 las temperaturas y precipitaciones fueron normales, en términos totales. Sin embargo, las precipitaciones caídas durante el mes de junio fueron muy superiores a la media histórica, 140 l.m.² frente a 30 l.m.², lo que resultó beneficioso para el cultivo del girasol, pero probablemente redujo las diferencias en los rendimientos de las distintas densidades utilizadas. Paralelamente la media de las temperaturas máximas fueron efecto de la cobertura de nubes.

3.2.- Análisis de la significación del rendimiento, de sus componentes y de las variables de crecimiento.

Con objeto de centrar el estudio en aquellas variables que presentan diferencias significativas, se analizan los niveles de significación de estas, en la tabla 2. Los resultados muestran como las diferentes densidades utilizadas, influyen significativamente en todas las variables, a excepción del número de hojas de la planta, el diámetro improductivo del capítulo, del peso del capítulo, del peso del capítulo sin aquenios y la altura de la planta.

Tabla 2.- Niveles de significación de variables relacionadas con la productividad del girasol, en siembras de baja densidad. Estación de Mejora Vegetal de Malpica de Tajo, Toledo.

FUENTES DE VARIACION.	PTC	PTH	PTT	BAT	NAC	PTC	PTA	PMA	PCS	DIC	NTH	ALT
DEN	**	*	**	**	**	*	**	*	NS	NS	NS	NS
BLO	NS	**	*	*	NS	NS	*	**	NS	**	NS	*

** : Altamente significativa P 0,01

* : Significativa P 0,05

NS : No significativa

DTC: Diámetro total del capítulo (cm.)

PTH: Peso total de hojas (g)

PTT: Peso total de tallos (g)

BAT: Biomasa aérea total (g)

NAC: Número de aquenios por capítulo

PTC: Peso total capítulo

PTA: Peso de aquenios por capítulo.

PMA: Peso de mil aquenios (g)

PCS: Capítulo sin aquenios (g)

DIC: Diámetro improductivo del capítulo (cm).

NTH: Número total de hojas

ALT: Altura de la planta (cm)

3.3.- Rendimientos y componentes del rendimiento.

3.3.1.- Producción.

Al evaluar la producción de agueros por planta, en función de las distintas densidades de siembra en condiciones de estres hídrico, se observan diferencias significativas (tabla 3), estas diferencias se analizan numéricamente en las tablas 3 y 4.

Considerando la productividad conseguida a nivel planta, la densidad testigo (DT) obtuvo los menores rendimientos de grano, con 21.8 g.pl^{-4} , significativamente diferentes a las otras dos densidades utilizadas. El mayor rendimiento se obtuvo, para la densidad muy baja (DMB) con 43.7 g.pl^{-4} , doblando a la primera. La densidad baja alcanzó una productividad de 39.0 g.pl^{-4} , más próxima en valor absoluto a DMB, pero sin diferir significativamente de DT.

Las densidades más bajas presentan los mayores rendimientos en producción de agueros, debido probablemente al incremento en las disponibilidades hídricas, lo que generará plantas con mayor superficie foliar, con menor competencia, y finalmente más eficaces en la intercepción de la radiación solar. Esto coincide con los observados por SCHMIDT et al. (1985), que encontraron mayor area foliar por planta de girasol y mayor rendimiento biológico con menor densidad de siembra, y explican sus resultados basándose en la mayor radiación solar interceptada por la planta, aunque en sus condiciones estaba ausente el importante factor de estres hídrico.

THOMPSON (1978) en ensayos con densidades de siembra, encontró, que la producción de agueros, fué significativamente mayor cuando se sembraron entre 50.000 y $80.000 \text{ pl.Ha}^{-4}$, aunque las diferencias entre las distintas poblaciones, que estableció mostraron escasas diferencias. Efectos compensatorios también son citados por ZAFFARONI y SCHNEIDER (1991) en girasol, de forma que los rendimientos se mantienen relativamente constantes con diferentes densidades de siembra, aunque en estas experiencias los niveles de precipitación y productividad son mayores que en nuestro ensayo, con condiciones de acusado estres hídrico.

Cuando los niveles productividad se han referido a unidades de superficie, se observa que los mayores rendimientos corresponden a DB con 124.8 g.m^{-2} , mientras que las otras dos densidades obtuvieron un nivel equivalente, 116 g.m^{-2} , significativamente diferente. El incremento obtenido en DB supone un 6.5% respecto a la densidad testigo. Por ello podría considerarse que el óptimo productivo se alcanzaría a $32.000 \text{ pl.Ha}^{-4}$, en las condiciones del ensayo. Esto pone en evidencia la conveniencia de conocer las densidades de siembra del girasol, adecuadas a cada situación particular, considerando las interacciones entre los métodos de cultivo, el genotipo y el ambiente.

MILLER y ROATH (1982) trabajaron con girasol a una densidad control de $50.000 \text{ pl.Ha}^{-4}$, comparándola con otra reducida en un 15% ($37.550 \text{ pl.Ha}^{-4}$), no encontrando diferencias significativas en la producción. La compensación en ese caso se realizó por el incre-

mento en el diámetro del capítulo y del número de achenios.

En la tabla 5 se muestran los niveles de correlación para distintas variables. En el caso del peso total de achenios se ha encontrado un elevado nivel de correlación ($r=0,954$) con el número de achenios formados por planta, notablemente mayor que el correspondiente al peso de 1000 achenios, el otro componente del rendimiento ($r=0,671$). Sobre la producción de achenios muestran una gran influencia de las variables PCS y PTC, que están estrechamente correlacionadas ($r=0,864$). La cantidad de biomasa aérea también muestra correlación con PTA, aunque en medios áridos un exceso de biomasa foliar y caulinar, previa a la antesis puede resultar ser un aspecto negativo para la productividad de grano, por exceso de transpiración.

Estas correlaciones ilustran sobre posibles criterios de selección de genotipo de girasol, en condiciones de campo.

Las correlaciones negativas detectadas resultan ser mucho menos consistentes. El DIC se correlacionó negativamente con PTA, con un coeficiente bajo ($r=-0,304$).

3.3.2.- Componentes del rendimiento

Los componentes últimos del rendimiento en girasol son el número de achenios por planta, el peso de mil achenios, y la densidad de plantas por unidad superficial. Este último es el objeto de nuestros ensayos.

El número de achenios producido por cada planta resultó ser mayor en el tratamiento DMB, 954 achenios. pl^{-1} seguido por el de DB con 840 achenios. pl^{-1} , que resultaron significativamente diferentes de los resultados de la densidad testigo.

El peso de mil achenios también resultó distinto entre los dos niveles de baja densidad, y la testigo. Las dos densidades reducidas se han agrupado en varias ocasiones, por sus resultados, por lo que cabe considerar, que a nivel planta las diferencias de aprovisionamiento hídrico no resultan con influencia en el rendimiento. En este supuesto DB sería la óptima entre las ensayadas.

3.3.- Influencia de la densidad en la producción de biomasa aérea.

Se obtuvo un mayor rendimiento en términos de BA a nivel de planta, en la densidad muy baja, $208,8 g.m^{-2}$. que en la densidad baja, $182,9 g.m^{-2}$, mostrando importantes diferencias con la densidad testigo. Sin embargo, en mayor medida que sucedía en la producción de achenios, al transferir estos resultados de planta a superficie, la mayor productividad corresponde a la densidad testigo con $743 g.m^{-2}$, significativamente diferente de las obtenidas en las otras dos densidades, que muestran niveles equivalentes 585 y $557 gr.m^{-2}$, para DB y DMB respectivamente (Fig.2). Lo que indica que el mayor número de plantas por unidad superficial, utilizando en la densidad testigo, supera en influencia la menor producción de materia seca aérea por

Tabla 3.- Valores medios de variables relacionadas con la productividad del girasol, en siembras de baja densidad. Estación de Mejora Vegetal de Malpica de Tajo, Toledo.

Densidad (pl.m)	DTC (cm.)	NAC (nº.)	PMA (g)	PTH (g.pl)	PTC (g.pl)	PTA (g.pl)
DT	9,92A	565B	39B	34,5B	59,8B	21,8B
DB	12,71AB	840A	45A	44,7A	67,8AB	39,0AB
DMB	14,00A	954A	43A	47,0A	81,1A	43,7A

Los valores seguidos por la misma letra no presentan diferencias significativas (P 0,05).

DT= Densidad testigo (5,33 pl.m)
 DB= Densidad baja (3,20 pl.m)
 DMB= Densidad muy baja (2,66 pl.m)
 DTC= Diámetro total del capítulo
 NAC= Número de aquenios por capítulo
 PMA= Peso de mil aquenios
 PTH= Peso total de hojas
 PTC= Peso total de capítulo
 PTA= Peso total de aquenios

Tabla 4.- Valores medios de producción de aquenios, peso total del capítulo, biomasa aérea e índice de cosecha, en siembras de baja densidad de girasol. Estación de Mejora Vegetal de Malpica de Tajo, Toledo.

Densidad (Pl.m)	PTA (g.m)	PTC (g.m)	PBA (g.m)	IC
DT	116,2B	318,7A	743,5A	0,17
DB	124,8A	217,0B	585,2B	0,21
DMB	116,2B	215,8B	557,1B	0,21

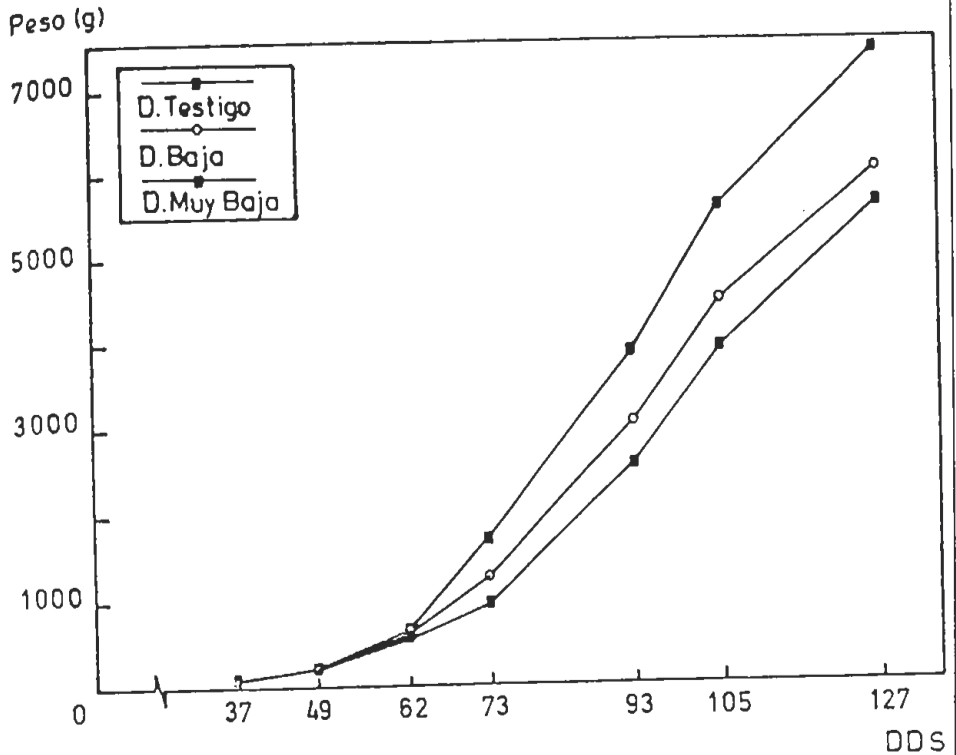
Los valores seguidos por la misma letra no presentan diferencias significativas (P 0,05).

DT= Densidad testigo (5,33 pl.m)
 DB= Densidad baja (3,20 pl.m)
 DMB= Densidad muy baja (2,66 pl.m)
 PTA= Peso de aquenios por capítulo
 PTC= Peso total capítulo
 PBA= Peso biomasa aérea
 IC= Índice de cosecha

Tabla 5.- Niveles de correlación matricial (Pearson) para las distintas variables del análisis de la productividad del girasol en siembras de baja densidad en condiciones de estres hídrico. Malpica de Tajo, Toledo.

	DEN	BLO	NAC	PTA	PMA	PTT	PTH	CNG	DIC	DTC	BAT	IAF	NTH
PFN	1.000												
BLO	-0.000	1.000											
NAC	0.343	0.207	1.000										
PTA	0.370	0.285	0.954	1.000									
PMA	0.338	0.355	0.443	0.671	1.000								
PTT	0.203	-0.272	0.488	0.460	0.252	1.000							
PTH	0.302	-0.272	0.474	0.515	0.458	0.759	1.000						
CNG	0.322	-0.082	0.795	0.830	0.588	0.700	0.689	1.000					
DIC	0.250	-0.569	0.335	-0.354	-0.254	0.206	0.043	-0.159	1.000				
DTC	0.404	0.095	0.792	0.850	0.648	0.693	0.652	0.864	-0.008	1.000			
BAT	0.351	-0.071	0.806	0.833	0.577	0.577	0.840	0.929	-0.089	0.894	1.000		
IAF	0.274	-0.240	0.487	0.492	0.316	0.654	0.622	0.609	0.233	0.702	0.686	1.000	
NTH	-0.119	-0.092	-0.201	-0.158	-0.023	0.228	0.272	-0.021	-0.158	-0.010	0.081	0.186	1.000

Fig. nº 2.- Acumulación de biomasa total en girasol (cv. Toledo-9) sembrado en tres densidades de siembra. Estación de Mejora Vegetal. Malpica de Tajo (Toledo).



planta. En este tipo de condiciones semiáridas, la producción de biomasa aérea más alta no equivale a una mayor producción de achenios como de hecho sucede en este caso. Hay que considerar que el mayor consumo de agua por el girasol, se produce en el periodo de prefloración, cuando una parte fundamental de la biomasa, tallo y hojas, ya está formada.

Por esta razón se obtuvo un mayor índice de cosecha en DB y DMB frente a la densidad testigo.

Las diferencias en el peso de la BA entre las distintas densidades se explican mediante el análisis de las variables que la conforman, PPT, PTH y PTC. Estas variables se correlacionan directamente con el peso de BA.

3.4.- Tamaño del capítulo en función de la densidad.

Existen diferencias significativas en el tamaño del capítulo en las tres poblaciones establecidas. Se ha encontrado que las poblaciones bajas producen capítulos de gran tamaño. DT produjo capítulos con un diámetro medio de 9.9 cm., mientras que DB y DMB formaron capítulos de 12,7 cm. y 14,0 cm. respectivamente.

UMRANI y BHOI (1985) encontraron también una disminución en el diámetro promedio del capítulo a medida que aumentaba la densidad de siembra y encontraron además que bajo condiciones de estrés hídrico se presentaba mayor área improductiva en el centro del capítulo, lo cual podría deberse a limitaciones hídricas durante la fecundación y/o formación de achenios.

3.5.- Influencia de la densidad en el índice de aparición de hojas y en la senescencia.

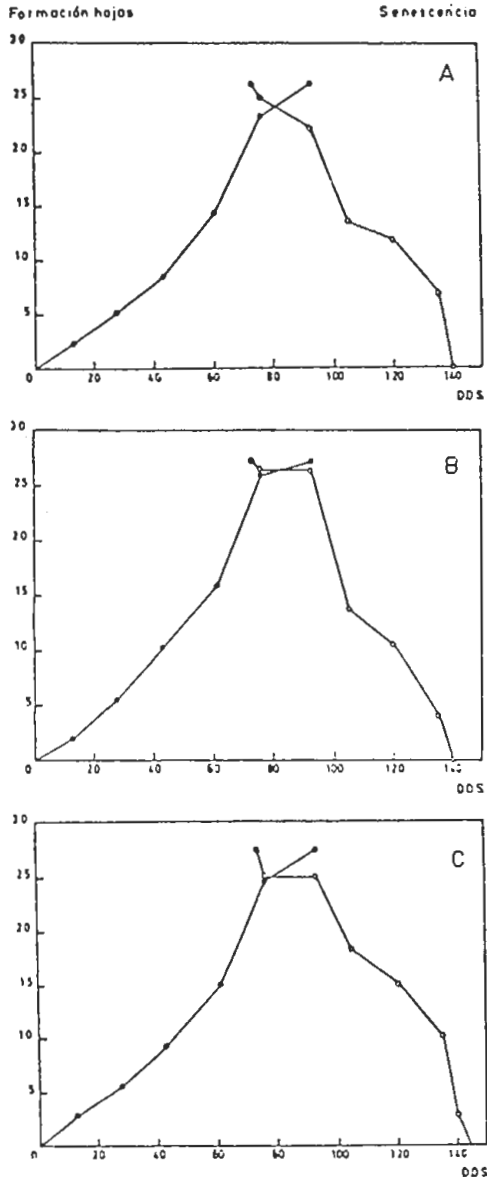
Se evaluaron los efectos de la densidad en el desarrollo foliar de la planta, determinando el número de hojas formadas en función del tiempo en las tres densidades estudiadas.

El análisis de varianza realizado mostró diferencias en la tasa de aparición ($P < 0,01$) en relación con la densidad, solamente a partir del día 43 después de la siembra, periodo que identificamos con el estado fenológico V-4 (SCHNEIDER y MILLER, 1981). Esta tendencia se refleja en la fig. 3, en la cual se recoge el ritmo de aparición y de senescencia foliar para las tres densidades.

Las diferentes densidades no alteraron el número total de hojas formadas.

Antes de culminar la formación de hojas se inició el estudio de la senescencia foliar. Las hojas inferiores de las plantas con mayor densidad comenzaron la senescencia 5 días antes que las de densidad baja, lo que reduce la duración del área foliar formada y también la eficiencia fotosintética de esas hojas y de la planta en su conjunto. (SOBRINO-VESPERINAS, no publicado).

Fig. nº 3.- Formación y senescencia foliar en plantas de girasol (*Melianthus annuus* L.) bajo tres densidades de siembra en condiciones de secano.
 A=Densidad testigo B=Densidad baja C=Den.muy baja



3.6.- Densidad y area foliar

Se encuentran importantes diferencias en el area foliar formada por las plantas cultivadas en los tres niveles de densidad.

Hasta el día nº 38, el area foliar de los tres casos, fué similar. A partir de ese momento, se detectó una reducción en el area de las hojas de la densidad testigo frente a DB y DMB, cuando se consideró este valor a nivel planta. No hubo diferencias significativas entre estas dos últimas densidades, mientras que la DT presentó una reducción del area foliar por planta, del 35% frente a DMB y de 32% frente a DB, lo que favorecería su elección para este tipo de condiciones.

La máxima expansión la alcanzaron las plantas cerca del día 72, lo que coincide con lo encontrado por RAWSON y TURNER (1982), que encuentran que la superficie foliar se hace máxima cuando las plantas se encuentran en anthesis (Estado V.5.1. según SCHNEITER y MILLER, 1981).

Cuando se consideró la superficie foliar en relación a la superficie, los resultados son diferentes. El índice de area foliar fué menor en la situación de DMB y equivalentes en las DB y DT (fig.4).

3.7.- Consumo hídrico y densidad de siembra.

El estado hídrico del suelo hasta una profundidad de 3 m. se determinó, en dos situaciones, una inicial, en el momento de la siembra del girasol, y otra final en el momento de la recolección.

Se aprecia que el contenido hídrico aparece considerablemente disminuido a partir de 1.80 m. de profundidad, debido probablemente al cambio en la composición del suelo, que en este caso se hace más pedregoso. A partir de la profundidad la densidad aparente se reduce de 1.35 hasta 1.21 Kg.dm⁻³, lo que evidencia un cambio en la estructura del suelo.

El consumo hídrico para cada densidad equivale a la extracción de agua realizada, calculada por diferencia entre el contenido hídrico inicial (siembra) y final (recolección). El agua de lluvia caída en ese periodo (191 l.m⁻²) y almacenada en el suelo, también se considera agua consumida por lo que se debe agregar a la cantidad anterior.

La densidad testigo muestra el mayor consumo hídrico, 360.2 l.m⁻², aunque muy próxima a la extraída a lo largo del ciclo por el girasol en las otras dos densidades, que alcanzó 355,4 l.m⁻² y 356,1 l.m⁻² para DB y DMB respectivamente (tabla 6).

Al evaluar la eficiencia de las plantas de las tres poblaciones en la utilización del agua, distinguiremos por un lado la biomasa comercializable y por otro la biomasa total.

Fig. nº 4.- Índice de área foliar en plantas de girasol - (*Helianthus annuus* L.) bajo densidades de siembra en condiciones de secano. Malpica de Tajo. (Toledo)

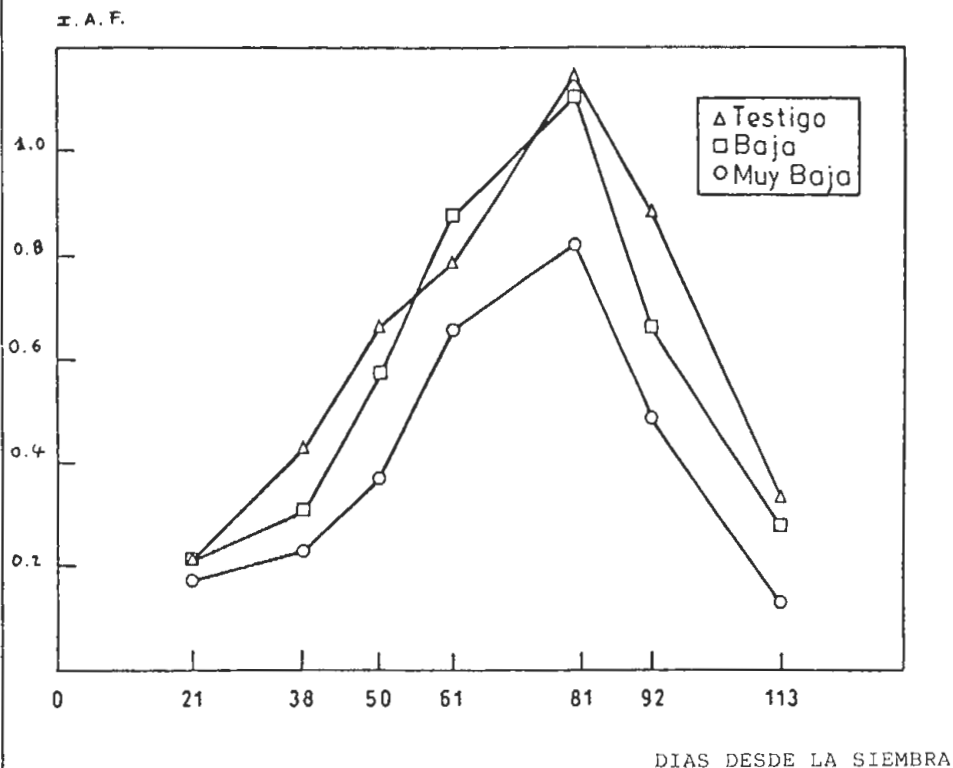


Tabla nº 6.- Consumo hídrico del girasol en función de la densidad en condiciones de estres hídrico. Estación de Mejora Vegetal. Malpica de Tajo (Toledo).

DENSIDAD (Pl.m ⁻²)	CONSUMO HIDRICO	
	(l.m ⁻²)	(l.pl ⁻¹)
DT	360.2	67.5
DB	355.4	111.1
DMB	356.1	133.9

Tabla nº 7.- Eficiencia en el uso del agua en función de la densidad, en girasol, en condiciones de estres hídrico. Estación de Mejora Vegetal. Malpica de Tajo (Toledo).

DENSIDAD	PTA/AGUA UTILIZADA	
	(g.l ⁻¹)	(g.l ⁻¹)
DT	0.32	2.06
DB	0.35	1.64
DMB	0.32	1.56

La extracción de agua a nivel planta es mucho mayor en las densidades DB y DMB, 111 l.pl⁻² y 133 l.pl⁻², con niveles de productividad, expresada en producción de achenios equivalentes, lo que muestra que la planta con cualquiera de esos consumos hídricos, no presentaba problemas de estrés hídrico. Estos niveles de productividad por planta supondrían niveles de rendimiento adecuado al cultivo sin apoyo de riego y sin la aplicación de fuertes niveles de fertilizantes.

Las plantas más eficaces en la utilización del agua, considerando PTA, son las de DB, lo que unido a su mayor productividad y seguridad, resulta ser la densidad más aconsejable en base al análisis realizado.

La seguridad de la cosecha se relaciona con la posibilidad de aparición de años con menor pluviometría, en los que las plantas dispondrán de una menor cantidad de agua. En esa situación, si el déficit hídrico y las altas temperaturas atmosféricas coinciden con el estado fenológico del botón floral próximo a floración (R-3 y R-4), se producirá una cierta proporción de necrosis de capítulo, enfermedad fisiológica que puede influir negativamente en la productividad del girasol.

La mayor eficacia en la producción de biomasa aérea corresponde a DT, lo que habría que considerar en caso de el aprovechamiento del cultivo de girasol fuera para forraje. Coincide con el mismo ritmo de producción de área foliar hasta el día 40, en plantas de las tres densidades. El estrés hídrico se acentúa a lo largo del ciclo de la planta en DT, por agotamiento del agua del suelo, y por las mayores necesidades del girasol en la prefloración y floración.

3.8.- Densidad de siembra y contenido y calidad del aceite.

El contenido de aceite en los achenios no varió significativamente con la densidad de siembra, con niveles medios de 45,3%, en condiciones de seco (0% de humedad y limpio). Tampoco se encontraron diferencias significativas entre la proporción de almendra y cascara, que pueda influir fuertemente sobre el nivel de aceite en achenios, ya que el porcentaje de aceite en cascara se sitúa solamente alrededor del 3% sobre MS.

En la tabla 8 se indica el contenido en aceite en almendra y cascara en los diferentes tratamientos, encontrándose que no existen diferencias entre ellos.

El análisis de los ácidos grasos tampoco mostró diferencias entre los distintos tratamientos. Las principales diferencias que se encuentran en girasol, dejando a un lado el gen para alto oleico, es la influencia ambiental para la proporción ácido oleico/ácido linoleico.

El grano producido en las densidades de siembra baja y muy baja, se encuentra dentro de las características de calidad recomendadas por la CEE, siendo del mismo tipo, tanto en contenido en aceite, como en ácidos grasos, que el obtenido de la densidad testigo.

Tabla nº 8.- Contenido de aceite en almendra y cáscara en función de la densidad de siembra en girasol. Centro de Mejora Vegetal. Malpica de Tajo (Toledo).

DENSIDAD (pl.m)	ACEITE (%)	
	Almendra	Cáscara
DT	55,7 ± 4,5 A	2,4 ± 0,3 B
DM	55,3 ± 2,0 A	3,5 ± 0,5 A
DMB	55,9 ± 3,3 A	3,5 ± 1,3 A

Tabla nº 9.- Contenido de los principales ácidos grasos en aceite de girasol, procedente de tres densidades de siembra. Centro de Mejora Vegetal. Malpica de Tajo (Toledo).

DENSIDAD	ACIDO Palmitico (%)	ACIDO Estearico (%)	ACIDO Oleico (%)	ACIDO Linoleico (%)
DT	14,18	5.16	24.21	55,54
DB	12,97	4.65	24.80	55,20
DMB	12,34	4.31	26.33	55,45

BIBLIOGRAFIA

- CSIC (1988).- Métodos para determinaciones analíticas. Recopilación. Madrid.
- FAO (1990).- Production Yearbook. FAO, Roma.
- FICK, G.N. (1989).- Sunflower. In: Röbbelen, G; Downey, R.K. y Ashri, A. (eds). Oil crops. McGraw-Hill, New York.
- FONT-TULLONT, I. (1983).- Climatología de España y Portugal. Inst. Nac. Meteorología. Madrid.
- FONT-TULLONT, I. (1988).- Historia del clima de España, Inst. Nac. Meteorología, Madrid.
- HUNT, R. (1982).- Plant growth curves, the functional approach to plant growth analysis. Edward Arnold, London.
- MAPA (1988).- Anuario de estadística agraria, Madrid.
- MARC, J. y PALMER, J.H. (1975).- Relationship between water potencial and leaf and inflorescence initiation in Helianthus annus L. Plant physiol. 36: 1001-1004.
- MAY, L.H. y MILTHORPE, F.L. (1962).- Drought resistance of crop plants. Field crop Abstr. 15: 171-179.
- RAWSON y TURNER (1982).- Recovery from water stress in five sunflower cultivars. Aus. J. Plant Physiol. 9:437-460.
- SCHMIDT, E. et al. (1985).- Efecto de densidad e arraujo de plantas de girasol. Perg. Agr. Brasilia, 21: 853-863.
- TAKAMI, S.; TURNER, N.C. y RAWSON, H.M. (1981).- Leaf expansion of four sunflower (Helianthus annus L.) cultivars in relation to water deficits. II Diurnal patterns during stress and recovery Plants. Cel. Envir. 5: 279-286.
- THOMSON, J.A. (1978).- Influence of plant population on phasic development growth, yield and water use of irrigated sunflower in a semiarid environment. 10th. Int. Sun. Conf. Proc. Surfer Paradise, Australia.
- UMRANI, N.K. y BHOI, P.G. (1985).- Performance of sunflower as influenced by plant density under drylands. J. Maharashtra Agr. Univ. 10 : 34-35.
- ZAFFARONI, E.E. y SCHNEIDER, A.A. (1991).- Sunflower production as influenced by plant type, plant population, and row arrangement. Agron. J.E. 83: 113-118.

TITULO: Semilla monogermen de remolacha
azucarera - sus posibilidades
en el cultivo en secano y regadío

AUTOR (ES): Heinrich Meinecke

CENTRO DE TRABAJO: KWS KLEINWANZLEBENER SAATZUCHT AG
vorm. Rabbethge & Giesecke

LOCALIDAD: Grimsehlstrasse 31
3352 Einbeck
R.F.A.

RESUMEN:

Semilla de remolacha azucarera genéticamente monogermen y el perfecto funcionamiento de sembradoras de precisión permiten la colocación exacta de granos a distancias deseadas. El éxito del cultivo depende de un lecho de siembra adecuado y bien estructurado para asegurar buenas condiciones de germinación y nascencia.

Semilla monogermen de remolacha azucarera - sus posibilidades en el cultivo en secano y regadío

Es indiscutible que semilla de alta calidad es la base de un cultivo rentable de plantas. La semilla es el medio de producción de primordial importancia, y en la producción de plantas, constituye la base para la eficacia de todos los demás medios de producción determinantes de rentabilidad, como el abono, la protección fitosanitaria, etc.

La noción "semilla de alta calidad" comprende tanto la calidad exterior como la calidad interior de la semilla. La forma de la semilla, el poder germinativo, la monogermía en el caso de semillas multigérmicas, el peso mil granos, y el calibre son los factores que constituyen la calidad exterior. La calidad interior comprende las características de rendimiento genéticamente fijadas.

El potencial de rendimiento hereditario sin embargo sólo puede aprovecharse en el cultivo práctico, si la calidad exterior de la semilla corresponde a las normas óptimas establecidas.

De este modo, la calidad exterior de la semilla de remolacha azucarera no sólo influye en su eficacia en el campo, o sea en el poder germinativo y la nascencia en el campo, sino también en la técnica de siembra y el modo del cultivo, así que en la desinfección de la semilla. La semilla en forma de píldora y el alto grado de monogermía son las características que facilitaron la siembra de precisión, o sea que la semilla fuese colocada en un lugar preciso con distancias precisas entre los granos, con las respectivas sembradoras. En la práctica, ello dió lugar al aprovechamiento de métodos de cultivo que minimizan o incluso ahorran mano de obra.

Sobre todo en el cultivo de la remolacha azucarera se presentan exigencias especiales en cuanto a la semilla, exigencias que permiten una amplia mecanización del cultivo de la remolacha. Ello me incita a hacer algunas observaciones:

La semilla de remolacha azucarera es multigérmica. Sólo los esfuerzos de los seleccionadores facilitaron la transformación de esta característica en monogermía, y por consecuencia una amplia mecanización del cultivo de la remolacha hasta llegar a la mecanización completa.

En el cultivo de la remolacha, el deseado número de plantas por metro cuadrado es muy bajo con 7 a 9 plantas individuales, comparado con otras plantas de cultivo. Ello exige un funcionamiento muy preciso de las sembradoras y una semilla muy uniforme y estable.

La forma natural de la semilla de remolacha azucarera monogermen es forma de lenteja o de disco, con gran divergencia entre grueso y diámetro. La siembra de esta semilla muy variada en peso y forma no dió el resultado deseado con las técnicas corrientes, y no permitió una siembra de precisión. Sólo la píldoración de la semilla finalmente dió una forma redonda y uniforme a la semilla,

y un calibre preciso. Ello a su vez facilitó el funcionamiento preciso de las sembradoras. Además, el uso de masa para darle al grano una forma redonda permitió la incorporación de fungicidas e insecticidas para proteger el germen.

Por lo tanto, la semilla moderna de remolacha azucarera por su monogermía y forma pildorada permite la mecanización completa del cultivo de la remolacha azucarera, o sea un cultivo sin trabajo manual. Desde hace muchos años, es éste el cultivo practicado en los países de la Europa Central, un desarrollo aún acelerado por la falta de mano de obra o su precio excesivo. En España sin embargo, este proceso de mecanización se produjo sólo en los últimos años, un desarrollo que se debió más o menos a las mismas causas, o sea falta de mano de obra y exigencias de salario excesivas. Pero hubo aún otras razones para la retardación del comienzo de la mecanización del cultivo de la remolacha azucarera en España. Las condiciones climáticas españolas son totalmente distintas a las de Europa del Norte y Europa Central. Resultan condiciones en el suelo muy especiales que no pueden compararse con las centro-europeas. La preparación de un lecho de siembra adecuado para el uso de semilla monogermen es decisivamente más difícil en España, por la falta de precipitaciones regulares. Además, hubo todavía mano de obra para trabajos manuales en el cultivo de la remolacha azucarera hasta hace pocos años, y en general a un precio todavía rentable.

La armonización de los precios dentro de la Comunidad Europea, así que el desarrollo del mercado de la mano de obra español finalmente llevaron también en España a que aumentaran los costes de producción, y ello con beneficios en estancamiento o incluso en disminución. Sobre todo los gastos de personal fuertemente incrementados y la falta de mano de obra en muchas regiones para el aclareo son factores que fuerzan una rápida mecanización del cultivo de la remolacha azucarera en España.

La necesaria semilla y la maquinaria indispensable son a disposición. En muchas regiones de cultivo sin embargo, hay grandes problemas en cuanto a la preparación de un lecho de siembra adecuado y bien estructurado para la siembra de precisión, o sea la colocación de granos individuales a distancias definitivas. Las condiciones climáticas muy especiales de la Península Ibérica pueden perjudicar fuertemente la preparación del suelo y poner en duda una siembra con subsiguiente nascencia adecuada en el campo.

Las exigencias especiales de la remolacha en cuanto al lecho de siembra resultan del tamaño muy pequeño de la semilla. A una distancia entre líneas de 50 cm y una distancia entre granos de 10 cm, y un peso mil granos de aproximadamente 5 g, solamente 1 kg de energía de germinación es sembrado por hectárea. Una distancia entre granos de 10 cm todavía no implica una mecanización completa del cultivo. Para ello se necesitan distancias entre granos de 17 a más de 20 cm, lo que implica una reducción de la energía de germinación sembrada a aproximadamente 0,5 kg/ha o incluso menos, si se aumenta la distancia entre líneas.

Esto demuestra la importancia que tiene la estructura perfecta del lecho de siembra, para asegurar una nascencia óptima de la poca semilla, de esta poca energía de germinación por hectárea.

Sembrar 1 o 2 centímetros demasiado profundo ya influye de manera decisiva en la nascencia y el número de plantas por hectárea, y por consecuencia en la rentabilidad del cultivo. Una disminución de la población de los deseadas 7 a 9 plantas por metro cuadrado a 5 a 6 produce pérdidas económicas de 15 a 20 por ciento, que pueden ser aún mayores si hay mala repartición de plantas. Pese a un poder germinativo de más del 93 por ciento de la semilla comercial, una nascencia absoluta en el campo de 70 a 75 por ciento todavía es de considerar como nascencia buena.

En el cultivo de la remolacha azucarera con mecanización completa, el mayor y casi único problema es la preparación de una adecuada estructura de lecho de siembra para esta pequeña semilla. Sobre todo en el secano andaluz en otoño, incluso con maquinaria óptima para la preparación del suelo, resulta prácticamente imposible o arriesgado sembrar sin precipitaciones precedentes, a causa del suelo muy duro y seco. Suelos más arenosos parecen más adecuados, y la experiencia ha demostrado que un laboreo directamente después de la cosecha de cereales y la preparación inmediata del suelo con grada de disco permiten aprovechar la restante humedad de los terrones para desterronar el suelo. Desterronar después de muchos días de insolación es muy caro y poco exitoso, por el endurecimiento de la tierra. En algunos años, son muy tardías las precipitaciones necesarias para la preparación de un lecho de siembra adecuado, y la siembra tardía tiene influencia particularmente negativa en el rendimiento de la remolacha.

Si no es posible preparar un lecho de siembra adecuado para la siembra a alta distancia entre granos, puede sembrarse con 4 a 6 cm entre granos, lo que implica altos gastos para semilla. También existe la posibilidad de sembrar - como antes - semilla multigermen con gastos para semilla inferiores, pero ambas posibilidades requieren aclareo a mano. En el caso de la semilla monogermen, los gastos para el aclareo son ligeramente inferiores a los de la semilla multigermen, por la mayor monogermía, de la que resulta una mayor población con plantas individuales en el campo.

La decisión del agricultor en favor o en contra de un tipo de semilla, multigermen o monogermen, y la distancia entre granos, depende de la estructura del lecho de siembra, de la disponibilidad de mano de obra para el aclareo, y sus gastos. Pero la meta principal siempre debe ser una población de 70.000 a 90.000 plantas por hectárea para asegurar un cultivo rentable.

Son más favorables las condiciones para la siembra de semilla monogermen en el cultivo en regadío, por la posibilidad de regar para preparar el lecho de siembra. Con una buena estructura del lecho de siembra y la posibilidad de regar para asegurar la nascencia, puede sembrarse con mayor distancia entre granos, lo que ahorra el aclareo manual de una población.

Sin embargo, hay que subrayar en este contexto las consecuencias negativas que tiene un lecho de siembra demasiado fino para la nascencia, lo que puede ocurrir fácilmente con rotocultor en regadío. Si hay precipitaciones después de la siembra, un suelo

demasiado fino sin estructura migajosa estabilizadora endurece, se incrusta e influye negativamente en la germinación y la nascencia.

En resumen, hay que decir que la siembra de precisión de semilla de remolacha azucarera monogermen, o sea una siembra sin aclareo manual, es más difícil bajo las condiciones climáticas especiales que prevalecen en España, que en el Norte o el Centro de Europa. Por lo tanto, cada agricultor tiene que considerar sus propias condiciones del suelo y la maquinaria que tiene a disposición, para decidir si le es posible o no preparar un lecho de siembra con la deseada estructura. De ello depende la distancia entre granos para conseguir un cultivo de remolacha azucarera rentable a base de una nascencia y una población aseguradas.

Cada agricultor quiere lograr un cultivo de remolacha a costos mínimos de producción y sin trabajo manual. Las condiciones más importantes para asegurarlo son la semilla de remolacha azucarera genéticamente monogermen, y su siembra de precisión, dos factores que están a disposición. Un cultivo exitoso sin embargo depende decisivamente de los conocimientos prácticos del agricultor y su habilidad de reconocer las necesidades de un cultivo y de tomar las respectivas medidas en el momento adecuado.

TITULO: EL JOPO DEL GIRASOL: ESPECIALIZACION PATOGENICA

AUTOR (ES): J. M. Melero Vara ¹, M. Saavedra del Rio ², J. M. Fernández Martínez ¹.

CENTRO DE TRABAJO: 1. Instituto de Agronomía y Protección Vegetal. CSIC.
2. Dep. Protección Vegetal, CIDA Córdoba, DGIEA.

LOCALIDAD: CORDOBA

RESUMEN:

Se presenta una revisión de la situación del jopo del girasol en España, así como los resultados de las investigaciones sobre la determinación del espectro racial de *O. cernua* en girasol y la evaluación de germoplasma y líneas diferenciadoras a las poblaciones del parásito que resultaron más virulentas.

Introducción

El jopo (*Orobanche* spp) es una planta parásita que carece de clorofila, por lo que necesita tomar el agua y los elementos nutritivos elaborados por la planta huésped, reduciendo la vitalidad y capacidad productiva de las plantas atacadas.

El girasol (*Helianthus annuus* L.) puede ser parasitado por distintas especies del género *Orobanche*, destacando entre ellas *O. cernua* Loefl. (syn. *O. cumana* Wallr.), *O. ramosa* L., y *O. aegyptiaca* Pers., siendo la primera la que causa los ataques más severos (Pieterse, 1979).

Importancia y distribución geográfica

O. cernua fue observado por primera vez en girasol a finales del siglo XIX en Ucrania. Después de las primeras infecciones se propagó rápidamente a otras áreas de cultivo, teniendo una incidencia particularmente elevada en Moldavia, Rumanía, Bulgaria, Yugoslavia, Hungría, Checoslovaquia, España, Argelia, Egipto, Turquía, Irak, Irán, India, China y Mongolia. Además se ha citado la presencia en Francia de *O. reticulata* Wallr., aparentemente menos virulento que *O. cernua* (Lamarque, 1985) y de *O. ramosa* L. en Italia (Zizzerini y Tosi, 1984). En China los cultivos de girasol se ven afectados además por la especie *O. coerulescens* Stephan, que parece ser de elevada virulencia (Li et al., 1988).

En España, *O. cernua* fue descrito por vez primera en la provincia de Toledo en 1958 (Díaz Celayeta, 1974), habiéndose observado posteriormente en las zonas tradicionales de cultivo de girasol no oleaginoso (principalmente Cuenca, Sevilla, Málaga y Granada). Con la implantación y extensión de las variedades oleaginosas en las zonas afectadas por la planta parásita, las poblaciones de jopo, originariamente incapaces de infectar estas variedades provenientes de la URSS y en su mayoría con resistencia genética a *O. cernua*, evolucionaron y se extendieron geográficamente durante los últimos 10-15 años. Actualmente se ven afectadas amplias áreas de las provincias de Cuenca, Sevilla, Málaga, Cádiz y Córdoba, cultivadas con híbridos oleaginosos de girasol (Jiménez-Díaz et al., 1982; Castejón Muñoz et al., 1989).

Gama de huéspedes, supervivencia y dispersión

La gama de plantas huéspedes de *O. cernua* queda limitada a algunas solanáceas (tabaco, berenjena y tomate, principalmente) además del girasol, si bien hay que mencionar el hecho de que las poblaciones parásitas de solanáceas no atacan girasol y viceversa (Parker y Wilson, 1986). Esta parece ser la justificación de que algunos autores continúen utilizando la denominación de *O. cubana* para las formas de *O. cernua* que infectan girasol. En cualquier caso, las asignaciones de especies de *Orobanchaceae* presentan una problemática bastante peculiar (Hepper, 1973).

Las diminutas semillas (0.25 - 0.4 mm de longitud) de la planta parásita se producen en las cápsulas en número elevadísimo (varias decenas de millares por planta) y se dispersan por el aire a zonas próximas, quedando incorporadas en la capa superficial del suelo, donde sobreviven por periodos de muchos años. Además, el traslado de aperos (principalmente cosechadoras) y el movimiento de suelo facilitan su dispersión. La infestación de las semillas (aquenios) del cultivo huésped con las del jopo parece tener particular importancia en el caso del girasol debido a las características de la superficie de sus semillas (Parker y Wilson, 1986, Castejón Muñoz et al., 1988). De esta manera se puede conseguir, sin duda, una importante dispersión del patógeno a largas distancias, estableciendo nuevos focos de infección que se extenderán con el transcurso de los años.

Germinación de las semillas de jopo

Es frecuente que las semillas de jopo requieran un acondicionamiento o pre-tratamiento en medio acuoso para su posterior germinación, que se ve afectada por la duración del pre-tratamiento (Kasasian, 1973). Sin embargo, en el caso de *O. cernua* no se da tal requerimiento, estando las semillas listas para su germinación prácticamente desde su maduración sin que parezcan afectarles las condiciones de almacenamiento ni se observe el fenómeno de dormancia (Krishnamurthy, 1991).

Es conocido desde 1823 que la germinación de las semillas de jopo se desencadena por los exudados radiculares de la planta huésped (Vaucher, 1823). La germinación es óptima a una determinada concentración del extracto o exudado radicular, por encima de la cual se reduce. Esta reducción parece ser causada por la presencia simultánea de sustancias inhibitorias y estimuladoras de la germinación en el extracto de la planta huésped. Se han encontrado además sustancias inactivas "per se" que incrementan sinérgicamente el efecto del estimulador en la germinación de las semillas de jopo y en la elongación de su tubo germinativo. El pH del suelo juega también un papel importante en la extracción de sustancias estimuladoras de raíces del huésped así como en la germinación de las semillas del parásito, viéndose modificado este efecto por la presencia de Ca^{+2} o PO_4^{-3} (Whitney, 1978; 1979; 1986).

Dada la naturaleza específica de los estimuladores de la germinación presentes en los exudados radiculares de distintas plantas, se ha intentado emplear cultivos trampa que provoquen la germinación de las semillas de Orobanche pero evitando su desarrollo, reduciendo así la densidad de inóculo en suelos infestados. Sin embargo, para que sean efectivos, los cultivos trampa tienen que repetirse durante varios años sucesivos. Por otro lado, el aislamiento y caracterización de dichas sustancias estimuladoras podría, por otro lado, permitir el empleo de éstas o de sus análogos de síntesis en el control erradicativo del jopo (Pieterse, 1979). Asimismo se ha sugerido el empleo de inhibidores de la germinación para controlar algunas especies de Orobanche (Whitney, 1978).

Establecimiento de las infecciones y sintomatología

Las concentraciones elevadas de estimuladores de germinación inhiben la elongación del tubo germinativo, estableciéndose así un gradiente estimulador en la rizosfera que determina el crecimiento del tubo germinativo hacia la raíz. Sobre ésta se forma un haustorio del cual se desarrolla una protuberancia que penetra hasta el xilema de la planta huésped, estableciéndose una serie de conexiones que permiten al parásito utilizar el agua y los nutrientes absorbidos por la planta huésped. Al propio tiempo, los tejidos cambiales del huésped intensifican su división en la zona de invasión, generando un nódulo en torno a las conexiones xilemáticas. Todo ello ocurre en un periodo corto (2-3 semanas desde la germinación), diferenciándose a continuación una yema en el extremo opuesto del tubo germinativo. Esta se desarrolla como un tallo erecto, con escamas en lugar de hojas, que emerge aproximadamente a partir del mes y medio de la siembra del girasol en el suelo infestado. En el ápice se forma una espiga laxa con flores blanco-amarillentas a azuladas en las axilas de las brácteas. Cada flor origina una cápsula donde madura una multitud de semillas minúsculas de color pardo y superficie rugosa (Krenner, 1955; Parker y Wilson, 1986; Skoric, 1988).

La infección de la planta de girasol por el jopo conlleva un déficit hídrico y nutritivo para el huésped que resulta en amarilleamiento y desecación de las hojas inferiores, reducción del crecimiento y, en los casos más graves, marchitamiento rápido y muerte del girasol, reduciendo considerablemente o anulando totalmente la producción de semilla.

Desarrollo de resistencia genética. Especialización patogénica de *O. cernua*

Desde principios del siglo XX se ha incidido en la selección del girasol para resistencia a jopo, obteniéndose resultados muy satisfactorios que consiguieron multiplicar los rendimientos y expandir el cultivo a nuevas áreas del S y SO de la URSS. V. S. Pustovoit fue el mejorador que más contribuyó a esta selección al mismo tiempo que a la mejora genética de otras características agronómicas, en particular el contenido graso de las semillas, determinante de su desarrollo como cultivo oleaginoso. La ineficacia de la selección por resistencia a jopo en determinadas áreas de la URSS, ocurrida en los años 20, llevó a demostrar la existencia en ellas de poblaciones de *O. cernua* que se denominaron raza B para diferenciarlas de la raza A, frente a la que se realizó inicialmente la selección. Se concluyó que frente a este grupo de razas B se requería el desarrollo de nueva resistencia genética. Esta se encontró en especies silvestres de girasol (principalmente *H. tuberosus*) que fueron cruzadas con *H. annuus*, llevándose a cabo selección para resistencia en sucesivos retrocruzamientos con la especie cultivada. obtuvo la variedad resistente Zhdanovski 8281 y varias otras en los años 30. La combinación posterior de dicha resistencia con alta productividad y contenido en aceite dio lugar a las variedades VNIIMK 1646, VNIIMK 8931, Armavirski 3497, Peredovick y Smena entre otras. Estas variedades han sido ampliamente utilizadas en los programas de mejora para la obtención de líneas puras empleadas en la formación de híbridos con alto contenido en aceite. De ahí que estos híbridos se hayan mostrado resistentes al jopo durante años y que, en general, el girasol oleaginoso (incluyendo la variedad Peredovick) se haya visto mucho menos afectado por el parásito que las variedades no oleaginosas, que al no tener introducida resistencia genética frente al patógeno suelen ser extremadamente susceptibles al mismo (Pustovoit, 1966; Cubero, 1986; Skoric, 1988).

Existe una diferencia morfológica entre las razas A y B de *O. cernua*, consistente en que la reacción de resistencia frente a la raza A exhibe la formación de unos hinchazones característicos en los puntos de infección de la raíz huésped (por ejemplo en la variedad Kruglik A-41). Estos hinchazones no se observan en los genotipos de girasol con resistencia al complejo de razas B (Pustovoit, 1966).

Más recientemente se encontraron nuevas poblaciones de *O. cernua* capaces de superar la resistencia genética introducida en el germoplasma soviético resistente a la raza A y al complejo de

razas B. Este hecho fue detectado primeramente en Moldavia y en Bulgaria (Mamonov, 1976; Cubero, 1986; Skoric, 1988) y, posteriormente en Rumanía (Vrânceanu et al., 1980), Yugoslavia (Acimovic, 1980) y España (González-Torres et al., 1982). En Turquía, los resultados de evaluaciones de diverso material de girasol indicaron asimismo la presencia de razas más virulentas que las A y B (Indelen et al., 1983).

Sin embargo los trabajos de G. V. Pustovoit a finales de los 70 utilizando la hibridación interespecífica con H. tuberosus condujeron a la obtención de variedades de girasol (Progres, Yubileyniy 60, Oktobar y Novinka) que poseen resistencia a estas nuevas razas de jopo (Skoric, 1988).

Metodología de evaluación de resistencia

La resistencia a O. cernua en girasol suele evaluarse por los siguientes métodos:

a) Evaluaciones de campo.

Presentan los inconvenientes de falta de uniformidad en la distribución de las semillas de jopo en la parcela y dependencia de las infecciones de las condiciones ambientales. El primero de los inconvenientes es subsanable mediante la infestación artificial con semillas de jopo aportadas al suelo en los golpes de siembra. La inclusión de testigos susceptibles y resistentes distribuidos con cierta frecuencia en la parcela de evaluación permite cuantificar la heterogeneidad de la infestación.

b) Evaluaciones tempranas en ambiente controlado.

El método de Pancheko (1975) consiste esencialmente en la distribución 200 mg de semillas en 1 Kg de mezcla de suelo, y la siembra en pequeños recipientes de las semillas de girasol germinadas. Tras la incubación en ambiente controlado (fotoperiodo de 16.000 lux 14 h/día, con ciclos día/noche de 26/20°C) durante 23-25 días se observan las raíces, asignando la naturaleza resistente de la reacción en base al número de jopos instalados, a su desarrollo y a la presencia de reacciones necróticas (Skoric, 1988). Un procedimiento similar establece grados de infección en base a una escala de desarrollo de jopos en estado adulto del girasol (Bachvarova, 1979). Una adaptación del anterior método de evaluación para cultivo en macetas ha sido descrita en Hungría (Horváth, 1988). Otra variación del método mantiene las plantas en las condiciones antes descritas durante unas dos semanas para establecer las infecciones, procediendo a continuación al trasplante a campo o invernadero, cuando se pretende mantener las plantas hasta el final de su ciclo. Este es el procedimiento que hemos seguido en nuestros laboratorios (González-Torres et al., 1982; Melero-Vara et al., 1989).

Mecanismos y genética de la resistencia

La naturaleza de la resistencia a *O. cernua* en girasol es atribuida a la acumulación de lignina y sus precursores en las células radiculares dañadas, impidiendo así la funcionalidad del haustorio y el establecimiento de conexiones xilemáticas (Panchenko, 1976; Antonova, 1978; Skoric, 1988).

Los estudios de la genética de la resistencia realizada primeramente por V. S. Pustovoit parecían indicar una herencia cuantitativa, pero posteriormente el mismo investigador se inclinó por la herencia monogénica dominante de la resistencia del girasol a jopo. A igual conclusión llegaron otros muchos mejoradores soviéticos, sí como rumanos (Pogorletsky y Geshele, 1976; Vrânceanu et al., 1980). Estos últimos realizaron un detallado estudio genético sobre razas de *O. cernua* en Rumania utilizando diversas fuentes de resistencia. Encontraron cinco genes de resistencia diferentes: Or1, Or2, Or3, Or4 y Or5 (presentes en los diferenciales Kruglik A-41, Zhdanovski 8281, Record, S-1358-A y P-1380-2A, respectivamente) que permitieron diferenciar cinco razas de jopo (A-E) que iban superando los sucesivos genes de resistencia (Cuadro 1).

Situación racial de *O. cernua* en España.

Los estudios sobre la situación racial de *O. cernua* en el girasol en España a finales de los 70 indicaron componentes de jopo virulentas sobre variedades con genes de resistencia frente a las razas A y B descritas por los soviéticos (González-Torres et al., 1982; Jiménez Díaz et al., 1982).

Cuadro 1. Las razas de jopo del girasol y los genes de resistencia a ellas en Rumania (Vrânceanu et al., 1980)

Línea o variedad de girasol	Genes de resistencia	Razas de <i>O. cernua</i>				
		A	B	C	D	E
AD-66	--	S	S	S	S	S
KRUGLIK A-41	Or1	R	S	S	S	S
ZHDANOVSKI 8281	Or2	R	R	S	S	S
RECORD	Or3	R	R	R	S	S
S-1358- A	Or4	R	R	R	R	S
P-1380-2 A	Or5	R	R	R	R	R

R = Resistente, S = Susceptible

En vista de la creciente problemática del jopo en girasol, nuevas poblaciones de semillas de jopo fueron recolectadas a partir de 1985. Tres poblaciones de distinta procedencia geográfica fueron evaluadas inoculando los diferenciales propuestos por Vrânceanu et al., (1980) y otros proporcionados por D. Skoric, en Yugoslavia, y que confieren resistencia a las razas soviéticas A y B. Los resultados (Cuadro 2) indicaron la menor virulencia de una población de jopo procedente de girasol no oleaginoso de Huéscar (Granada). Respecto a las poblaciones de El Coronil (Sevilla) y Villarejo de Periesteban (Cuenca), las reacciones fueron de inmunidad sólo en el caso de Zhdanovski 8281 y P-1380-2A, mientras que Record (con el gen Or3) resultó muy susceptible a las tres poblaciones de jopo evaluadas. Se concluyó que la situación racial en España era diferente a la rumana (Melero-Vara et al., 1989).

En 1989 se recolectaron ocho poblaciones de *O. cernua* de distinto origen geográfico, la mitad de las cuales procedía de cultivares no oleaginosos y la otra mitad de híbridos oleaginosos de girasol. Estas poblaciones se describen en el siguiente esquema:

<u>Inóculo nº</u>	<u>Origen geográfico</u>	<u>Cultivar</u>
1	Fuente Piedra (Málaga)	No oleaginoso
2	Montellano-El Coronil (Sevilla)	No oleaginoso
3	Montellano-El Coronil (Sevilla)	Oleaginoso
4	Villarejo de Periesteban (Cuenca)	No oleaginoso
5	El Coronil (Sevilla)	No oleaginoso
6	Villarejo de Periesteban (Cuenca)	Oleaginoso
7	Villarejo de Periesteban (Cuenca)	Oleaginoso
8	El Coronil (Sevilla)	Oleaginoso

Diez semillas de cada una de las cinco diferenciadoras utilizadas fueron inoculadas artificialmente con cada una de las poblaciones de jopo, utilizando el suelo infestado (250 g de mezcla de suelo con 50 mg de semillas por planta) y realizando el trasplante al invernadero a las dos semanas de la siembra. Las evaluaciones finales sobre incidencia de plantas con jopos emergidos y grado de ataque (número medio de jopos/planta) fueron realizadas a los tres meses de la siembra. Los resultados se recogen en los Cuadros 3 y 4. La mayor virulencia correspondió a una población de jopo (nº 3) recolectada en El Coronil (Sevilla) sobre un conocido híbrido oleaginoso considerado resistente hasta entonces. Excepto en el caso de este inóculo, particularmente virulento, las reacciones sobre Kruglik A-41, Zhdanovski 8281 y Record fueron de leves a moderadas (Cuadro 3,4). Sorprendentemente, la línea S-1358-A se manifestó extremadamente susceptible, en contraste con resultados anteriores, si bien el lote de semilla utilizado difirió del

Cuadro 2. Reacciones de líneas diferenciales rumanas y yugoslavas a tres poblaciones de *Orobanchę gęrnua* de El Coronil, Villarejo y Huęscar.

Líneas diferenciales de girasol	Incidencia (% plantas infectadas)		Media	Grado de ataque (nº japos por planta)		
	El Coronil	Villarejo		El Coronil	Villarejo	Huęscar
RUMANAS						
AD-66	100	86	89	4.0	2.4	5.7
KRUGLIK A-41	66	30	22	2.5	0.6	1.8
ZHDANOVSKI 8281	0	0	0	0.0	0.0	0.0
RECORD	57	66	50	3.7	3.2	2.0
S-1358-A	0	33	22	0.0	0.9	0.4
P-1380-2A	0	0	0	0.0	0.0	0.0
YUGOSLAVAS						
S-59	100	100	89	5.4	5.8	3.6
Or A	66	66	33	2.1	1.5	0.4
Or B	44	55	55	3.8	1.6	1.3
Or AB	22	33	11	0.7	1.2	0.3

Cuadro 3. Reacciones de cinco líneas diferenciadoras de girasol a ocho poblaciones españolas de Orobanche cernua. Incidencia^a (%)

Líneas diferenciadoras de girasol	Poblaciones de <u>O. cernua</u> n ^o							
	1	2	3	4	5	6	7	8
S-59	90	56	89	100	100	100	78	57
KRUGLIK A-41	30	0	80	30	10	17	10	0
ZHDANOVSKI 8281	10	30	62	0	10	10	0	30
RECORD	10	20	90	30	20	0	0	50
S-1358-A	70	90	71	80	56	50	60	70

a

Número de plantas con jopo.

Cuadro 4. Reacciones de cinco líneas diferenciadoras de girasol a ocho poblaciones españolas de Orobanche cernua. Grado de ataque^x

Líneas diferenciadoras de girasol	Poblaciones de <u>O. cernua</u> n ^o								Media ^y
	1	2	3	4	5	6	7	8	
S-59	4.1	2.4	1.7	5.6	5.9	6.0	3.2	0.8	3.7 a
KRUGLIK A-41	0.3	0.0	5.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.0	0.8 c
ZHDANOVSKI 8281	0.1	0.7	3.2	0.0	0.2	1.6	0.0	0.6	0.8 c
RECORD	0.6	1.5	10.7	0.7	0.6	0.1	0.0	0.8	1.9 b
S-1358-A	5.9	4.5	6.6	2.9	4.9	1.0	1.9	3.3	3.9 a
Media ^y	2.2b	1.8b	5.5a	1.9b	2.3b	1.8b	1.0b	1.1b	

x

Número de jopos / número total de plantas de girasol.

y

Valores de la misma fila o columna con una letra en común no difieren significativamente ($P=0.05$) según el contraste de rango múltiple de Duncan.

empleado en experimentos previos, habiendo sido enviados ambos por A. V. Vrânceanu. El bajo grado de ataque en S-59 (Cuadro 4) se debió a una reacción temprana de gran susceptibilidad que ocasionó la muerte de las plantas antes de que llegaran a emerger todos los jopos instalados.

Idéntica metodología fue aplicada a cuatro nuevas poblaciones de jopo recolectadas en 1990 que procedían de tres diferentes localidades de la provincia de Sevilla y otra de Fuente Piedra (Málaga). Las inoculaciones se realizaron en dos líneas puras comerciales de girasol susceptibles a *O. cernua* (RHA-279 y HA-290) y en tres resistentes (R-2, RHA-273 y HA-99). Los resultados (Cuadro 5, 6) señalaron la superior virulencia de la población de jopo de El Coronil que afectó gravemente a las líneas susceptibles y moderadamente a las líneas R-2 y RHA-273 consideradas resistentes. El inóculo procedente de Las Cabezas-Espera afectó severamente a RHA-279 y HA-290, mientras que el resto de los inóculos dieron reacción netamente susceptible sólo en RHA-279, resultando afectada levemente la línea HA-290 (Cuadro 5, 6).

Reacciones de germoplasma de girasol a poblaciones de jopo de mayor grado de virulencia

Utilizando una población de jopo muy virulenta, procedente de El Coronil, se evaluó en 1988, en inoculaciones artificiales, la reacción de 37 líneas puras de girasol de amplia utilización en la producción de híbridos. Los resultados, que se expresan en el Cuadro 7, indicaron un buen nivel de resistencia en la mitad de los restauradores evaluados (RHA 271, RHA 272, RHA 273, RHA 274, RHA 296, RHA 801, R-2 y R-299) y sólo en cuatro líneas mantenedoras (HA-CM 100, HA 99, HA 300 y HA 853) y en otras cuatro androestériles (CMS 99, CMS 300, CMS 821 y CMS 853) (Melero-Vara et al., 1989). La comparación de estos resultados con los obtenidos en evaluaciones realizadas en un campo infestado en Tracia (Turquía) en 1989 (Miller, com. pers.) señalaron reacciones resistentes en cinco líneas que se mostraban susceptibles frente al inóculo de El Coronil. Ello puede deberse bien a una inadecuada evaluación de campo que permitiría considerar resistente un material que es realmente susceptible, debido a una baja o heterogénea infestación del suelo, o a una mayor virulencia de la población de El Coronil que la presente en Turquía. Una evaluación posterior del germoplasma de girasol del USDA, realizada asimismo en Tracia, mostró un alto nivel de resistencia en las líneas RHA 273, RHA 276, RHA 856, RHA 859, HA 64, HA 113, HA 291, HA 853 y HA 855 (Gulya et al., 1991). Recientes estudios han señalado la presencia en Turquía de la raza E de jopo (Bülbul et al., 1991).

En un experimento posterior, utilizando la población de jopo más virulenta de las recolectadas en 1989 (nº 3 en Cuadros 3 y 4), se evaluaron de forma similar las reacciones en once genotipos de girasol que incluían diferenciales rumanos y yugoslavos así como las líneas susceptibles RHA-279 y HA-290 y las resistentes

R-2, RHA-273 y HA-99. Los resultados (Cuadro 8) confirmaron esencialmente las conclusiones anteriores (Cuadro 4, 6), mostrándose resistentes sólo la línea diferencial Zhdanovski 8281 y la línea HA99, mientras que R-2 y RHA-273 fueron sólo moderadamente resistentes. Son de destacar las reacciones de elevada susceptibilidad de las líneas S-1358-A, Record, OR-AB y Kruglik A-41, todas ellas con genes de resistencia a O. cernua.

Cuadro 5. Reacciones de cinco líneas de girasol a cuatro poblaciones de Orobanche cernua. Incidencias^a (%)

Líneas de girasol	Origen de las poblaciones de <u>O. cernua</u>			
	El Coronil	Fuente Piedra	Las Cabezas -Espera	Morón
RHA-279	86.7	86.7	93.3	73.3
HA-290	92.8	35.7	50.0	46.7
R-2	46.7	0.0	0.0	7.1
RHA-273	28.6	0.0	0.0	0.0
HA-99	28.6	0.0	13.3	0.0

^a

Número de plantas con jopo

Cuadro 6. Reacciones de cinco líneas de girasol a cuatro poblaciones de Orobanche cernua. Grado de ataque^x

Líneas de girasol	Origen de las poblaciones de <u>O. cernua</u>					y Media
	El Coronil	Fuente Piedra	Las Cabezas - Espera	Morón		
RHA-279	11.0	7.0	6.0	4.6		7.1 a
HA-290	13.4	0.9	3.2	1.1		4.6 b
R-2	1.7	0.0	0.0	0.1		0.5 c
RHA-273	1.7	0.0	0.0	0.0		0.4 c
HA-99	0.3	0.0	0.2	0.0		0.1 c

^y

Media

^x

Número de jopos / número total de plantas de girasol.

^y

Valores de la misma columna con una letra en común no difieren significativamente (P= 0.05) según el contraste de rango múltiple de Duncan.

Cuadro 7. Reacciones de líneas puras de girasol a una población de Orobanche cernua de El Coronil^a

Líneas girasol	Plantas infectadas (%)	Grado de ataque
S-1358-A	0.0	0.0
RECORD	100.0	16.4
RHA-271	50.0	1.0**
RHA-272	28.6	1.4**
RHA-273	25.0	0.6**
RHA-274	37.5	0.5**
RHA-278	100.0	7.9
RHA-279	100.0	17.1
RHA-296	12.5	0.3**
RHA-297	87.5	17.5
RHA-801	12.5	0.1**
R-1	87.5	8.5
R-2	12.5	0.1**
R-7	100.0	8.6
R-17	71.4	10.3
R-23	100.0	9.1
R-270	100.0	9.6
R-299	75.0	2.1**
HA CM 100	44.5	2.9**
HA CM 400	100.0	9.1
HA-99	37.5	1.0**
HA-290	100.0	16.6
HA-300	12.5	0.3**
HA-301	100.0	5.9
HA-302	100.0	4.6
HA-821	83.3	6.0
HA-822	71.4	8.0
HA-852	100.0	17.9
HA-853	87.5	2.4**
CMS CM 100	71.4	6.1
CMS CM 400	85.7	26.6
CMS 99	12.5	0.1**
CMS 300	25.0	0.6**
CMS 301	100.0	12.1
CMS 302	87.5	5.8
CMS 821	87.5	3.0**
CMS 850	57.1	5.9
CMS 851	85.7	5.7
CMS 852	100.0	18.4
CMS 853	75.0	3.9**

a) Evaluaciones realizadas a los 75 días de la siembra en suelo infestado artificialmente.

** No diferentes significativamente de los valores del testigo resistente a $P = 0.01$, según la prueba de la mínima diferencia significativa.

Cuadro 8. Reacciones de once genotipos de girasol a una población de Orobanche cernua de Montellano-El Coronil.

Líneas de girasol	x Incidencia (%)	y Grado de ataque
S-1358-A	98.7	21.9 a
RECORD	94.3	19.8 a
RHA-279	87.1	17.9 b
HA-290	94.3	15.7 b
S-59	84.3	12.0 c
OR-AB	90.8	10.9 cd
KRUGLIK A-41	85.0	8.8 d
R-2	67.0	2.3 e
RHA-273	56.4	1.8 e
ZHDANOVSKI 8281	56.2	1.0 ef
HA-99	33.3	0.6 f

x

Número de plantas con jopo.

y

Número de jopos / número total de plantas de girasol. Valores de la misma columna con una letra en común no difieren significativamente ($P = 0.05$) según el contraste de rango múltiple de Duncan.

Discusión

La selección y expansión de poblaciones de jopo tan virulentas como las anteriormente señaladas constituyen una de las más serias amenazas para los cultivos españoles de girasol. La selección de genotipos de girasol resistentes a las razas de jopo presentes en nuestro país resulta cada vez más acuciante, pero para ello se requiere un conocimiento más completo de la situación racial del Jopo del girasol en España, así como de las reacciones frente a esas razas de las líneas puras que se utilizan en la producción de híbridos.

Por otro lado, son imprescindibles estudios genéticos de las distintas fuentes que confieren resistencia frente a las diversas fuentes de inóculo, especialmente las más virulentas. Estos estudios permitirán en primer lugar conocer la existencia en las líneas públicas evaluadas, de genes de resistencia diferentes de los presentes en las líneas diferenciadoras P-1380-2A y Zhdanovski 8281, genes Or5 y Or2, que han probado ser los más efectivos contra las razas españolas en los estudios llevados a cabo hasta ahora. La identificación mediante estudios de alelismo de los genes existentes en las distintas fuentes de resistencia disponibles y la amplitud de las razas contra las cuales son efectivos permitirá tomar las decisiones más adecuadas en los programas de mejora para resistencia a este parásito.

Por otra parte, el estudio de la herencia de cada una de estas fuentes en relación con los diversas razas permitirá comprobar la hipótesis de herencia monogénica dominante comunmente aceptada (Pogorletsy y Geshele, 1976) que parece no encajar en algunos casos en nuestra situación, al requerirse la resistencia en ambos parentales.

Finalmente, la presumible aparición de nuevas razas más virulentas aconseja la búsqueda de nuevas fuentes de resistencia evaluando las colecciones de germoplasma existentes, especialmente las silvestres.

Literatura Citada

Acimovic, M. 1980. Physiological races of Orobanche cumana Wallr. on sunflowers in Yugoslavia. págs. 162-167 en: Proc. IX Conf. Int. del Girasol (Vol I). Torremolinos, España.

Antonova, T. S. 1978. Reaction of root cells of sunflower to penetration by broomrape and the downy mildew pathogen. Plant Breeding Abstracts, 48:3944.

Bachvarova, R. 1979. An evaluation scale for broomrape (Orobanche cumana Wallr.) resistance of sunflower breeding material. Helia, 2: 59-61.

Bülbül, A., M. Salihoglu, C. Sari, and A. Aydin. 1991. Determination of broomrape (Orobanche cumana Wallr.) races of sunflower in the Thrace region of Turkey. Helia, 15 (En prensa).

Castejón, M., F. Romero Muñoz y L. García Torres. 1988. Dispersión de las semillas del jopo del girasol. Agricultura LVII (671): 435.

Castejón Muñoz, M., F. Romero Muñoz y L. García Torres. 1989. Areas de distribución del jopo de girasol en Andalucía. Agricultura LVIII (688): 981-982.

Cubero, J. I. 1986. Breeding for resistance to Orobanche and Striga: a review. págs. 127-139 en: Biology and control of Orobanche. S. J. ter Borg (ed). Proceedings of a Workshop in Wageningen, The Netherlands.

Díaz Celayeta, F. 1974. Algunas plantas parásitas de otras de interés agrícola o medicinal. An. INIA. Ser. Prot. Veg. n. 4: 143-166.

González-Torres, R., R. M. Jiménez-Díaz y J. M. Melero Vara. 1982. Distribution and virulence of Orobanche cernua in sunflower Crops in Spain. Phytopath. Z. 104: 78-89.

Gulya, T. J., A. Bülbül, J. F. Miller. 1991. Orobanche resistance in released USDA germplasm. págs. 25-26 en: Proceedings of 1990 Sunflower Research Workshop. National Sunflower Association, Fargo, ND. USA.

Hepper, F. N. 1973. Problems in naming Orobanche and Striga. págs. 9-17 en: Proc. Eur. Weed. Res. Coun. Symp. Parasitic Weeds. Malta.

Horváth, Z. 1988. Early selection on sunflower seedlings for broomrape (Orobanche cumana Wallr.) resistance. págs. 151-154 en: Proceedings of the XII Int. Sunf. Conf. (Vol. 2) Novi Sad, Yugoslavia.

Indelen, E., A. O. Uludere, B. Kiral, M. Salihoglu, R. Tunali. 1983. Evaluation of some sunflower genotypes for resistance to Orobanche cumana Wallr. in Turkey. Helia, 6: 26-27.

Jiménez Díaz, R. M., J. M. Melero Vara, R. González Torres. 1982. El jopo del girasol: importancia y distribución en España. Agricultura LI (598): 383-387.

Kasasian, L. 1973. Miscellaneous observations on the biology of Orobanche crenata and O. aegyptiaca. págs. 68-73 en: Proc. Eur. Weed Res. Coun. Symp. Parasitic Weeds. Malta.

Krenner, J. A. 1955. The natural history of the sunflower broomrape (Orobanche cumana Wallr.). Acta botánica IV (1-2): 113-144.

Krishnamurthy, G. V. G. 1991. Studies on periodicity on Orobanche cernua Loelf. broomrape seed germination. págs. 11-113 en: Proc. 5 th Int. Symp. on Parasitic Weeds, Nairobi, Kenya.

Lamarque, C. 1985. Maldies et accidents culturaux du tournesol. INRA. 120 págs.

Li Xiaojian, Liu Li, Dong Baichun, and Zhang Derong. 1988. Geographical distribution of sunflower diseases in China. págs 46-20 en: Proc. of the XII Int. Sunf. Conf. (Vol. 2). Novi Sad, Yugoslavia.

Mamonov, I. F. 1976. Breeding sunflower resistant to new races of broomrape. págs. 248-253 en: Proc. VII Int. Sunf. Conf. (Vol I) Krasnodar (URSS).

Melero-Vara, J. M., J. Dominguez y J. M. Fernández-Martínez. 1989. Evaluation of differential lines and a collection of sunflower parental lines for resistance to broomrape (Orobancha cernua) in Spain. Plant Breeding 102: 322-326.

Panchenko, A. Y. 1975. Early diagnosis of broomrape resistance in breeding and improving seed production of sunflower (in Russian). Viestnik, Sielkskojosa stvennog Nauki 2, 107-115.

Panchenko, A. Y. 1975. The nature of the sunflower immunity to new broomrape races. págs. 307-311 en: Proc. VII Int. Sunf. Conf. (Vol II). Krasnodar, URSS.

Parker, C. 1991. Protection of crops against parasitic weeds. Crop Protection 10: 6-22.

Parker, C. and A. K. Wilson. 1986. Parasitic weeds and their control in the Near East. FAO Plant Prot. Bull. 34 (2): 83-98.

Pieterse, A. J. 1979. The Broomrapes (Orobanchaceae)-a review. Abstracts on Tropical Agriculture. Vol. 5(3): 9-34.

Pogorletski, B. K. and E.E. Geshele. 1976. Sunflower's immunity to broomrape, downy mildew and rust. págs. 238-243 en: Proc. VII Int. Sunf. Conf. (Vol. I) Krasnodar (URSS).

Pustovoit, V. S. 1966. Selection, seed culture and some agrotechnical problems of sunflower. (Traducido al inglés en 1976). INSDOC, Delhi, India.

Skoric, D. 1988. Sunflower breeding. Uljarstvo 25 (1): 40-45.

Vaucher, J. P. 1823. Mémoire sur la germination des Orobanches. Mémoire du Museum Nationale d' Histoire Naturelle 10: 261-273.

Vrânceanu, A. V., V. A. Tudor, F. M. Stoenescu and N. Pîrvu. 1980. Virulence groups of Orobancha cumana Wallr., differential hosts and resistance sources and genes in sunflower. págs. 74-82 en: IX Conf. Int. Girasol. Torremolinos, España.

Whitney, P. J. 1978. Broomrape (Orobancha) seed germination inhibitors from plant roots. Ann. appl. Biol. 89: 475-478.

Whitney, P. J. 1979. Broomrape seed germination stimulants and inhibitors from host roots. págs. 182-192 en: Second Int. Symp. Parasitic Weeds. North Carolina, U.S.A.

Whitney, P. J. 1986. Factors affectin Orobancha seed germination. págs. 42-49 en: Biology and control of Orobancha S. J. ter Borg (ed). Proceedings of a Workshop in Wageningen, The Netherlands.

Zizzerini, A. and L. Tosi. 1984. Due nuovi parassiti del girasole in Italia: Rhizopus oryzae Went & Prinsen Geerligs e Orobanche ramosa L. Informatore fitopatol. 35, (7-8): 47-49.

TITULO: " Remolacha Azucarera. Nuevas Técnicas de Cultivo"

AUTOR (ES): José Antonio Esteban Baselga

CENTRO DE TRABAJO: A.I.M.C.R.A.

LOCALIDAD: Valladolid

RESUMEN:

En el cultivo de la remolacha azucarera hoy en día necesitan obtenerse 100.000 pl/ha. sanas en la recolección.

Para ello se requiere una adecuada preparación del lecho de siembra, - sembrar las variedades más productivas y de mayor vigor, mantener el campo libre de malas hierbas, al menos en los primeros estados de desarrollo, y finalmente mantener la vegetación sana hasta la recolección.

REMOLACHA AZUCARERA. NUEVAS TECNICAS DE CULTIVO

1. INTRODUCCION. PRODUCCION DE AZUCAR

El azúcar que se consume en el mundo proviene esencialmente de dos cultivos: caña azucarera y remolacha azucarera.

En los cuadros nº 1 y nº 2 podemos ver los datos correspondientes a la producción y distribución de la misma en el mundo, así como la procedencia del azúcar producido (caña o remolacha azucarera).

Una primera cifra a retener es que del total de azúcar producido en el mundo, un 63% procede de la caña y el restante 37% de la remolacha.

2. LA REMOLACHA AZUCARERA

La remolacha azucarera (*Beta vulgaris*) tiene una concentración importante en Europa, donde se cultiva el 80% del total mundial.

Esto nos lleva a una primera conclusión: estamos ante un cultivo que requiere una alta cualificación técnica y ello se demuestra con una cifra muy concreta: en Francia y para los últimos 20 años el aumento de producción ha sido de casi un 2% anual, situándose la media francesa en la actualidad por encima de las 10 tm. de azúcar/ha. es decir 65 tm/ha. de remolacha con un 16% de riqueza.

En España y aunque distamos mucho de estas cifras francesas, no hemos sido -- una excepción en el aumento de producción anual aunque en nuestro caso, el incremento de costes ha sido superior al de la producción, si bien una adecuada revisión del cultivo permite todavía hacer algunas correcciones que eviten el deterioro de la rentabilidad.

Antes de entrar en temas puramente técnicos, conviene aclarar que el sistema por el que se rige la remolacha es el de "régimen de cuotas" y "neutralidad presupuestaria" y gracias a ello se puede intentar elaborar un sistema de --- ajuste de costes de producción a corto, medio y largo plazo.

3. TECNICAS DE CULTIVO

No cabe duda que no hay en agricultura un único factor responsable de los --- cambios de producción, pero si quisieramos resumir en pocas palabras lo que hoy sucede con la remolacha y sus excelentes rendimientos, deberíamos decir -- que hoy la técnica del cultivo consiste en: cosechar 100.000 raíces procedentes de un cultivo sano y sin competencia de malas hierbas.

Vamos a ver lo que cada sector ha aportado al logro de esa cosecha.

3.1. Semilla

Intencionadamente empiezo por la semilla ya que ha sido el auténtico iniciador del gran despegue de rendimientos. Forzados los mejoradores por la escasez de mano de obra que la II Guerra Mundial provocó, iniciaron una carrera contra reloj para tratar de paliar el problema. La secuencia seguida fué:

Semilla multigermen natural
monogermen técnica - pildoración
monogermen genética - mejora nuevo material

Mejora calidad semilla. Vigor - genética
- protección germen y plántula

Entra la Industria Agroquímica
Variedades Resistentes ó Tolerantes: Cercospora
Rizomanía

Nematodos

Nuevas técnicas de selección:
- cultivo de embriones
- ingeniería genética Resistencia a Herbicidas

No podemos detenernos en pormenores de cada renglón, pero baste con decir que se ha pasado de nascencias en campo de un 40% con las multigermen a nascencias superiores al 90% consecuencia de esa continua mejora en el vigor que suponía tanto una resistencia genética a ciertos hongos del suelo cuanto un apoyo de productos fungicidas (TMTD, ... Tachigaren) e insecticidas (Mesurol, Curaterr, Force, NTN).

Se estima que en la década de los 70, las variedades de remolacha han sido responsables de más del 50% del incremento de rendimientos.

Finalmente diremos que la pildoración de la semilla de remolacha ha servido de aplicación a otros muchos cultivos, especialmente hortícolas.

3.2. Laboreo

La mejora de la semilla se ha visto ayudada por el cambio de técnica de preparación del suelo y que ha consistido básicamente en:

- una labor de fondo en otoño (anticipación)
- una labor preparatoria a la siembra (apero combinado)

En la actualidad otras técnicas se están ensayando e imponiendo dentro de la siguiente orientación:

- Laboreo de conservación (minimizar la erosión)
- Ahorro de energía (reducir costes)
- Facilitar nascencia
- Trafico controlado de vehículos por la parcela. Utilizar aperos múltiples exactos.

La siembra directa sobre los restos del cultivo anterior tiene también sus adeptos y justificación, muy especialmente en aquellos suelos que --

por su composición lo permiten.

En otros casos y normalmente pensando en la erosión se crea una cubierta vegetal artificial sobre la que se sembrará la remolacha, previa destrucción mediante un herbicida total.

3.3. Malas hierbas

En esta fase del cultivo es donde posiblemente haya evolucionado más rápidamente la técnica en estos últimos años. En los años 60 y 70 se tuvo que pasar de una escarda totalmente manual a otra lo más química posible. En los años 80 y especialmente desde 1985, el cambio ha sido radical ya que partiendo de las mismas moléculas herbicidas se han introducido los siguientes cambios:

1. Lo importante es el estado vegetativo de la hierba a controlar. El estado de la remolacha no importa.
2. Las dosis de materia activa se reducen en no menos de un 50%. A veces hasta en un 90%.
3. El tratamiento no es uno, sino un programa de 3-4 aplicaciones.
4. Se mezclan varias materias activas en cada aplicación.
5. Se reducen al mínimo los inputs (ecología).

Evidentemente el cultivador juega un importantísimo papel al pasar a ser también "formulador". Por otra parte se requiere una esmeradísima aplicación de estas bajas dosis y por ello hace falta disponer de equipos de tratamiento perfectamente calibrados.

El futuro parece apuntar hacia variedades resistentes a herbicidas no selectivos.

3.4. Fertilización

Paralelamente al espectacular aumento de rendimientos, se ha producido una disminución notable de los elementos fertilizantes aportados al cultivo, especialmente el Nitrógeno (-30% en 10 años).

En varios países europeos se está premiando a la remolacha cuya calidad contiene menor contenido α -amino N, componente éste, directamente relacionado con la fertilización, stress, variedad, etc.

Consecuencia de esto ha sido el importante avance que ha experimentado la localización de fertilizante en diversos puntos del suelo en la proximidad de la línea de siembra, técnica que todavía reduce más la aportación.

También las experiencias italianas han servido para poner en evidencia los efectos de la localización del Fósforo a condición de:

- nivel del suelo inicial < 5 p.p.m.
- localización en la misma línea de siembra.

3.5. Protección del cultivo

Si en la década de los 70 se adjudicó a la semilla la máxima responsabilidad en el aumento de rendimientos, en los años 80 se coincide en dar a la protección del cultivo el mayor protagonismo en el aumento de producción, y ello debido fundamentalmente al tratamiento de la vegetación en la parte final del cultivo con carácter preventivo.

La protección afecta a todas las fases del cultivo y por ello vamos a -- distinguir las que en nuestra opinión son más importantes.

3.5.1. Semilla. Siembra. Microgránulos.

Señalabamos anteriormente la importancia que la protección insecticida y fungicida en la píldora, ha tenido para conseguir una -- densidad de planta alta y homogénea.

En muchos casos además de la protección que tiene la semilla, hay que incorporar un producto insecticida, por lo general sistémico, que protege a la plántula durante un determinado periodo, unas -- 5-7 semanas, contra plagas como pulgilla, pulgones, nematodos, -- etc.

El microgránulo hizo casi desaparecer los efectos de la Amarillez virótica en centroeuropa pero un exceso de confianza, eliminando el microgránulo en muchos casos, ha provocado que en los últimos 4 años, los efectos de la Amarillez se hayan vuelto a manifestar.

3.5.2. Proteger la vegetación

Desde hace muchos años se conocen los productos y la técnica de -- aplicar los mismos cuando en el cultivo se presenta una plaga o -- enfermedad claramente visible o endémica (Gardamas, Cercospora, -- Oidio, etc.).

Lo que verdaderamente ha supuesto un cambio importante en este ti -- po de tratamientos ha sido el programa de mantenimiento de vegeta -- ción a base de productos fungicidas, apoyados en algún caso con -- insecticida, y que cubren una serie de enfermedades de hoja que -- sin llegar a ser plaga, caso de no hacerse el tratamiento, provo -- can pérdida de hojas y consecuentemente menos producción.

3.5.3. Aplicación a través del riego

Uno de los problemas que el cultivador se encuentra a la hora de -- tratar el cultivo; son: una vegetación desarrollada y una red de -- tuberías en superficie que dificultan el paso y que hace falta re -- tirarlas y volverlas a poner.

Ante esta situación AIMCRA estudió la posibilidad de tratar el -- campo sin tener que pisar la parcela. No pretendemos entrar en -- discusión sobre la bondad del sistema frente al tratamiento me -- diante equipo de pulverización. El hecho es que se ha habilitado un medio para tratar donde antes no se hacía y que los resultados obtenidos, aplicando fungicidas en la red de riego mediante dosi -- ficadores han sido excelentes.

3.6. Riego

No cabe duda de que es un factor de coste en el cultivo muy importante - 4 tm. de remolacha en el Sur y 10-15 tm. en el Norte.

Un adecuado manejo del mismo representa un factor importante en la producción, no tanto por el ahorro energético que se pueda producir sino, - especialmente porque de su manejo (inicio, calendario y coste de riego) se deriva una mejor riqueza en la remolacha.

No obstante es de destacar el hecho de que los cultivadores franceses en zonas donde la pluviometría es suficiente, estén introduciendo instalaciones de riego a modo de seguro de cosecha.

4. SITUACION DEL CULTIVO EN ESPAÑA

Consideramos interesante hacer un resumen de la situación en la que se encuentra el cultivo en las zonas remolacheras españolas, para que cada uno pueda - sacar sus propias conclusiones.

	SIEMBRA OTOÑAL		SIEMBRA PRIMAVERAL		FRANCIA
	Secano	Riego	Centro	Norte	
Laboreo	Trad.	Trad.	Trad.	Trad.	Reducido
Lecho S.	"	"	"	"	Apero combin.
Semilla	Multigermin.	50% Mono.	100% Mono.	75% Mono.	100% Mono.
Herbicida selec.	60%	90%	150%	110%	350%
I. suelo+microg.	90%	90%	95%	70%	90%
T. foliar	80%	90%	150%	50%	250%
Riego					
- pic	-	25%	-	30%	s.d.
- aspersión	-	75%	100%	70%	
Recolección					
- mixta con m.o.	70%	50%	-	10%	100%
- mecánica	30%	50%	100%	90%	
Densidad pl/ha.	40.000	60.000	70.000	60.000	100.000

PRODUCCION MUNDIAL DE AZUCAR

<u>CONTINENTE</u>	<u>TM. AZUCAR BRUTO</u>
* AFRICA	7.100.000
AMERICA N.	5.450.000
CENTRO AM.	14.450.000
AMERICA S.	14.360.000
* AMERICA	34.260.000
* ASIA	21.700.000
* EUROPA	32.000.000
* OCEANIA	4.150.000
TOTAL	99.210.000

AZUCAR BLANCO ■ AZUCAR BRUTO X 0,92

Cuadro nº 2

PRODUCCION MUNDIAL DE AZUCAR

<u>PAIS</u>	<u>TM. DE AZUCAR BRUTO</u>		
	<u>CAÑA</u>	<u>REMOLACHA</u>	<u>TOTAL</u>
C.E.E.	-	14.500.000	14.500.000
BRASIL	9.600.000	-	9.600.000
U.R.S.S.	-	8.800.000	8.800.000
CUBA	7.785.000	-	7.785.000
INDIA	6.635.000	-	6.635.000
U.S.A.	2.800.000	2.500.000	5.300.000
CHINA	3.000.000	1.500.000	4.500.000
AUSTRALIA	3.625.000	-	3.625.000
MEXICO	3.300.000	-	3.300.000
MUNDO	62.210.000	37.000.000	99.210.000

TITULO: Adaptación de variedades de algodón *Gossypium Hirsutum* L al Valle del Guadalquivir. Estudio de Interacción Genotipo-Ambiente.

AUTOR (ES): Juan Carlos Gutiérrez Más

CENTRO DE TRABAJO: Centro de Investigación y Desarrollo Agrario "Las Torres y Tomejil". Dirección General de Investigación Agrarias. Junta de Andalucía.

LOCALIDAD: Alcalá del Río (Sevilla)

RESUMEN:

Basándose en los datos de la Red Andaluza de Experimentación Agraria (RAEA) de variedades de algodón en los años 1.985, 86, 88, 89 y 90 se realizan tres análisis de la varianza al objeto de estudiar la significación de los tres factores principales estudiados genotipos, años y localidades, así como las interacciones respectivas. Se estudia igualmente la adaptabilidad y estabilidad de las diferentes variedades comerciales, basándose en la metodología utilizada por Finlay y Wilkinson (1.963), Eberhart y Russell (1.966) y Bilbro y Ray / (1.976). Se estudian las diferentes localidades de ensayo de variedades al objeto de detectar posibles diferencias utilizándose el análisis de la varianza y el análisis de componentes principales (ACP) (Sneath y Sokal, 1.973), así como se realiza un estudio de estabilidad de los diferentes ambientes utilizando la metodología de Brown et al (1.983). Los estudios realizados ponen de manifiesto la significación para la mayoría de los caracteres estudiados para variedades y localidades (producción en primera recogida, producción total y caracteres de fibra), manifestándose en general una mayor significación para las características de fibra que para el rendimiento. Se pone de manifiesto la existencia de interacción genotipo-ambiente (GxA) para rendimiento, no para caracteres de fibra en la zona de Ecija provocada por la variedad Acala SJ-2 demostrándose así la adaptación del tipo de variedades Acala a esta zona. El estudio de adaptabilidad pone de manifiesto las diferencias existentes entre las variedades, así como la utilidad del conocimiento de esta característica para recomendar el uso de variedades para zonas específicas. El estudio realizado a las diferentes localidades pone de manifiesto la existencia de diferencias en lo que respecta a precocidad, producción total y calidad de fibra lo que unido al conocimiento de la adaptabilidad de las diferentes variedades puede ayudar a recomendar variedades para zonas específicas.

Dada la, en general, alta inestabilidad ambiental se sugiere que el tipo de variedad a seleccionar en Andalucía debe ir encaminado a conseguir una alta adaptabilidad. Para la aceleración de los ensayos de evaluación de variedades, dada la mayor importancia del factor año cabe pensar en la realización de diversas fechas de siembra por localidad, imitándose así las condiciones de varios años.

INTRODUCCION

El presente trabajo pretende basándose en los datos de la Red Andaluza de Experimentación Agraria (RAEA) de variedades de algodón estudiar una serie de aspectos que se consideran básicos a la hora de la realización de los ensayos, de la posible recomendación de variedades, así como de la mejora genética a realizar en Andalucía. El trabajo se ha separado en tres apartados que son los siguientes:

- 1.- Interacción genotipo-ambiente (GxA).
- 2.- Adaptabilidad y estabilidad de variedades.
- 3.- Estudio de zonas algodoneras y estabilidad de ambientes.

Si bien cada uno de estos apartados será objeto de una publicación independiente, dada su extensión, en este Symposium pretendemos dar una rápida visión de cada uno de ellos, así como de las conclusiones más importantes.

1.- INTERACCION GENOTIPO-AMBIENTE.

En general puede decirse que la interacción genotipo-ambiente se encuentra la mayor parte de las veces presente, Eberhart y Russell (1.966) indicaron que esta interacción se encuentra normalmente en cualquier tipo de material que el mejorador este interesado en trabajar. Comstock y Moll (1.963) demostraron estadísticamente que un fuerte efecto de la interacción reduce los efectos de la selección genética.

Los estudios de interacción realizados en algodón por Miller et al (1.958, 1.959, 1.962) pusieron de manifiesto que la interacción genotipo-ambiente era importante para caracteres de rendimiento, pero de mucha menor importancia para caracteres de fibra. Abouh-El Fittouh et al (1.969) estudian la interacción genotipo-ambiente en algodón e indican igualmente que esta es importante para caracteres de rendimiento pero relativamente menos para caracteres de fibra. Si el estudio de la interacción se realiza en un espacio geográfico más reducido que el realizado por Abouh-Fittouh et al (1.969) que prácticamente abarcaba todo el Cotton Belt americano la interacción genotipo-ambiente suele ser pequeña (Miller et al 1.959; Bridge et al 1.969).

Generalmente las evaluaciones del rendimiento en los ensayos regionales y estatales de algodón en los Estados Unidos revelan una pequeña interacción genotipo ambiente, pero detectan una gran interacción triple genotipo-año-localidad (Meredith, 1.984). Una gran parte de investigadores piensan que esta interacción triple esta relacionada a diferencias impredecibles anuales del tiempo, a diferencias en el manejo del cultivo y la aparición de enfermedades y plagas. (Meredith, 1.984).

Para el estudio de nuestro caso particular se han realizado 3 análisis de la varianza utilizando para la elaboración estadística una extensión del diseño en Split-Plot considerando años y localidades como factores principales y variedades como factor secundario. En los dos primeros análisis se han utilizado datos de RAEA de los años 85, 86 y 88 estudiándose 4 localidades, La Rinconada (Sevilla), Córdoba (Capital), Ecija (Sevilla) y Andújar (Jaén). En la Tabla 1 puede observarse el primero en el que se estudian 7 variedades y en la Tabla 2 se introduce una nueva variedad que no había podido ser incluida en el análisis anterior por fallo de repeticiones en algunos de los ensayos, la variedad Acala SJ-2. En el tercer análisis se han utilizado datos de RAEA de los años 89 y 90 estudiándose 4 localidades, La Rinconada (Sevilla), Córdoba (Capital), Ecija (Sevilla) y Trajano (Marismas) no habiéndose incluido Andújar por fallo de 1 año de ensayos. En esta segunda serie de años se han utilizado 13 variedades. En las Tablas 3 y 4 puede observarse el resultado de este último análisis.

En la Tabla 1 puede verse que existen diferencias significativas para localidades, año y variedades. Las interacciones son todas significativas excepto la interacción genotipo-ambiente. Si observamos la Tabla 2 que como ya hemos dicho se ha realizado utilizando una variedad mas, la Acala SJ-2 puede observarse la significación tanto de producción como de caracteres de fibra. En este sentido es importante destacar la mayor significación de los caracteres de fibra en general sobre todo de longitud, resistencia y % de fibra en variedades respecto a la producción. Un aspecto muy importante que separa esta Tabla de la anterior es la existencia de interacción genotipo-ambiente en producción, no en caracteres de fibra. Si se realiza este mismo análisis eliminando la variedad Acala SJ-2 desaparece la interacción e igualmente si se elimina la localidad de Ecija del ensayo desaparece igualmente la interacción. Podemos, pues decir que la interacción genotipo-ambiente está localizada en Ecija y producida por la variedad Acala SJ-2.

Si observamos las Tablas 3 y 4 del análisis de la varianza realizado en los años 89 y 90 veremos que existen diferencias significativas entre variedades para producción en primera recogida, pero no para producción total. Existe en general igual que para los años anteriores una alta significación para caracteres de fibra y no existe interacción genotipo-ambiente ni para producción ni para caracteres de fibra. La producción en esta última serie de años ha sido notablemente superior a la de los años anteriores, circunstancia esta que puede explicar el que las de por si ya pequeñas diferencias significativas entre variedades en años buenos no se manifiesten, al menos en producción total, aunque si respecto a precocidad. Esta misma circunstancia es la que ha podido igualmente influir para restar importancia a la significación genotipo-ambiente.

Podemos, pues constatar lo ya citado en la bibliografía anterior, es decir la interacción genotipo-ambiente se encuentra presente en nuestras condiciones, si bien es de escaso valor numérico y aparece localizada en una zona muy específica que es Ecija y para un tipo de variedades. Esta circunstancia es la que puede explicar el porque del buen comportamiento de las variedades tipo Acala en la zona de Ecija.

2.- ADAPTACION Y ESTABILIDAD DE VARIEDADES.

Simmonds (1.962) define la adaptabilidad de un determinado genotipo o variedad como el estado de adecuación a un ambiente específico y establece dos tipos de adaptabilidad, "adaptabilidad genotípica específica" cuando existe una alta relación entre un determinado ambiente y un genotipo y "adaptabilidad genotípica general" que es la capacidad de un genotipo de producir un rango de genotipos diferentes compatibles con diferentes ambientes. Reitz (1.974) dividió de forma simple las variedades en tres categorías a) Variedades con una uniformidad superioridad en todos los ambientes. b) Variedades que se comportan mejor en ambientes pocos favorables y c) Variedades que se comportan mejor en ambientes muy favorables.

Actualmente se utilizan diversos parámetros para estudiar la estabilidad y adaptabilidad de variedades, habiéndolo sido uno de los mas utilizados el método utilizado por Finlay y Wilkinson (1.963). Este método estudia el comportamiento de una variedad como una función lineal de un "índice ambiental", expresándose este como el comportamiento medio de todos los genotipos en cada uno de los ambientes y se calcula la recta de regresión de la media de cada variedad en cada localidad sobre el índice ambiental. Un coeficiente de regresión cercano a la unidad (b) significa estabilidad media y si está relacionado a un alto rendimiento medio significa que la variedad tiene una alta adaptabilidad. Si este coeficiente esta asociado a una baja media significa que la variedad esta escasamente adaptada a todos los ambientes. Altos valores de b significan varia-

des de alta sensibilidad ambiental (adaptabilidad por debajo de la media). - Coeficientes de regresión por debajo de 1 significan una gran resistencia a los cambios ambientales y por lo tanto una adaptabilidad superior a la media, significando esto normalmente una adaptación a ambientes poco favorables. Eberhart y Russell (1.966) utilizaron el mismo procedimiento pero introduciendo - además la ms (suma de cuadrados debido a las desviaciones de la regresión) - como medida de estabilidad, estos autores consideraban una variedad como estable cuando disponía de un b próximo a la unidad y una ms cercana a cero.

Se han realizado estudios de estabilidad y adaptabilidad en algodón utilizando estos sistemas, como es el caso de Bilbro y Ray (1.976) en Texas (Estados Unidos) o el de Shu Geng et al (1.987) en California. En nuestro país Gutiérrez Más y García Visglerio (1.986) estudiaron la adaptabilidad de una serie de variedades de algodón en Andalucía.

En la actualidad el número de variedades comerciales de algodón se ha incrementado por lo que parece de gran interés práctico conocer la adaptabilidad y estabilidad de las variedades comerciales al objeto de su posible recomendación para zonas específicas.

Para nuestro estudio se estudia el coeficiente de regresión (b) en el sentido - utilizado por Finlay y Wilkinson (1.963) y la ms en el sentido utilizado por Eberhart y Russell (1.966). Se utiliza igualmente el coeficiente de determinación (r^2) como medida de estabilidad y predecibilidad (Bilbro y Ray, 1.976). Para estudiar la regresión se ha usado como índice ambiental la media de 5 variedades que eran comunes a todos los ensayos en todos los años y localidades. Se han utilizado 13 localidades, situadas en las provincias de Jaén, Córdoba, Sevilla y Cádiz que incluyen prácticamente toda el área algodonera andaluza. - El número de años considerado ha sido de cuatro (87, 88, 89 y 90), entrando - las variedades al menos en un mínimo de dos años.

Además de los parámetros mencionados se ha calculado el % sobre los testigos - de la producción mínima, media y máxima, ya que ayudan a clasificar una variedad como adaptada o no a ambientes de baja, media o alta producción. En las - Tablas 5 y 6 puede observarse la clasificación efectuada de las variedades en la que la adaptabilidad y estabilidad se han establecido en MA muy alta, A alta, M media, B baja y MB muy baja. La productividad se refiere a la media y - se ha dividido en A alta, M media y B baja. Los ambientes en los que debe ser cultivada la variedad se separan en "poco favorables", es decir, variedades - recomendadas para zonas de baja fertilidad o de ciertas restricciones (agua, - fertilizantes, suelo etc), "normales", entendiéndose como tales aquellos que no se caracterizan por nada en especial, es decir ni buenos ni malos, "todos" variedades recomendables para todos los ambientes, ya sean buenos o malos y - "muy favorables" variedades solo recomendables para zonas de alta fertilidad. En la Tabla 7 puede observarse los coeficientes de correlación entre todos los caracteres estudiados, pudiéndose destacar la alta correlación significativa - al 0,05 entre coeficiente de regresión y producción mínima, constatándose así que las variedades de mayor coeficiente de regresión y de menor adaptabilidad son las menos productivas en ambientes poco favorables. Existe igualmente una cierta correlación solo significativa al 0,1 entre coeficiente de regresión y producción máxima, confirmándose así en parte lo indicado por Shu Geng et al - (1.987), de forma que las variedades de mayor rendimiento son en general las - de menor adaptabilidad. Existen excepciones, ya citadas por estos autores, como es en nuestro caso la variedad Tabladilla 16 que disponiendo de una adaptabilidad media y de un no alto coeficiente de regresión es capaz de dar buenos rendimientos en ambientes favorables e igualmente el caso contrario, la variedad Deltapinc Acala 90 que dispone de un alto coeficiente de regresión y teóricamente debe ser recomendada para ambientes muy favorables, produce también -

buenos rendimientos en zonas poco favorables. Parece, pues que la selección para condiciones específicas no siempre conlleva a una reducción de la adaptabilidad general y al contrario que una alta adaptabilidad no supone necesariamente bajas producciones en ambientes muy favorables. De cualquier forma la clasificación que hemos realizado pone de manifiesto una problemática ampliamente citada en la bibliografía (Lin et al, 1.986). En este sentido algunas variedades son consideradas muy adaptables en el sentido de un bajo coeficiente de regresión y muy poco estables considerando el coeficiente de determinación o la msd. Se hace difícil unir ambos aspectos, debido a que la respuesta de un genotipo al ambiente es multivariante y los métodos utilizados normalmente tratan de hacerla univariante. Si tenemos en cuenta las especificaciones de ciertos autores, como es el caso de Easton y Clement (1.973) una alta msd que significa una regresión que dista de ser lineal no debe interpretarse como una falta de estabilidad de la variedad, ya que puede haber factores externos incidiendo. En el apartado siguiente de este estudio sobre zonas algodoneras y estabilidad de ambientes se pone de manifiesto la falta de estabilidad intrínseca de la mayoría de las localidades estudiadas, existiendo una fuerte influencia ambiental introducida probablemente por el factor año.

En la Tabla 1 puede observarse igualmente la alta significación de la interacción año-localidad. Esta alta inestabilidad ambiental puede hacer que las diferentes variedades reaccionen de forma diferentes manifestando algunas una falta de estabilidad que puede ser difícilmente separable del ambiente.

Al objeto que la recomendación efectuada de variedades vaya acompañada de datos de calidad de fibra en la Tabla 8 puede observarse la media aritmética de la mayoría de las variedades comerciales en las localidades estudiadas en los años 89 y 90.

3.- ESTUDIO DE ZONAS ALGODONERAS Y ESTABILIDAD DE AMBIENTES.

Cabe pensar en la existencia de diferentes zonas a lo largo del Valle del Guadalquivir, cuyo conocimiento y detección sería importante a la hora de conocer las posibilidades de producción y por lo tanto de rentabilidad del algodón en cada zona. La existencia de zonas diferenciadas puede llevar a la necesidad de recomendar variedades para uso exclusivo de esas zonas o bien recomendar variedades de amplia adaptabilidad. El conocimiento de la estabilidad de los diferentes ambientes donde se cultiva algodón en Andalucía es muy importante a la hora de la recomendación de variedades, así como para la realización de los ensayos de variedades y para la propia mejora genética. En este sentido es muy importante disponer de lugares estables donde la selección que se realice sea extrapolable a otras zonas, de forma que se puedan seleccionar variedades de amplia adaptabilidad. Para la realización de ensayos de variedades los lugares óptimos deben predecir el comportamiento de una variedad sobre un amplio rango de ambientes y ser capaces de discriminar entre los mejores genotipos (Hamblin et al, 1.980). Para estudiar la estabilidad de ambientes Brown et al (1.983) utilizaron un método similar al de Finlay y Wilkinson para variedades, pero colocando en abscisas en vez del rendimiento por localidad, el rendimiento medio por genotipo frente a la media de cada genotipo por localidad en ordenadas. Un coeficiente de regresión de la unidad representa la respuesta media poblacional, un b_1 discrimina bien entre genotipos con una mejor respuesta de los mejores y una peor expresión de los menos productivos. Un b_1 discrimina peor entre genotipos, de forma que genotipos inferiores y superiores responden uniformemente. Un ambiente óptimo estaría formado por un b_1 y un alto coeficiente de determinación de la regresión. Para nuestro estudio se han utilizado dos series de años igual que en el apartado de genotipo-ambiente. La serie que denominamos 1 corresponde a los años 1.985, 86 y 88 y la 2 a los años 1.989 y 90. Se han estudiado 4 localidades en cada serie de las cuales tres -

han sido coincidentes en ambas. Como ya se indicó anteriormente en la primera serie se estudia La Rinconada (Sevilla), Ecija (Sevilla), Córdoba (Capital) y Andújar (Jaén). En la 2ª no se pudo incluir Andújar por faltar un año de ensayos y se incluyó Trajano como representativa de la zona de marismas del Guadalquivir.

En la Tabla 9 puede observarse las características ambientales más importantes de las zonas estudiadas (Capel Molina, 1.981; MAPA, 1.989).

Se han realizado 2 análisis de la varianza por separado cuyo resultado puede observarse en la Tabla 9. Para la elaboración estadística se ha utilizado una extensión del diseño en Split-Plot considerando localidades como factor principal y variedades como factor secundario. Los caracteres estudiados han sido producción total en Kgr/Ha., producción en 1ª recogida como índice de precocidad y los caracteres de fibra longitud, resistencia, finura y % de fibra. El análisis de los caracteres de fibra ha sido diferente para ambas series de años. En la 1ª se han utilizado medidas individuales de longitud (pulgadas) utilizando Fibrograph, medidas de resistencia (miles de fibras por pulgada cuadrada) utilizando el Pressley y medidas de finura utilizando el Microonaire. Para la segunda serie se han utilizado medidas en HVI (High Volumen Instruments) utilizando un aparato marca Spinlab. Existe una diferencia en las medidas de resistencia de fibra en las dos series de años, ya que la segunda serie viene medida en galga 1/8 expresada en gramos Tex. Para homogeneizar las medidas en los sucesivos análisis se ha utilizado una fórmula de transformación.

Se ha aplicado un análisis de componentes principales (ACP) a las dos series de años estudiadas teniendo en cuenta los caracteres y medias de los análisis de la varianza. Para el estudio de la estabilidad de ambientes se ha utilizado el método de Brown et al (1.983), determinándose el coeficiente de regresión (b), el coeficiente de determinación r^2 y la msd para cada localidad en las dos series de años.

Para analizar los resultados y conclusiones de cada uno de los análisis realizados vamos a separar cada uno de ellos:

a) Análisis de la Varianza.

Si se estudia individualmente cada serie se observa que en la 1ª existen diferencias significativas en producción total, producción en primera recogida y % de fibra. Ecija destaca claramente sobre las demás localidades tanto en producción total como en primera recogida. Sevilla (La Rinconada) y Córdoba forman un grupo de producción similar, aunque existen diferencias de precocidad de Sevilla respecto a Córdoba y Andújar se separa claramente del resto por su menor producción y precocidad. Si observamos la segunda serie podemos en primer lugar detectar que de media ha existido un 10,6% más de producción total y un 38,8% de incremento en producción en primera recogida, es decir de precocidad. La producción y la precocidad en los dos últimos años han sido netamente superior a la primera serie de años considerada. Si bien no se han estudiado parámetros climáticos la temperatura puede ser uno de los factores más determinantes de estas diferencias entre los años considerados. Si observamos el análisis realizado a la 2ª serie se observa que no existen diferencias significativas al 0,05 en lo que a producción se refiere entre localidades, si bien esto hay que atribuirse en gran parte a no haber utilizado repeticiones a la hora del estudio estadístico realizado, ya que estas no se encuentran reflejadas en las publicaciones de RAEA. De cualquier forma Ecija continúa siendo la localidad más productiva con cerca de 5.000 Kgr/Ha. siguiéndole en importancia Trajano. Respecto a precocidad Ecija y Trajano disponen de valores similares, prácticamente 4.000 Kgr/Ha. en primera recogida. En caracteres

de fibra se observan diferencias significativas al 0,05 en resistencia destacando Sevilla por sus mayores valores frente a Trajano que dispone de los más bajos.

b) Estabilidad de Ambientes.

En la Tabla 9 puede observarse el coeficiente de regresión (b), el coeficiente de determinación (r^2) y la msd. En la serie 1 Córdoba y Andújar aparecen como los lugares más estables, frente a Ecija y Sevilla que manifiestan una clara inestabilidad. Dado el mayor valor del coeficiente de regresión de Córdoba esta localidad discriminaría mejor entre los mejores y peores genotipos, si bien el mayor coeficiente de determinación de Andújar le hace disponer en teoría de una mayor estabilidad y predicibilidad. En el caso de Ecija es muy significativo el hecho de que al eliminar del análisis la variedad Acala SJ-2 sube el coeficiente de determinación a 0,77 y la msd baja a 30,910, indicando esto una clara interacción genotipo-ambiente producida por esta variedad y ya citada anteriormente. En la 2ª serie de años estudiada, es decir utilizando los años 89 y 90 la situación varía notablemente respecto a la 1ª serie. Ecija continúa siendo inestable, debido probablemente a las variedades tipo Acala introducidas en el ensayo, Trajano dispone de alta inestabilidad y entre Córdoba y Sevilla ocurre lo contrario que en la serie anterior. En estos años Sevilla se comporta como estable, mientras Córdoba como inestable. Andújar al no ser incluida en esta serie no puede comprobarse si sigue siendo estable o no.

Se hace difícil a la vista de los datos establecer la estabilidad de las diferentes localidades dados los cambios existentes entre los años. Esto en sí puede interpretarse como una falta de estabilidad en gran parte de las zonas estudiadas. Parece, pues evidente la existencia de una serie de factores ambientales impredecibles, más o menos puestos de manifiesto por la presencia de interacciones genotipo-año, año-localidad y genotipo-año-localidad que hacen que sea difícil llegar a predecir el comportamiento general de una variedad desde una sola localidad, a menos que se rompa esa influencia del factor año.

c) Análisis de Componentes Principales.ACP.

En la Tabla 11 puede observarse la matriz de coeficientes de correlación entre los 6 caracteres estudiados:

- 1.- Producción total. 2.-Producción en 1ª Recogida. 3.- Longitud de fibra.
- 4.- Resistencia de fibra. 5.- Micronaire. 6.- % de Fibra.

Cabe destacar la alta correlación existente entre los caracteres 1 y 2, es decir, entre producción total y producción en primera recogida, las localidades más productivas son claramente las más precoces, existen otras correlaciones que si bien no llegan a ser significativas al 0,05 es importantes tenerlas en cuenta, es el caso de producción total y longitud de fibra y la correlación negativa entre longitud de fibra y micronaire.

En las Tablas 12 y 13 pueden observarse el resultado del análisis de componentes principales (Sneath y Sokal, 1.973; Hair et al, 1.987)

Entre los tres primeros factores o ejes se explica un 86,5% de la varianza, cantidad ampliamente suficiente.

En el factor o eje 1 los caracteres de mayor peso y por lo tanto los de mayor importancia a la hora de explicar la variabilidad existente son el 1, 2 y 6, es decir, producción total, producción en 1ª recogida y % de fibra. El 2 factor o eje lo podemos asociar a los caracteres 3 (longitud de fibra) y 5 (micronaire). En el 3er. eje o factor el carácter de mayor importancia es el 4, resis-

tencia de fibra.

En las figuras 1 y 2 puede observarse la representación gráfica de las diferentes localidades utilizando los ejes 1 y 2 y 1 y 3. De la observación de la figura 1 pueden obtenerse una serie importante de conclusiones. Trajano aparece con altos valores en el eje 1 y claramente separado del resto de localidades - por sus menores valores en el eje 2. Se caracteriza esta zona por su alta productividad, precocidad y % de fibra y por sus altos valores en micronaire y no alta longitud de fibra. Otra localidad claramente diferenciada es Andújar que dispone de los mas bajos valores en el eje 1 e intermedios en el 2. Se caracteriza pues esta zona como de baja producción y precocidad y valores intermedios en micronaire y longitud de fibra. Ecija aparece también claramente diferenciada en las dos series de años estudiadas. Se caracteriza esta zona en general - por sus altos valores en los 2 ejes, es decir es una zona de alta producción y - precocidad y fibra de bajo micronaire, siendo claramente la fibra mas fina de - las estudiadas. Córdoba y Sevilla aparecen dispersas en la figura separándose dentro de la misma zona una serie de años de la otra. La separación de las dos series de años respecto al primer eje es lógico, ya que ha existido una mayor - producción la segunda serie de años, pero no es tan lógico la separación respecto al 2º eje, observándose, pues una falta de estabilidad respecto a caracteres de fibra. Dado el alto peso que tiene el micronaire en este eje, se constata - lo ya indicado en la bibliografía, es decir la mayor inestabilidad del micronaire comparado con otros caracteres de fibra (Meredith, 1.984). En la figura 2 - puede observarse la situación de las diferentes localidades respecto a los ejes 1 y 3. En ella puede verse que la zona de Trajano sigue estando separada claramente de las demás, caracterizándose como ya vimos por sus altos valores en el eje 1, pero aquí también por sus bajos valores en el eje 3. El eje 3 lo podemos asociar a resistencia de fibra por lo que Trajano se caracteriza además de lo ya dicho anteriormente por sus bajos valores en resistencia. Andújar y Ecija aparecen también claramente diferenciadas, caracterizadas por sus valores de bajos a medios en resistencia de fibra. Córdoba y Sevilla aparecen dispersas - según el año de estudio, pero confirmando en general unos mayores valores en resistencia de fibra respecto a las localidades anteriores.

A la vista de todo lo anterior podemos establecer que la producción total, producción en 1ª recogida y los caracteres % de fibra, longitud, micronaire y resistencia de esta son caracteres altamente separadores a la hora de establecer zonas de producción. Por producción y precocidad Ecija es la zona mas productiva y de mayor precocidad, siguiéndole de cerca Trajano. Córdoba y Sevilla mantienen posiciones intermedias y Andújar dispone claramente de menor producción y precocidad. Por lo que respecta a caracteres de fibra Ecija y Trajano disponen de valores absolutamente diferenciados respecto a porcentaje de fibra, longitud, resistencia y finura de fibra. Ecija parece, pues destacarse como zona de alta producción y calidad de fibra. Dado que la medida del micronaire no se para la finura de la fibra de la madurez es difícil establecer con seguridad - que la fibra de Ecija es la mas fina de todas las estudiadas si bien dada la - precocidad de la zona no cabe pensar en una inmadurez de esta. Andújar como ya se ha dicho aparece como zona de menor producción y de características de fibra intermedias y Córdoba y Sevilla aparecen como zonas intermedias en producción - entre Ecija, Trajano y Andújar. Respecto a características de fibra es de destacar sus valores intermedios en todos los caracteres excepto para resistencia, que normalmente es superior al resto de las localidades. Si se intenta asociar las distintas localidades estudiadas con variaciones ambientales predecibles - (Tabla 9) podemos observar que existen diferencias claras sobre todo a nivel de diferencias en tipos de suelos, en altitud y diferencias no muy significativas - respecto a pluviometría y temperaturas medias, si bien pueden existir diferencias claras en prácticas culturales. De cualquier forma se hace difícil relacionar las diferencias observadas con factores específicos o individuales. Lo mas

lógico es que sean un conjunto de factores algunos de ellos de mas difícil detección, como pueden ser temperaturas nocturnas, humedad, evaporación, radiación, etc. que junto a algunos de los mencionados den lugar a las diferencias observadas. Una detección de los parámetros ambientales que inciden sobre la calidad y productividad de las diferentes zonas estudiadas requería un estudio específico en el que se dispusiese de un mayor número de datos climatológicos.

Si bien en este trabajo se han utilizado tan solo 5 localidades diferentes, es evidente que esto no significa que no existan otras zonas diferenciadas, como podría ser el caso de ciertas áreas de la provincia de Cádiz aquí no consideradas.

En este sentido la importancia del estudio no esta sólo en detectar posibles zonas algodoneras diferentes sino en relacionar las diferentes características de las zonas con la adaptabilidad y potencial productivo, así como calidad de fibra de las diferentes variedades. Las Tablas 5 y 6 son de bastante utilidad a la hora de la recomendación de variedades para las diferentes localidades. Lógicamente el tipo de variedad a usar en cada zona sería aquella que fuera a corregir o potenciar sus características mas definitorias. Sin considerar nombres comerciales y basándonos tan solo en las zonas estudiadas, que podrían ser extrapolables a condiciones similares se estaría en condiciones de realizar las siguientes consideraciones:

- Zona de Ecija.- Probablemente la mejor zona algodonera del Valle del Guadalquivir. Las variedades a recomendar serían aquellas adaptadas a condiciones de alta fertilidad o ambientes muy favorables. Dada la, en general, alta relación de estas variedades con la calidad de su fibra podría ser considerada esta zona como de "alta calidad".

- Zona de Trajano.- Esta área podría ser considerada como zona buena de marismas del Guadalquivir y si bien tan solo se han utilizado dos años de ensayos, si se confirma la baja calidad de la fibra evidentemente las variedades a recomendar serán aquellas que tiendan a corregir estas deficiencias y evidentemente no cultivar variedades con tendencia micronaire relativamente alto. Dada la importancia que la verticilosis tiene en esta zona este es otro aspecto muy importante a tener en cuenta. En general la variedad a recomendar será aquella que una alto potencial productivo, buena calidad de fibra y tolerancia a verticilosis.

- Zona de Andújar (Jaén).- El tipo de variedad a recomendar es claramente diferente a las dos zonas anteriores, ya que el objetivo inmediato a corregir es la falta de productividad. Las variedades mas adecuadas serán aquellas adaptadas a zonas de ambientes poco favorables o de alta adaptabilidad.

- Zonas de Córdoba y Sevilla.- Dada la inestabilidad ambiental manifestada y la, en general, buena calidad de la fibra las variedades recomendadas seran aquellas que dispongan de una buena adaptabilidad a todas las condiciones.

CONCLUSIONES.

- 1.- El estudio realizado pone de manifiesto la existencia de interacciones genotipo-ambiente para rendimiento en la zona de Ecija provocada por la variedad Acala SJ-2, constatándose la adaptación del tipo de variedades Acala a esta zona.
- 2.- Existe significación para la mayoría de los caracteres estudiados para las diferentes variedades, si bien esta es bastante superior para caracteres de fibra que para rendimiento.
- 3.- Se observa significación para interacciones dobles año-localidad, y genotipo-

año, así como la triple genotipo-año-localidad, destacando sobre todo por su importancia la primera sobre todo para producción en primera recogida.

4.- El estudio de adaptabilidad pone de manifiesto las diferencias existentes entre las diferentes variedades comerciales, así como la utilidad del conocimiento de esta al objeto de recomendar variedades para zonas específicas.

5.- El estudio realizado a las diferentes localidades de ensayo manifiesta la existencia de diferencias mas o menos netas entre las zonas en lo que respecta a precocidad, producción total y caracteres de fibra, lo que unido al conocimiento de la adaptabilidad de las diferentes variedades, así como de las propiedades de la fibra de ellas puede ser de gran utilidad a la hora de recomendar el uso de determinadas variedades en cada zona.

6.- Se detecta en general una alta inestabilidad ambiental, puesta de manifiesto sobre todo por el factor año, lo cual aconseja en general a la hora de la realización de mejora genética en algodón seleccionar variedades de alta adaptabilidad. En este sentido parece empezar los ensayos de rendimiento lo antes posible utilizando al menos 2 fechas de siembra, al objeto de imitar dos años diferentes e ir seleccionando por alta adaptabilidad.

7.- Se considera que el número de localidades utilizadas para los ensayos de variedades es adecuada para la evaluación. Dada la impredecibilidad del factor año y su mayor importancia frente a localidades cabe pensar en la aceleración de los ensayos de evaluación realizando dos fechas de siembra por localidad.

BIBLIOGRAFIA.

Abouh-El-Fittouh A, J.O Rawling and P.A. Miller. 1.969. Genotype by environments interactions in cotton. Their nature and related environmental variables. Crop Sci. 9:377-381.

Bilbro J D, L L Ray, 1.976. Environmental stability and adaptation of several cotton cultivar. Crop Sci, 16:821-824.

Bridge R R, W R Meredith, J F Chism. 1.969. Variety * environment interactions in cotton variety tests in the Delta of Missisipi. Crop Sci. 9:37-838.

Brown K D, Sorrells M E, and Coffman W R. 1.983. A methods for classification and evaluation of testing environments. Crop Sci. 23.381.

Capel Molina J. J. 1.981. Los climas de España. Ediciones Oikos Iau. Barcelona.

Comstock K.W.R.H Moll. 1.963. Genotype-environment interactions. Symposium on statistical genetics and plant breeding. NAS-NCR Pub 982:164-196.

Easton H S, Clements R J 1.973. The interactions of wheat genotypes with specific factor of environments. Agric Sci. Camb. 80,43.

Eberhart S A, Russell W A, 1.966. Stability parameters for comparing varieties Crop Sci. 6,36.

Finlay K W, G N Wilkinson. 1.963. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. Aust. J. Agric. Res. 14:742-754.

Gutiérrez Más J.C., García Visglerio G. 1.986. Variedades de algodón. su adaptación a Andalucía. *Agricultura*: 422.424.

Hair J P, Anderson R A, tatham R L. 1.987. *Multivariate Data Analysis*. Macmillan Publishing Company. New York.

Hamblin J, Fisher H N and Ridding H I, 1.980. The choice of locality for plant breeding when selecting for high yield and general adaptation. *Euphitica*, 29. 161.

Lin C S, M R Binns and L P Lefkovich. 1.986. Stability Analysis. Where do we stand?. *Crop Sci.* 29:894-900

M.A.P.A. 1.989. Caracterización Agroclimática de la Provincia de Sevilla. Dirección General de la producción Agraria. Madrid.

Meredith R W, 1.984. Quantitative Genetics: 130-150. In "Cotton" R J Kohel and C W Lewis (Ed). American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.

Miller P A, Williams J C, Robinson H F. 1.959. Variety by environments in cotton variety test and their implications on testing methods. *Agron. J.* 51:132-134.

Miller P A, Robinson H F, H F Pope. 1.962. Cotton variety testing: additional information on variety by environments interactions. *Crop Sci.* 2:349-352.

Reitz L P. 1.974. Breeding for more efficient water use is it real or a mirage. *Agric. Meteorol.* 14,3.

Shu Geng, Qifa Zhang and D M Bassett. Stability in yield and fiber quality of - California cotton. *Crop Sci*, Vol 27:1004-1010.

Simmonds N W. 1.962. Variability in crops plants its use and conservation. *Biological Review*, 37:422-465.

Sneath PH A and Sokal R R. 1.973. *Numerical Taxonomy* and Co, San Francisco.

TABLA 5

Variedad	b	r2	mínimo(%)	medio(%)	máximo(%)	med
1 Coker 310	1,03	0,947	95	106	100,2	71.700
2 Coker 304	1,06	0,350	90	101	105	39.120
3 Coker 208	1,01	0,934	94,7	98	99,4	49.270
4 Coker 312	1,00	0,896	82	98	99	46.000
5 Coker 315	1,05	0,860	93	102	102	95.740
6 Mac-220	0,94	0,870	116,7	99	98	71.700
7 Jerez	1,03	0,948	81	98	99	39.100
8 Palma 76	0,86	0,450	60	100	102	357.900
9 Promene	0,78	0,848	125	95	89	94.840
10 Tab-100	0,71	0,415	95	94	94	209.800
11 Tab-16	0,917	0,582	110	111	107	224.400
12 Tab-13	0,82	0,618	99	99	102	169.800
13 Ston 506	0,90	0,942	107	101	99	20.130
14 Acu SJC1	0,79	0,557	99	91	94	229.900
15 Acu SJ-2	1,14	0,901	84	93	115	228.800
16 Acu G510	1,13	0,689	67	93	101	181.400
17 Del Ac 90	1,17	0,745	105	105	118	141.000
18 Alba	1,22	0,699	63	93	97	229.100
19 Crema 111	1,19	0,601	81	102	100	331.200

TABLA 6 COMPORTAMIENTO GENERAL DE LAS VARIEDADES

Variedad	Adaptabilidad	Estabilidad	Ambientes	Producción
1 Coker 310	M	A	normales	A
2 Coker 304	M	A	Normales *	M
3 Coker 208	M	A	normales	M
4 Coker 312	M	A	normales *	M
5 Coker 315	M	M	normales *	M
6 MacNair 220	M	M	poco favorables:	M
7 Jerez	M	M	normales *	M
8 Palma 76	M	MB	normales *	M
9 Promene	A	M	poco favorables	B
10 Tabladilla 100	A	MB	normales	B
11 Tabladilla 16	M	MB	todos	A
12 Tabladilla 13	M	B	normales	M
13 Stoneville 506	M	MA	normales y poco favorab.	M
14 Acala SJC 1	A	MB	todos	B
15 Acala SJ-2	MB	MB	muy favorables	B
16 Acala G510	MB	B	muy favorables	B
17 Deltapine Acala-90	MB	B	todos	A
18 Alba	MB	MB	muy favorables	B
19 Crema 111	B	MB	normales *	M

* No recomendable para ambientes poco favorables.

TABLA 7 MATRIZ DE COEFICIENTES DE CORRELACIÓN ENTRE CARACTERES.

	1	2	3	4	5	6
1	1					
2	0,39	1				
3	-0,60	0,002	1			
4	-0,13	0,09	0,60	1		
5	0,40	0,04	0,06	0,40	1	
6	-0,04	-0,86	-0,17	-0,11	0,12	1

- Significación al 0,05 0,455

CARACTER

- 1 Coeficiente de regresión (b)
- 2 Coeficiente de determinación (r2)
- 3 producción mínima (% sobre Centipon)
- 4 producción media " "
- 5 producción máxima " "
- 6 med (n2 d) suma de cuadrados debida a la desviación de la regresión.

TABLA 1

Significación de los cuadrados medios (valor de F) (años 85, 86 y 88).
Análisis de la Varianza 1 (se consideran 6 repeticiones por variedad).

Fuente de Variación	Prod.1ª Recogida	Prod.Total.
E (localidad)	40,05 **	26,70 **
Y (año)	25,45 **	9,614 **
G (variedad)	2,60 **	2,95 **
E x Y	45,44 **	9,86 **
G x Y	2,62 **	2,51 **
G x E	1,54 NS	1,32 NS
G x E x Y	1,52 *	1,54 *

* Significación al 0,05

** Significación al 0,01

TABLA 2

Significación de los cuadrados medios (valor de F) (años 85, 86 y 88).
Análisis de la Varianza 2 (sin considerar repeticiones por variedad).

Fuente de Variación	Prod.	Long.	Res	Mic	% Fibra
E (localidad)	2,54 NS	0,96 NS	0,35 NS	1,01 NS	5,84 *
Y (año)	0,96 NS	1,62 NS	8,02 *	1,78 NS	0,87 NS
G (variedades)	2,65 *	17,8 **	10,8 **	2,34 *	9,1 **
G x E (Genotipo-ambiente)	1,95 *	1,08 NS	1,38 NS	1,09 NS	0,68 NS

* Significación al 0,05

** Significación al 0,01

TABLA 3

Significación de los cuadrados medios (valor de F). (Producción)
Análisis de la Varianza 3 (años 89 y 90) (sin considerar repeticiones por variedad).

Fuente de Variación	Prod.1ª Recogida	Prod.Total.
E (localidad)	1,29 NS	1,80 NS
Y (año)	0,11 NS	1,67 NS
G (variedad)	9,44 **	1,45 NS
G x E (Genotipo-ambiente)	1,33 NS	0,83 NS

** Significación al 0,01

TABLA 4

Significación de los cuadrados medios (valor de F)
Análisis de la Varianza 3 (años 89 y 90) Caracteres de Fibra. (sin considerar repeticiones por variedad).

Fuente de Variación	Long	Res	Mic	% Fibra
E (localidad)	0,78 NS	2,07 NS	2,07 NS	0,37 NS
Y (año)	13,3 *	5,23 NS	1,57 NS	1,33 NS
G (variedad)	15,2 **	14,06 **	2,04 *	14,5 **
G x E (Genotipo-ambiente)	0,8 NS	0,8 NS	0,75 NS	1,24 NS

* Significación al 0,05

** Significación al 0,01

TABLA 8

Resultados Análisis de la Varianza 3 para Variedades.
 Datos de Fibra.

Variedad	Long.	Reu.	Mic.	% Fibra.
Tabladilla 16	1,13	23,2	4,2	38,3
Coker 315	1,18	23,9	4,10	38,8
Grasa 111	1,16	25,09	4,17	37,9
Tabladilla 13	1,16	22,8	4,49	39,6
Coker 310	1,18	23,6	3,9	37,8
Palma 26	1,17	23,4	4,1	37,8
Coker 204	1,19	23,7	4,19	37,8
Coker 208	1,1	22,8	4,19	38,7
Jerez	1,19	23,1	4,15	37,7
Acala SJ-2	1,15	25,4	4,11	36,5
McNaic 220	1,11	23,5	4,1	38,1
Alba	1,15	26,8	4,17	38,2
Coker 312	1,18	23,8	4,06	37,5
Del Acala 90	1,14	24,8	4,27	36,4
Stoneville 506	1,13	22,4	4,25	37,5

TABLA 9 CARACTERISTICAS AMBIENTALES DE LAS ZONAS ESTUDIADAS.

	Latitud	Altitud metros	mm (anuales) precipitación
Sevilla	37° 22'	30	572
Trajano (Marismas)	37° 07'	3	591
Ecija	37° 32'	112	539
Córdoba	37° 51'	91	675
Andújar	38° 02'	212	564

TIPOS DE SUELO (TEXTURA)

Sevilla	arcillo-arenoso
Trajano	arcilloso
Ecija	franco-arcilloso
Córdoba	franco-arenoso
Andújar	arcilloso-limoso

TEMPERATURAS MEDIAS (grados cent.)

	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Media anual
Trajano	14,2	16,8	20,1	24,4	27,2	27,5	25,1	19,5	18,3
Sevilla	15	17	20	25	28	28	25	20	18
Córdoba	14	16	19	24	28	28	24	19	18
Ecija	14	17	21	25	28,5	28,5	25,3	20	18,9
Andújar	14	17	21,6	25,7	28	28,5	24,8	18,9	18,4

TABLA 10 ANÁLISIS DE LA VARIANZA LOCALIDADES.

Localidad	Producción Total Kg/ha	Producción media Kg/ha	Longitud	Resistencia	Micronaire	% Fibra	Coefficiente de regresión	r ²	M.D.S.
1. Ecija 1.	4.753 a	3.063 a	1,18	97,74	3,76	37,51 a	0,945	0,159	196.000
2. Sevilla 1. Rinconada	3.886 b	2.628 b	1,14	97,64	4,15	37,64 a	0,893	0,228	65.800
3. Córdoba 1.	3.861 b	2.402 c	1,13	97,62	4,3	38,08 a	1,761	0,709	16.070
4. Andujar 1.	3.499 c	1.833 d	1,12	95,71	4,01	36,24 b	0,9515	0,7806	6.164
MEDIA	3.994,7	2.481,5	1,15	97,72	4,05	37,36			
M.D.S.	292	229	NS	NS	NS	1,13			
5. Ecija 2.	4.963	4.007	1,18	23,9 ab	3,76	37,9	0,935	0,3737	25.040
6. Sevilla 2. Rinconada	4.062	2.482	1,13	25,19 a	4,47	38,1	1,4717	0,6523	19.730
7. Córdoba 2.	4.254	2.914	1,16	23,83 ab	3,77	39,3	1,048	0,3016	43.460
8. Trajano 2.	4.401	3.965	1,13	22,7 b	4,57	38,1	0,9809	0,1876	24.970
MEDIA	4.418	3.464,5	1,15	23,9	4,14	38,3			
M.D.S.	NS	NS	NS	2,01	NS	NS			

TABLA 11 MATRIZ DE COEFICIENTES DE CORRELACION.

	1	2	3	4	5	6
1	1					
2	0,854	1				
3	0,626	0,368	1			
4	0,028	-0,125	0,135	1		
5	-0,404	0,016	-0,670	-0,024	1	
6	0,397	0,475	0,224	0,226	-0,002	1

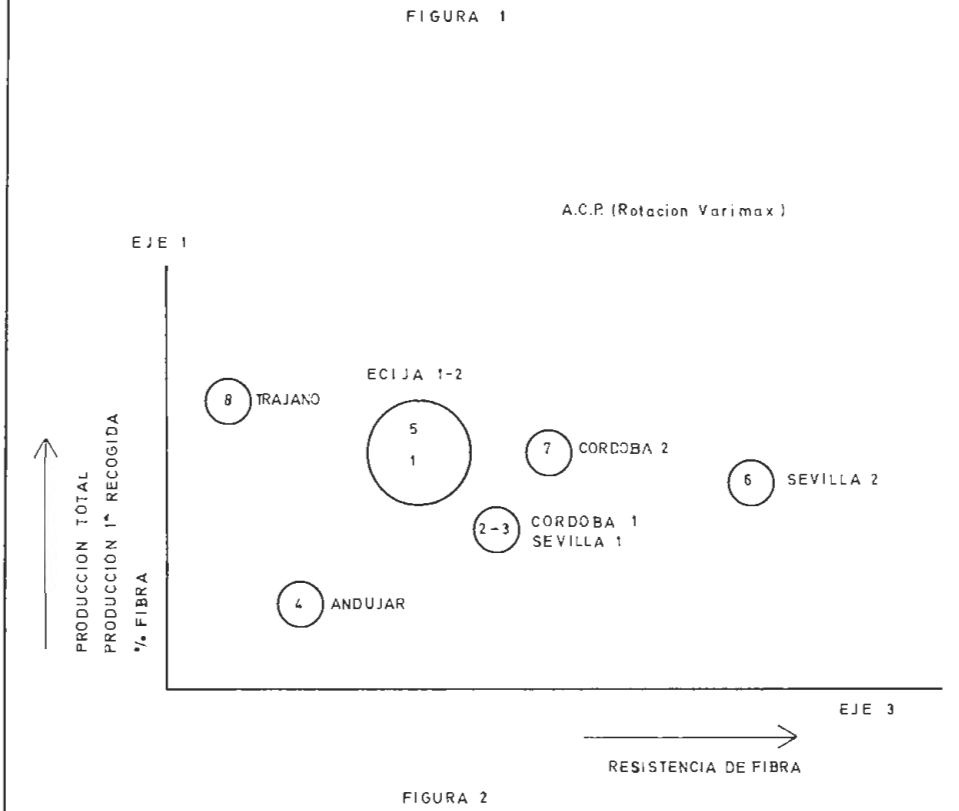
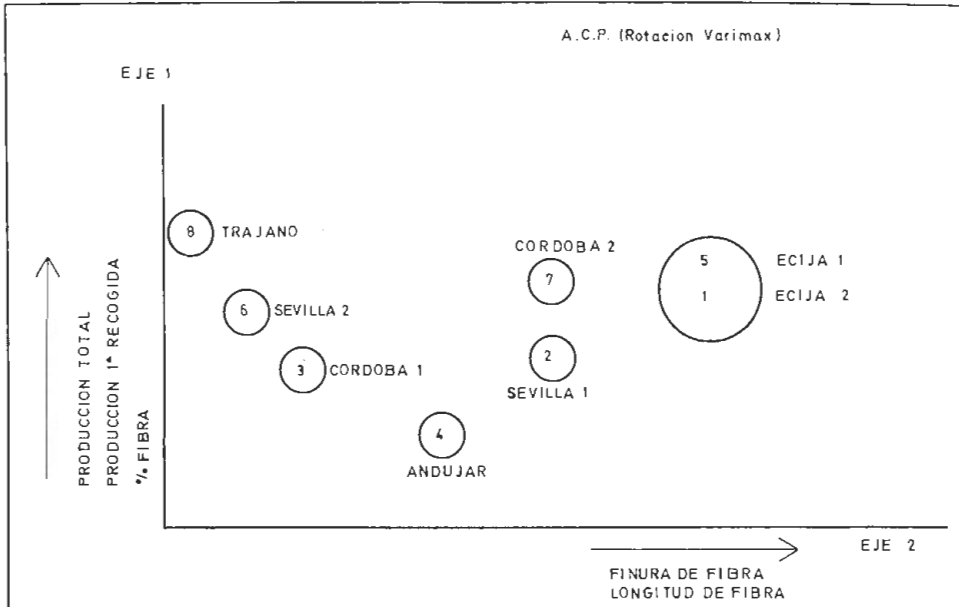
0,05 - 0,8144

TABLA 12 ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES.

Variable	Comunalidad	Factor	% de Varianza explicada	% de Varianza acumulada
1	0,907	1	45,2	45,2
2	0,940	2	22,5	67,7
3	0,846	3	18,8	86,5
4	0,902	4	8,7	95,2
5	0,885	5	4,2	99,4
6	0,707	6	0,6	100

TABLA 13 ACP (Números Peso) Rotación Varimax.

Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3
1	0,8139	0,492	-0,052
2	0,9526	0,076	-0,164
3	0,341	0,846	0,109
4	-0,0451	0,077	0,945
5	0,059	-0,939	0,003
6	0,707	-0,071	0,455



TITULO: NUEVOS CULTIVOS PROTEAGINOSOS: PERSPECTIVAS Y CONDICIONANTES.

AUTOR (ES): JOSE-IGNACIO CUBERO SALMERON

CENTRO DE TRABAJO: ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS AGRONOMOS Y DE
MONTES.

LOCALIDAD: CORDOBA.

RESUMEN:

Un cultivo proteaginoso, además de tener que ser competitivo en el mercado internacional, debe producir un suministro constante en cantidad y calidad para la industria. Aún cuando cabe ensayar especies cultivadas exóticas y tratar de domesticar otras especies silvestres, la remodelación genética de cultivos actualmente existentes debería ser suficiente para resolver el problema de la producción de proteína vegetal. Investigación y coordinación entre instituciones, incluyendo aquí por supuesto la comercialización, son las acciones básicas que hay que potenciar y, en muchos casos, emprender.

Lo "nuevo": su sentido absoluto.

La palabra "nuevo" sugiere siempre algo exótico, algo nunca o raramente visto, y con propiedades que nos inclinan a la admiración o a la sorpresa. La aparición del tren fue algo "nuevo"; también lo fue la del motor de explosión y luego la del reactor. En música, la aparición de los discos de pizarra fue totalmente novedosa, con lo fue la del disco de plástico y, recientemente, el llamado "compacto" con su lectura por láser. En el pasado remoto, el bronce y, luego, el hierro, también representaron cosas "nuevas", cada una a su tiempo.

En agricultura, los cultivos "nuevos" han sido una constante a lo largo de la Historia. Con frecuencia, sobre todo en tiempos recientes, se los asocia a la idea de "planta milagro", y se tiene como paradigma a la soja, al girasol y a algunos otros. Se olvida con frecuencia que casi todos los cultivos han sido "nuevos" en un momento u otro de su existencia: lo fueron en Europa la patata, el maíz, la que ahora llamamos judía común, el girasol, el naranjo y un larguísimo etcétera. Lo fueron en América el trigo, la cebada, la soja, la caña de azúcar, el café y otro no menos larguísimo etcétera. Cabe decir lo mismo del caucho y de la palma aceitera en el sudeste asiático, del cacahuete, del arroz, del maíz en el África Subsahariana. La lista de cultivos que en un cierto momento fueron "nuevos" es tan larga como la propia lista de cultivos.

El que además de nuevos fueran "milagros" no dependió tanto del comienzo del cultivo en nuevas tierras cuanto de su papel en la resolución de problemas de índole económica en un momento y lugar determinados. La patata fue milagrosa cuando, tras su largo período de adaptación, alimentó con generosidad a las masas centroeuropeas provocando una explosión demográfica y un consecuente cambio del centro de gravedad político desde el mediterráneo hacia el norte del Continente. Lo fue la caña de azúcar en las Antillas por elevar el nivel de vida de las poblaciones antillanas gracias a la fácil exportación a Europa del azúcar, que debía obtenerla antes del Lejano Oriente. Lo fue el girasol en Rusia, Ucrania y otras regiones por haber permitido el autoabastecimiento en aceite en muy poco tiempo. La soja también realizó su milagro, no en su región de origen sino en los EEUU, por haber permitido la obtención de piensos compuestos que facilitaron un crecimiento tan enorme como

rápido de la ganadería intensiva tanto en ese país como posteriormente en todo el mundo. Caucho y palma aceitera lograron el desarrollo económico de extensas regiones del Sudeste asiático a principios de este siglo en un cortísimo tiempo. El "milagro", al menos en agricultura, siempre lo es de índole económica.

El sentido relativo de lo "nuevo".

La novedad no tiene que consistir en algo así como una *première* en cine o teatro. Cabe un uso distinto del original. El disco compacto, además de ofrecer excelentes reproducciones musicales, puede utilizarse para almacenar ingentes cantidades de información de todo tipo, incluyendo bibliotecas completas. El bronce y el hierro pasaron de las armas a los utensilios agrícolas. La energía nuclear, de trágico estreno mundial, se utiliza ampliamente en medicina.

Algo parecido se puede decir de los cultivos. Un cultivo "viejo" puede resurgir con una aplicación inesperada, lo que permite posteriormente una notable multiplicidad en su uso. El cambio es, a veces, drástico, necesiéndose casi una redomesticación del cultivo; la tradicional alholva, por ejemplo, parece haber encontrado un nicho en la industria farmacéutica a causa de que algunos de los principios que posee permiten la síntesis de anticonceptivos. Casos tan extremos han ocurrido a lo largo de la historia, aunque ahora nos sorprendan las novedades como la descrita. El algodón es ahora tan importante al menos como oleaginosa que como textil; ha sido preciso un fuerte avance en la industria química para ello, pero se consiguió un "nuevo" cultivo. El lino, que muy posiblemente fue utilizado en los orígenes de la agricultura por la riqueza grasa de su semilla, pasó a ser una textil de primer orden para convertirse en tiempos relativamente recientes en oleaginosa industrial. El alazor o cártamo fue fuente importante de colorantes para tejidos, pero eso es ya parte del recuerdo. También lo es en la práctica el uso textil del cáñamo, el oleaginoso de la adormidera y tantos otros.

No es preciso llegar a casos tan extremos para calificar como nueva una cierta aplicación de un cultivo. La soja era utilizada por las tribus mogolas a causa de su riqueza en proteínas y grasa; se extraían de ellas, por procedimientos primitivos pero eficaces, productos que combinaban ambos principios esenciales: "leche" (esto es, un

líquido blancuzco con un buen contenido en proteínas y rico en grasa), "queso" (lo mismo que antes pero en forma de precipitado), y diversos derivados fermentados de los anteriores. La nueva domesticación que sufrió la soja en los EEUU ya bien entrado este siglo se debió a la constatación de la riqueza en grasa y proteína y a la posibilidad de su cultivo como *planta de grano*. Debe recordarse que hubo en el pasado varios intentos de introducción de la soja en los EEUU, y que en el último de ellos se la trató de implantar como *forrajera* hasta que la obtención de líneas adaptadas al actual cinturón de la soja permitió una modificación substancial del plan original. La soja pasó de ser una leguminosa de grano típica de una cierta región de Asia a una planta industrial de la que por procesos modernos se separaban y comercializaban independientemente sus componentes esenciales. Aceites para consumo humano o uso industrial, concentrados ricos en proteína para la fabricación de piensos compuestos o para la de alimentos humanos etc: toda una gama de productos que permitieron el fácil desarrollo de otras tantas industrias. En ese sentido, la soja *seleccionada en los EEUU*, constituye un *nuevo* cultivo.

Lo mismo cabe decir del girasol: entre el utilizado por las poblaciones indígenas de extensas zonas del sur de los EEUU y el seleccionado por los mejoradores rusos desde finales del siglo pasado, y sobre todo a principios de éste, hay tantas diferencias que podría hablarse de un *nuevo* cultivo. Y efectivamente lo es, como en el caso de la soja arriba descrito. Las poblaciones indígenas americanas que lo domesticaron utilizaban las semillas de forma integral; la industria moderna separa sus componentes. Como en el caso de la soja, se precisan otras variedades distintas a las originales, variedades que se dejen cultivar en grandes densidades, recoger de forma mecánica, tratar industrialmente con facilidad etc.

Se podrían multiplicar los ejemplos hasta el infinito: el tomate de cultivo extensivo y recogida mecánica, el melón de enrame en invernadero, la judía enana para cultivo extensivo de verdeo con recogida mecánica etc. etc. La *novedad*, en todos esos casos, radica más en una *reconstrucción* de un cultivo antiguo que en la introducción de una nueva especie en una cierta región o, en un sentido absoluto, en la agricultura. No se puede decir que la soja fuera nueva en los EEUU, pues había habido varios intentos

previos; tampoco que el girasol lo fuera en Rusia, y mucho menos en España. Pero en términos reales, fueron *nuevos* cultivos.

Un comentario sobre el concepto de "planta milagro".

Ya se ha dicho antes que el milagro agrícola va unido siempre al aspecto económico. La cuestión es saber como surge el "milagro", si como el maná bíblico, caído del cielo, o como labor perseverante. La palabra que aquí se comenta sugiere más lo primero, pero no hay nada más lejano de la realidad que el maná como modelo de milagro agrícola. En efecto, todas las plantas que han podido ser consideradas como salvadoras, en algunos casos a nivel personal, por satisfacer necesidades de hambre (valga el ejemplo del maíz para los primeros colonos ingleses en lo que luego fueron los EEUU) o en otros a nivel de desarrollo regional (la caña de azúcar en las Antillas, el té en Ceilán tras el arrasamiento de los cafetales por la roya etc) tienen detrás de sí un intenso trabajo humano. Ha sido la voluntad del hombre, ya sea por reconocerle un valor intrínseco a un cierto cultivo, ya porque este fuera lo único utilizable en unas ciertas condiciones adversas, lo que ha conseguido el "milagro".

Ni siquiera en los casos en que una introducción ha durado largo tiempo cabe hablar de "suerte", no ya de obtención increíble. La patata tardó largo tiempo en implantarse en Europa, a pesar de haberse tratado de introducir desde los primeros años del siglo XVI. Pero el aporte de especies, poblaciones y estirpes de patata fue incesante, hasta que se logró el "milagro": unos cuantos clones resultaron adecuados, se popularizó su siembra a lo largo del siglo XVI y tras el desastre de la roña de la patata en el XIX, sobre todo en Irlanda, volvieron a buscarse otros clones de otros orígenes hasta volver a repetir el milagro.

De la soja y el girasol ya se ha hablado lo suficiente como para no comprender la gran cantidad de técnicos (mejoradores, agrónomos, entomólogos, patólogos etc) que han estado detrás de los respectivos milagros. Lo mismo podría decirse de cualquier otro cultivo. Un ejemplo moderno: el cultivo del trigo en zonas subtropicales desde hace una treintena de años, bandera de la llamada Revolución Verde, que ha incrementado de forma tan notable el nivel de alimentos en extensas zonas del Planeta (la India ha llegado al autoabastecimiento en trigo, por ejemplo), fue la obra de los mejoradores

del CIMMYT con Norma Borlaug a la cabeza. Cabe decir lo propio de la extensión del cultivo del arroz de la mano del IRRI. Si elevar la producción del garbanzo a más de cuatro toneladas por hectárea puede considerarse dentro de esta categoría, es la labor de los mejoradores y agrónomos del ICARDA que persiguieron tal resultado con insistencia.

Si el milagro agrícola es siempre de índole económica, el taumaturgo es un hombre, solo o en grupo, que lo persigue. No puede esperarse a que nos den resueltas las cosas. La Naturaleza encierra maravillas, pero el Libro no se abre más que por quien está decidido a hojearlo.

Los cultivos proteaginosos.

La palabra "proteaginoso" es reciente en el vocabulario agrícola, y se acuñó por semejanza a "oleaginoso". Nos falta el término "almidonoso" o "azucaroso", quizá porque es de lo único en que siempre se ha tenido un exceso.

Las plantas ricas en proteína han sido compañeras inseparables de las plantas ricas en hidratos de carbono desde que existe agricultura en la Tierra, tanto para la alimentación humana como para la del ganado. La combinación de ambos tipos de cultivo fue fruto de la observación paciente desde los tiempos en que el Hombre no era agricultor sino cazador y recolector. Tampoco ahí se da la casualidad: no se puede explicar por el puro azar el hecho de que todas las regiones del mundo --frías, templadas o tropicales-- hayan dispuesto en sus sistemas agrícolas de plantas ricas en hidratos de carbono junto a otras ricas en proteínas. Existe, pues, un rico muestrario donde escoger. Normalmente las plantas productoras de proteínas han sido leguminosas, pero no es esa importante familia la única que puede suministrar buenas proteaginosas; los frutos secos (nueces, almendras) fueron siempre una magnífica fuente de proteínas (y simultáneamente de grasas), y lo son algunos de los llamados "pseudocereales" como el amaranto, la quinoa o la chía americanas, aún cultivadas en el continente que las domesticó. Girasol, algodón, sésamo y otros muchos también tienen buenas proporciones de proteína en sus semilla, pero su utilización principal no ha sido por tal característica sino, en general, por su contenido graso (el algodón comparte este uso con el textil). Es obvio que tales cultivos habrían de ser

considerados como *nuevos* cultivos proteaginosos, pues no lo fueron nunca y ahora sí lo son por gracia de la tecnología moderna. Ni que decir tiene que la soja y el cacahuete, como leguminosas que son, contienen buenas cantidades de proteína, lo que en unión de su riqueza grasa las hacía alimentos muy completos en sí mismos. El que hoy en día sean clasificadas entre las oleaginosas no debe hacernos perder de vista que son proteaginosas natas; el que en el futuro estén en una u otra lista será una simple cuestión comercial.

Cultivos proteaginosos por naturaleza, pues, los ha habido muchos y buenos desde tiempo inmemorial. Otros cuantos lo son de forma secundaria, lo que no quiere decir que no sean importantes productores de proteína; simplemente, que en ellos la proteína es, por ahora, un subproducto de la extracción de algo distinto, normalmente aceite. El problema es saber cuáles son los que mejor se adaptan a las necesidades de la agricultura y de la industria modernas.

Los cultivos proteaginosos: las condiciones coyunturales.

En agricultura, las condiciones cambian de región a región y de unas épocas a otras. En nuestros tiempos, en los que las comunicaciones y el transporte de mercancías no son un problema, las condiciones cambian mucho más rápidamente que lo hicieron en el pasado, incluso que en un pasado próximo. De ahí que el análisis de las condiciones no sea fácil, y que sea deseable la existencia de políticos bien preparados en aspectos técnicos y, sobre todo, con una larga vista tendida hacia el futuro. A finales de los cincuenta, la soja estaba tan barata en el mercado internacional, y los rendimientos de nuestras proteaginosas eran tan bajos, que le pareció oportuno a las autoridades de la época prescindir de las últimas y basar el desarrollo ganadero español sólo en la primera. A nivel estrictamente económico, la solución pudo ser intachable, pero las crisis energética y de la soja de principios de los setenta demostraron la ceguera que había presidido tal determinación: una ganadería hipotecada a un producto foráneo y una falta de recursos total para salir de la situación. La CEE puso en marcha los mecanismos necesarios para no más verse en situación de dependencia, al menos para paliarla; España tardó aún casi un decenio en hacer lo propio, con la tradicional falta de entusiasmo en la investigación tan típica de nuestro país y, desde luego, a rastras

de lo que diseñaba la CEE. He ahí dos situaciones bien distintas con muy diferentes condiciones para el desarrollo de cultivos proteaginosos.

Otro ejemplo lo presentan esos cultivos oleaginosos a los que antes se ha hecho mención como productores de una torta rica en proteína, con la ventaja de que siendo un subproducto de la extracción de aceite, su venta en el mercado puede abaratare casi tanto como se quiera (y a veces se la abarata por motivos político-comerciales y no por razones de tipo estrictamente económico). Cuando no había techo para la producción de aceite, la torta resultante era la más adecuada fuente de proteínas que se podía soñar para la industria de piensos compuestos: rica en proteína, con una buena proporción grasa todavía y barata, casi tan barata como se quería. En el momento actual, parece ser que la producción de aceites es un problema, al menos en la CEE: los excedentes son preocupantes. Producir aceite ya no es una necesidad perentoria; el mercado ya está abastecido. Se ha pasado a una situación en la que la oleaginosa podría convertirse en proteaginoso, esto es, en la que el producto principal fuera la torta rica en proteína y el subproducto el aceite. Lógicamente, esta situación obligaría a reordenar el patrón varietal existente, pues habría que utilizar variedades con un contenido graso en su semilla tal que se pudiera obtener el aceite necesario sin que sobrara nada, pues de otra forma se llegaría a un auténtico despilfarro al tener que prescindir del aceite sobrante. Y mayor despilfarro aún si se considera que la síntesis de aceite requiere buenas cantidades de agua, y que el agua es, en nuestro país, un bien escaso, y que será aún más escaso en el futuro próximo.

Los cultivos proteaginosos: condiciones de existencia.

Así pues, un cultivo puede ser proteaginoso o no en función de las coordenadas económicas en las que se represente la vida económica de un país. Son condiciones coyunturales que permiten colocarlos en una lista u otra en función de lo que en cada momento se considere producto principal (y recuérdese que en la historia de la agricultura se registran a veces cambios drásticos en tal consideración).

Ahora bien, es obvio que cualquier cultivo que pretenda ser considerado como proteaginoso ha de cumplir una condición absoluta: ser no sólo localmente rentable sino competitivamente rentable en el mercado internacional. Para ello, los

rendimientos han de ser adecuados, no los rendimientos en kilos sino en pesetas por hectárea, esto es, tras todas las operaciones de cultivo, de recogida, de manejo, transporte etc. Es evidente que numerosos cultivos tradicionales no cumplen siquiera con la más elemental de dichas condiciones, esto es, con unos rendimientos por hectárea mínimos. *No cabe esperar el milagro.*

Ya se ha dicho que un milagro, en agricultura, siempre tiene detrás el esfuerzo humano, y en este caso el esfuerzo es doble pues se precisa tanta *investigación* como *coordinación*. La primera, porque no se pueden conseguir de otra forma variedades más productivas que las existente; la segunda, esto es, la coordinación, porque la disponibilidad de buenas variedades es una condición necesaria pero no suficiente: hace falta un *sumidero* para el producto obtenido. El sumidero principal, si no el único, en los países desarrollados, en los que ya no se dan carencias proteínicas en la dieta humana (otra cosa sería en países del Tercer Mundo), es la industria de piensos compuestos. Pero la industria requiere *un suministro constante en cantidad y calidad* pues de otra forma, la formulación de piensos puede llegar a ser caótica.

Por lo tanto, se hace preciso un esfuerzo de planificación no sólo entre investigadores, sino a todos los niveles incluyendo de forma muy importante en él a los organismos oficiales. En tal planificación habría de preverse no sólo la obtención de variedades de alto rendimiento económico, sino la difusión de la semilla certificada correspondiente en cantidades suficientes como para garantizarle a la industria el suministro que necesita. Huelga decir que el compromiso por parte de la industria de garantizar una demanda fija es el elemento final de la coordinación necesaria para conseguir un cultivo proteaginoso, cualquiera que este sea.

Perspectivas.

Si el somero análisis efectuado en las páginas anteriores responde a la realidad, las perspectivas son relativamente fáciles de imaginar. Conviene, no obstante, separar en varios grupos a los cultivos candidatos a proteaginosos, con objeto de observar cómo se aplican en ellos los condicionantes arriba analizados.

Un grupo lo podríamos formar con especies leñosas con semillas ricas en proteína, y frecuentemente también en grasa. Almendras y nueces han sido siempre suministradoras de ambos principios esenciales, pero no parece viable transformarlas ni a corto ni a medio plazo, y verosímilmente no interese tampoco a largo plazo, en proteaginosas de uso industrial. Tienen su nicho agrícola y su utilización comercial bien establecida y posiblemente en ascenso. Además, una planta leñosa tiene características propias en su cultivo, lo que hace que a indudables ventajas se le añadan no menos indudables inconvenientes. Hay suficientes plantas herbáceas donde explorar para que sea preciso adentrarse en el mundo de la arboricultura.

En un segundo grupo podemos incluir a algunas especies tradicionales en otras regiones del mundo pero nunca, o raras veces, sembradas en nuestro país. Antes se han citado los amarantos, la quinoa y alguna otra. En este caso, se hace imprescindible un trabajo previo de introducción que examine sus posibilidades de adaptación a nuestras condiciones. Además, es preciso sondear las posibilidades de comercialización antes de lanzarse a una siembra masiva. Todo ello requiere tiempo. Si existiera en nuestro país un servicio de introducción de plantas, como existe en casi todos los países de nuestro ámbito económico, esto sería un trabajo típico a realizar por él. Dado que no existe, no hay más que desear que algún organismo, público o privado, realice la experimentación e investigación adecuadas. Pero es obvio que tal labor hay que pensarla a medio plazo, como poco, y sin cifrar en principio grandes esperanzas. Hay casos recientes que así lo aconsejan. Por ejemplo, los intentos de introducción en España de un altramuza sudamericano, rico en proteína y con un interesante contenido en aceite: *Lupinus mutabilis*. Al cabo de algunos años, la esperanza puesta en él a muy corto plazo se la trasladó a medio e incluso a largo plazo; en efecto, su inadaptación a nuestro ambiente era tan grande que se concluyó que era preferible trabajar sobre los altramuces autóctonos que, como tales, ya estaban plenamente adaptados. Queda la nueva especie como promesa, pero no como realidad tangible. Este es el punto débil de todas las introducciones de especies totalmente nuevas en una región. Raras veces es el éxito inmediato. Los milagros en agricultura, recuérdese, son función del esfuerzo realizado.

Parecido al grupo anterior, pero de más difícil manejo y con soluciones para un más largo plazo, es el de las plantas silvestres en cuya domesticación podría pensarse. Gramíneas, compuestas y leguminosas poseen una gran riqueza de formas en nuestro país; las quenopodiáceas podrían ser investigadas también, ya que es la familia a la que pertenece la quinoa sudamericana arriba mencionada. Ahora bien, la domesticación no es fácil. Aunque no sea una razón definitiva, puede pensarse que llevamos diez mil años de agricultura y que el Hombre ya ha hecho una selección de lo que es domesticable y de lo que no lo es, o por lo menos de lo que no es fácil de manejar. No obstante, incluso en nuestro siglo se han realizado nuevas domesticaciones, por lo que la vía está abierta. Es preciso, eso sí, un notable esfuerzo investigador desde una óptica multidisciplinar.

Relacionado con el anterior está el de las especies "artificiales", esto es, las que el mejorador obtiene en laboratorio. La más conocida de ellas es el triticale, que está lejos de ser una candidata a proteaginoso; pero en nuestro laboratorio se obtuvo hace unos muy pocos años otra especie que sí lo puede ser; en vez de combinar la estructuras génicas del trigo y del centeno, combina las del trigo duro y de una cebada americana. Su contenido en proteína ha llegado a rebasar el 20%, y aunque las líneas más productivas muestran un descenso en dicha proporción, como cabe esperar en un cereal, es aún lo suficientemente alto (cerca al 18%) como para permitir albergar la esperanza de obtener un cereal rico en proteína. Esto sí que sería un auténtico *nuevo cultivo proteaginoso*.

Un grupo de claras posibilidades es el de los cultivos oleaginosos en los que el exceso de aceite puede llegar a ser un inconveniente. La riqueza varietal de que se dispone es grande y la remodelación a nivel de mejora, posible. Algunos de estos cultivos (soja, algodón por ejemplo) requieren condiciones especiales, aunque una nueva estructura genética puede hacer que sus necesidades de cultivo se modifiquen. En nuestra región, además, habría que pensar en variedades de siembra otoñal, o al menos invernal, con objeto de aprovechar al máximo el agua de lluvias. No todos los cultivos admiten esta transformación, pero la gran mayoría de ellos muy posiblemente sí. De nuevo se hace necesario un buen trabajo de investigación.

Por último, los cultivos proteaginosos tradicionales, las leguminosas de grano, ni pueden ni deben ser descartadas. Sus rendimientos han sido bajos (aunque en muchas de ellas ya no lo son), pero simplemente a causa del descuido investigador en que han estado sumidas. Trabajos de mejora puramente clásicos han llevado los rendimientos en habas, garbanzos (el garbanzo de siembra otoñal, que duplica en promedio el rendimiento, es un auténtico *nuevo cultivo*) y guisantes a niveles competitivos con los de cereales, y esto sin subvención. En ellos se dan la condición necesaria de existencia de que se hablaba antes, esto es, la de rendimientos económicos competitivos. Falta la labor de coordinación asimismo referida con anterioridad. Queda aún e dichas especies por explotar la variabilidad que la investigación aporta continuamente: el carácter de flor doble en garbanzo, el crecimiento determinado en habas, la ausencia de foliolos en guisante. Mención aparte merecen las numerosas resistencias a enfermedades clásicas ya encontradas e incorporadas a variedades de uso comercial (al jopo en habas y a la rabia en garbanzo, por ejemplo), además de los factores genéticos que eliminan principios antinutritivos asimismo clásicos, lo que supone una ayuda notable para el fabricante de piensos compuestos. Todo ello hace que las nuevas variedades, que incluyen la recogida mecánica, sean auténticamente *nuevos cultivo proteaginosos*. Queda un sinnfn de leguminosas tradicionales, casi olvidadas ahora, pero que en un mundo en el que se busque proteína pueden tener un papel importante, sobre todo si se lleva a término el plan propuesto por la CEE de reducción de cultivos de cereal y, en general, de todo lo excedentario; almortas, yeros, alverjones etc, tan tremendamente rústicos, tan tremendamente resistentes a condiciones difíciles de suelo y clima, tendrían, en tal caso, un nicho agrícola asegurado. Falta, nada menos, que obtener variedades selectas, registrarlas, multiplicarlas y promocionarlas para asegurar una oferta estable. La palabra investigación sale a relucir una vez más.

A modo de conclusión.

En nuestro país, hemos cifrado casi siempre los "milagros" agrícolas en subvenciones estatales. Ni por asomo nos creemos los precios que se rumorean para los productos agrarios en los años venideros, en el marco de la CEE; pensamos que ya lo arreglará el Ministerio correspondiente. Pero ese tiempo ha pasado. Debe repetirse de nuevo, ahora por última vez, que los milagros en agricultura se deben al sudor de la frente que el ángel vengador anunció a nuestro padre Adán en castigo a la falta cometida.

Traducido a un lenguaje menos dramático, "sudor de la frente" significa constancia en el esfuerzo, investigación, coordinación. Esa es la única forma viable de conseguir *nuevos cultivos proteaginosos*.

TITULO: PROBLEMATICA DE LA HORTICULTURA EXTENSIVA
PARA LA INDUSTRIA

AUTOR (ES): FLORENCIO VILLARROYA MOYA

CENTRO DE TRABAJO:
DIRECTOR AGRICOLA DE FRUDESA

LOCALIDAD:
BENIMODO (VALENCIA)

RESUMEN:

En la comunicación se trata la situación de la horticultura extensiva en España y en la Comunidad Económica Europea, la importancia de las estructuras, variedades, sistemas de riego, cosechado, calidad, así como la problemática de futuro

La horticultura extensiva en España se encuentra enmarcada en la misma situación de crisis y futuro problemático que el resto de los sectores agrícolas.

Los cultivos al aire libre tienden a reducirse por el aumento progresivo de los costos debidos entre otros a los crecientes problemas fitosanitarios, y por el mantenimiento o baja de los precios. Esto hace que se esté evolucionando por dos caminos diferentes: uno el de los cultivos protegidos que tienen defensa y cierta independencia de los accidentes climatológicos, pudiendo obtener mayores producciones y fuera de época con la posibilidad de alcanzar rentabilidades mayores. El otro camino que se plantea donde las superficies y estructuras lo permiten, es el de los cultivos para industria que van a tener garantías de venta y de precio, y en los que privaran los conceptos de mecanización, ahorro de costos, calidad y altas producciones, dada la actual situación internacional de este sector.

Por lo tanto se están reduciendo las superficies extensivas al aire libre con destino al mercado fresco. La situación actual viene reflejada por los siguientes datos aproximados de superficies:

En España se cultivan aproximadamente 385.000 hectáreas de hortalizas sin considerar patata (unas 269.000 hectáreas), lo que representa el 22% de la superficie dedicada a hortalizas en la C.E.E., con un valor aproximado de la producción de 500.000 millones de pesetas. De esta producción solamente el 16 a 18 % va destinada a la industria con un volumen de unos 2000 millones de toneladas, el tomate con unas 22.000 hectáreas es el cultivo principal seguido de espárrago, alcachofa y guisante.

En los cuadros siguientes podemos ver la comparación por países de los principales cultivos para la industria en La Comunidad Europea, exceptuando el tomate.

En cultivo acolchado se ha pasado de 12.000 hectáreas en el año 1975 a unas 67.000, y en túnel de 4.500 a 10.000 hectáreas en el mismo periodo de tiempo.

España importa de Europa hortalizas procesadas: guisantes, judías verdes, zanahorias, coles de bruselas, patatas, etc, y en fresco para procesar en las industrias españolas. En esta campaña de 1991 se calcula que se habrán importado de Francia unas 15.000 Tm de judías verdes.

Cuando hablamos de horticultura para industria hemos de pensar que dejamos de producir alimentos para pasar a producir materias primas para la industria de la alimentación y ello lleva consigo tener muy en cuenta los conceptos de calidad, uniformidad, planificación y costes, y que en la actual situación los alimentos pueden subir de precio pero no así las materias primas, puesto que al final los precios los marcan las grandes cadenas de distribución.

Este reto y problemática del sector hace que cada día sea más importante la profesionalidad y ser muy fieles a unas directrices o "manual".

Cultivar en zonas y parcelas con clima, estructuras y clase de tierra que garanticen unas medias de producción que puedan ser competitivas.

El riego, a ser posible por aspersión, es importantísimo en las nascencias y en el cosechado. Para dar a la planta el agua que necesita en cada momento son importantísimas la rapidez y puntualidad de los riegos. Esto lo tenemos que tener muy en cuenta al proyectar las instalaciones, no son convenientes los pivots de grandes dimensiones.

Semillas de variedades adecuadas que respondan a las exigencias de un mercado que está en constante evolución, y a la vez que se deben adaptar a la zona de cultivo, elevada productividad y válidas para la recolección mecánica no sólo en concentración de maduración, si no también por la disposición de la planta y de los frutos. Cada día está cobrando más importancia la resistencia a las enfermedades por el aumento alarmante de éstas acompañado de los problemas ecológicos y de residuos. Hay plagas y enfermedades de difícil control como los nematodos, virus o bacterias, y en las combatibles como pueden ser el mildiu, la roya, el oidium y ataques de insectos el control es caro y con problemas de residuos. Otro punto importante es la uniformidad en el calibre de la semilla y en su vigor germinativo. Las nuevas variedades pueden requerir nuevas técnicas de cultivo como diferentes marcos de plantación, profundidad de siembra, abonado, etc, lo que exige una profesionalidad y técnica al día.

Siembra, se tiende a sembradoras de precisión por uniformidad tanto en distribución como en profundidad de la semilla puesto que después estos factores nos van a influir en el desarrollo del cultivo y en la recolección concentrada, lo que nos dará aumentos de producción, mayor calidad y ahorro de semilla. Tengamos en consideración que son semillas caras, así para una hectárea de judía verde el valor de la semilla se sitúa alrededor de las 60.000 ptas, guisante 40.000 ptas, tomate entre 5.000 y 60.000 ptas según sea estándar o híbrido, maíz dulce sobre las 32.000 ptas, espinaca 32.000 ptas... Las semillas deben estar tratadas contra ataques de insectos del suelo y enfermedades superficiales como mildiu, ascochita, ryzoctonia, etc.

Herbicidas, necesarios para evitar la competencia de las malas hierbas que además de dificultar la recolección mecánica y mermar la calidad del producto al llevar materias extrañas como restos de malas hierbas, inflorescencias o semillas que suponen descuentos, pueden ser de difícil o imposible selección. El campo de los herbicidas es muy complejo dependiendo de la flora existente, tipo de suelo, contenido en materia orgánica, climatología y especial susceptibilidad de algunas variedades dentro de una misma especie. Hay que tener previstos herbicidas de

Cuadro 1. Superficies de cultivos específicos para industria:

Comparación por países y cultivos

PAISES	GUISANTES		JUDIA VERDE		MAIZ DULCE		ESPINACAS		SUPERFICIE TOTAL	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Alemania	2900	2.18	3850	7.14	550	2.54	0	0	7300	3.38
Suiza	1200	0.90	2200	4.08	0	0	0	0	3400	1.57
Francia-Belgica	46000	34.65	32300	59.93	12000	55.43	4100	53.25	94400	43.7
	75% lata									
	25% frio									
Italia	7700	5.80	4800	8.91	4000	18.48	2600	33.76	19100	8.84
	45% lata									
	55% frio									
Escandinavia	20000	15.06			0	0	0	0	20000	9.26
	5% lata									
	95% frio									
Inglaterra	44500	33.53	4450	8.26	0	0	0	0	48950	22.66
	10% lata									
	90% frio									
Austria	950	0.71	700	1.3	600	2.77	0	0	2250	1.04
Portugal	1000	0.75	600	1.11	0	0	0	0	1600	0.74
España	8500	6.40	5000	9.28	4500	20.79	1000	12.98	19000	8.79
	20% lata									
	80% frio									
TOTALES	132750	61.45	53900	24.95	21650	10.02	7700	3.56	216000	

Cuadro 2. Tomate para industria

PAIS	ha
Europa	156000
Italia	80000
España	31600
Portuga	20000
Francia	6000

Cuadro 3. Transformación de hortalizas: comparación C.E.E. y U.S.A.

TIPO	Porcentaje		Observación
	C.E.E.	U.S.A.	
Conservas	54.8	45.2	Francia es el principal europeo con el 45% del total CEE
Congelado	40	60	CEE: 940000 tm USA: 1420000 tm.

Cuadro 4. Transformación de hortalizas en la C.E.E.

Conservas	78 %
Congelado	19 %
Otros	3 %

* Guisantes, judías y espinacas: 60% hortalizas congeladas CEE.

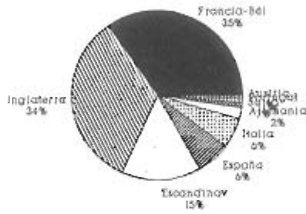
Cuadro 5. Producción de hortalizas para industria en Francia.

Tipo de transformación:	
	%
Lata	56 970000 tm
Congelado	23 210000 tm
Deshidratado	11
Otros preparados	10
Cultivos:	
	%
Judía verde	23
Guisantes	23
Tomates	20
Carlotas	13
Espinacas	8

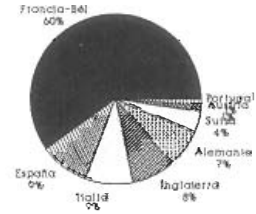
Cuadro 6. Superficies aproximadas en España de los principales cultivos hortícolas (incluidos con destino fresco e industria) miles ha)

Patata	269
Tomate	67
Melón	60
Ajo	35
Alcachofa	34
Lechuga	34
Cebolla	27
Sandía	27
Espárrago	26
Pimiento	23
Judía verde	18
Haba	14
Coliflor	13
Guisante	11
Zanahoria	10
Fresón	7
Brócoli	4

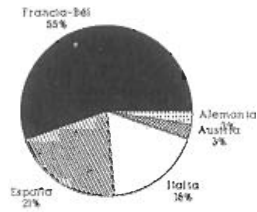
GUISANTES



JUDIAS VERDES



MAIZ DULCE



ESPINACAS

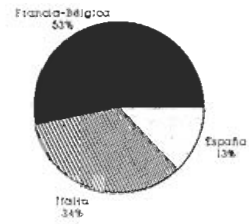


Figura 1. Comparación por países y cultivos específicos para industria

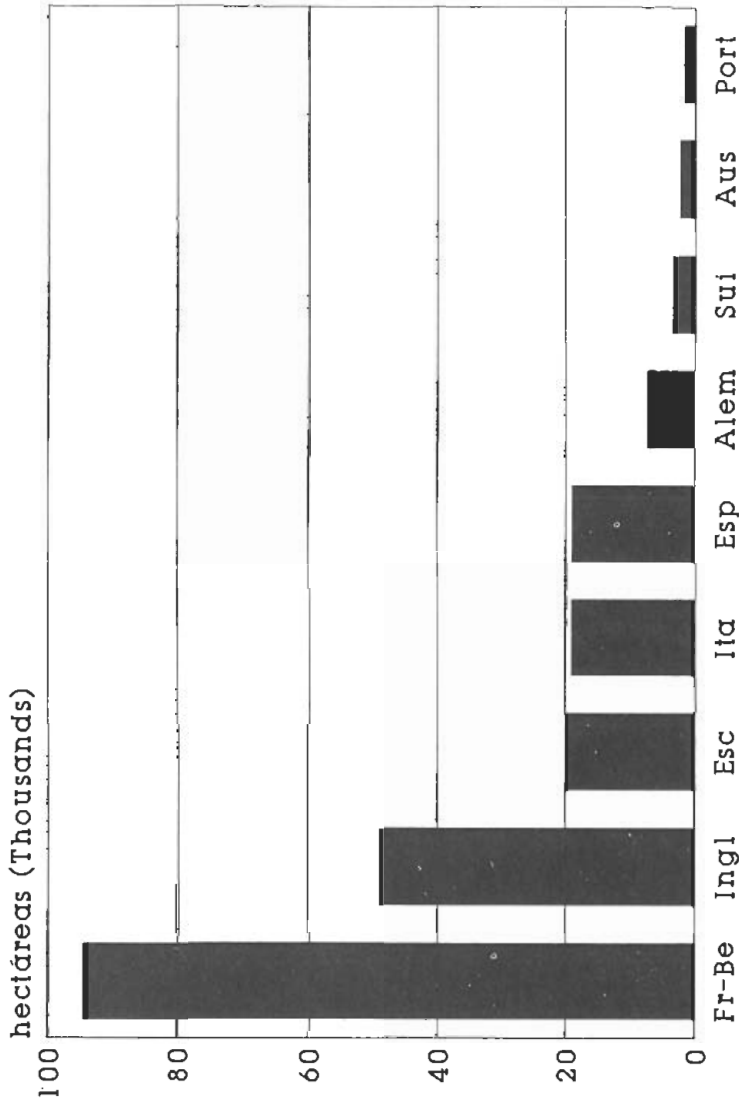


Figura 2. Superficies destinadas a cultivos hortícolas para industria en Europa

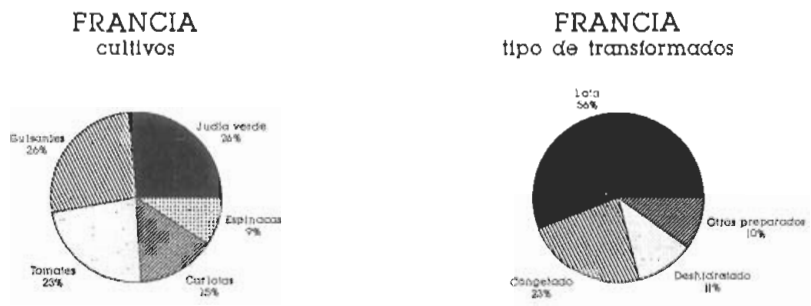


Figura 3. Distribución de cultivos hortícolas para industria en francia

SUPERFICIE CULTIVOS HORTICOLAS ESPAÑA DESTINO FRESCO E INDUSTRIA (MILES ha)

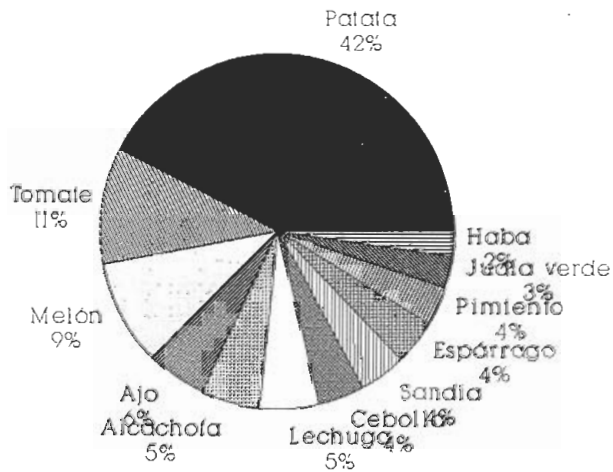


Figura 4. Distribución de la superficie destinada en España a los principales cultivos hortícolas

postemergencia por los fallos que se pueden producir con el herbicida aplicado en la siembra y por las resistencias que con el tiempo siempre aparecen...

Es importante poder abonar y tratar con las instalaciones de riego, por rapidez, ahorro y puntualidad. Con instalaciones adecuadas se ha comprobado que hay menos derrama que con los aperos convencionales a base de cubas arrastradas o suspendidas. Las instalaciones deben dar una pluviometría uniforme, con dosificadores adecuados, aún así se debe evitar el empleo de herbicidas por la exactitud que estos requieren en dosificación tanto de producto como en cantidad de agua.

El capítulo de tratamientos fitosanitarios es importante por el aumento de plagas y enfermedades, han alcanzado importancia últimamente nematodos y bacterias en tomate, bacterias en coliflor y col de bruselas, en guisante mildiu y oidium, en judía verde *Rhizoctonia*, *eslerotium*, *botritis* y bacterias. Sin embargo se ha logrado resistencia a las royas en judía, a los mildius y antracnosis en espinaca. Si junto a esto añadimos los ataques de insectos que pueden aparecer en un momento determinado hace que el capítulo de tratamientos pueda alcanzar hasta las 30.000 ptas/ha y pueda llegar a ser factor limitativo. Capítulo aparte merecerían los virus de imposible control, de ahí que como apuntábamos es importante la obtención de semillas con una amplia gama de resistencias.

Cosechado, el cosechado mecánico requiere un adecuado acondicionamiento de la parcela, uniformidad de la superficie del suelo y ausencia de piedras. Son máquinas caras por su compleja tecnología, una cosechadora de guisantes actualmente está por los 35 millones de pesetas, de judía verde sobre 20-25 millones, de maíz dulce 16 a 20 millones, de tomate 22 millones. Tienen un corto periodo de trabajo, por ejemplo en guisante aún trabajando en zonas diferentes unos 60 días, judía verde 60 días, maíz dulce 70-80 días, lo que ocasiona amortizaciones altas, elevadas dotaciones de stoks, importantes partidas de reparación que pueden oscilar entre los 2 y 3 millones de pesetas por campaña, todos estos conceptos representan un alto costo de cosechado por hectárea. Los intentos por desarrollar una cosechadora "universal" para hortalizas no han cuajado por las enormes diferencias existentes entre unos cultivos y otros. Las cosechadoras de hortícolas son pues máquinas específicas para cada cultivo, aunque cabría citar como excepción guisantes y habas, zanahorias y patatas, judías y pimientos (en experimentación) donde con cambios de elementos se puede aprovechar la misma cosechadora. Se han desarrollado modelos de un mismo cuerpo para judía verde y maíz dulce cambiando el cabezal de recolección. Actualmente se tiende a cosechadoras de gran rendimiento y calidad de cosecha por el ahorro de mano de obra, de mantenimiento, evitar pérdidas de cosecha y sacar el producto sin daño ni acompañado de materias vegetales extrañas. En España la casi totalidad de cosechadoras son propiedad de industrias con un parque suficiente, mientras que en Europa predominan las empresas de servicios con tradición, contempladas y

tipificadas en las relaciones contractuales agricultor industrial.

Todos los productos tienen unas normas de calidad Internacional por las que se rigen las relaciones contractuales agricultor-industrial y de venta de productos procesados. Así en guisante es el grado tenderométrico, uniformidad de color y calibre, en judía verde el desarrollo de las semillas, carnosidad, fibra y pergaminos, en espinaca la relación limbo/peciolo, en maíz dulce humedad y azúcar, en habas calibre y grado tenderométrico, en tomate mohos, viscosidad, concentración, textura, etc. Las relaciones de contratos establecen una escala de precios por calidades.

Las normas de calidad nos fijan o determinan el momento óptimo de cosecha así como también la relación que existe entre estos parámetros y las unidades de calor acumuladas para cada cultivo. Podemos tomar dos casos representativos como son guisante y judía verde.

Así en **guisante** el momento óptimo se mide por grados tenderométricos, medida universal de blandura o dureza del grano y que está generalmente relacionada con el contenido en azúcar dentro de la misma variedad. El óptimo según variedades está entre 100 y 115 TR, existen otros índices ligados y que podemos contemplar en el cuadro siguiente:

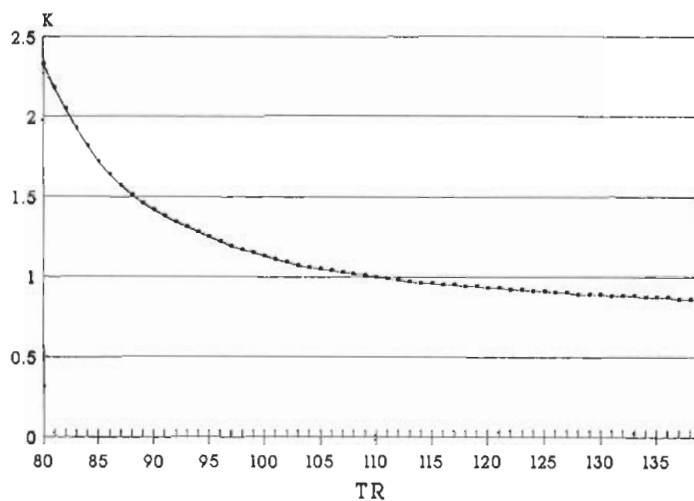
Cuadro 7. Índices ligados al °TR en guisante

	Variedades lisas: lata		Var. rugosas: congelado	
	<u>Optimo</u>	<u>Sobremaduro</u>	<u>Optimo</u>	<u>Sobre.</u>
Materia Seca %	28	32	23	26
Sustancia insoluble en alcohol	22	27	16	19
Contenido en azúcares	2	0.5	5	3

Hay una relación peso-grado tenderométrico para cada variedad (figura 5).

Para cada variedad hay unas unidades de calor acumulado para alcanzar el grado tenderométrico idóneo o punto óptimo de recolección, que no siempre se cumplen pues pueden influir condiciones climatológicas anormales, clase de tierra, vigor de la planta o incluso riegos, de ahí lo que apuntábamos de estructuras, clase de suelo y riego. En lo que so hay diferencias según variedades, y esto es muy importante, es en la evolución del °TR a partir del momento óptimo (ver tabla), varía la relación aumento °TR/grados día diferenciándose variedades de evolución rápida y variedades de evolución lenta (característica positiva). Hasta los 110 °TR la evolución es proporcional a la precocidad. Los siguientes cuadros nos sirven de ejemplo.

Relación TR rendimiento kg



Relación TR : Peso grano

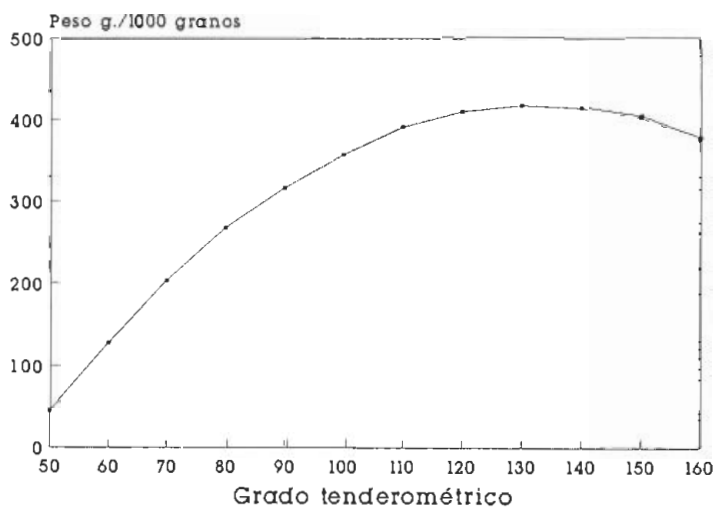


Figura 5. Relaciones entre grado tenderométrico y peso y rendimiento del grano en guisante

Cuadro 8. Variación de la dureza del grano

Variedad controlada	Tem. media °C	Aumento °D/día	Aumento °TR/día	°D/°TR
1	16.24	11.8	5.20	2.27
2	19.47	15.03	9.14	1.64
3	18.2	13.76	6.27	2.19
4	18.2	13.76	3.93	3.5
5	19.42	14.98	9.0	1.66
6	19.74	15.3	4.78	3.2
7	19.42	14.98	7.12	2.1
8	19.94	15.5	2.62	5.92

Judía verde momento óptimo de la recolección: Durante la maduración de la judía verde se suceden varias etapas que se pueden resumir:

Un rápido crecimiento en la longitud de la vaina con velocidad de desarrollo de la semilla relativamente bajo.

Ensanchamiento de la vaina y más rápido desarrollo de la semilla.

Lignificación y secado de la vaina, secándose y endureciéndose la semilla.

Durante la segunda etapa es el producto aceptable para la industria.

Para determinar con la mayor precisión posible ese momento óptimo, se han estudiado los cambios físicos y químicos que tienen lugar durante la maduración, así la medida de la fibra, el grado de azúcar y almidón y la relación que con ellos tienen el desarrollo de la semilla en longitud y porcentaje de peso.

Como las medidas son llevadas a cabo sobre la semilla, la relación madurez calidad se debe establecer para los diferentes tamaños de semilla, ya que es diferente para una semilla pequeña o grande. En ausencia de métodos más críticos estas limitaciones son corrientemente aceptadas.

La longitud de la semilla se determina midiendo en mm. la longitud total de 10 semillas, siendo cada una de ellas la semilla más grande de la vaina más larga, tomada de una muestra de 10 plantas. El tamaño práctico que se ha admitido para fijar la maduración es el siguiente:

Para congelado:

Variedades de semilla grande, tamaño semilla 10 mm
Variedades de semilla pequeña, tamaño semilla 8 mm

Para enlatado:

Variedades de semilla grande, tamaño semilla 12 mm
Variedades de semilla pequeña, tamaño semilla 10 mm

Este es el método más comunmente usado en Inglaterra y U.S.A.

Otro método es: para variedades de semilla grande que la longitud de la semilla no sobrepase los 8.5 mm y el porcentaje de vainas con calibre superior a 10.5 mm no sobrepase el 10% en peso.

Otro menos utilizado es aquel en el que el peso de la semilla no sea superior al 15% del total de la vaina.

La determinación visual del entendido puede tener una razonable seguridad.

Las normas de calidad para recolección de judía verde en la C.E.E. se recogen en el cuadro 9.

Cuadro 9. Normas de calidad para judía verde en la C.E.E. (mm)

Tipo judía	Long. vaina	% 8.7	% 9.9	>10	Lon. semi
Entera	100	70	30	-	7.5
Troceada verde	114	40	50	10	8.5
Troceada amarilla	114	20	40	40	9.5
Sliced	144	10	20	70	10.0

En maiz dulce la relación grados-día madurez puede sufrir importantes vaivenes pues es un cultivo que se ve muy influenciado por los cambios extremos de temperaturas.

Son tres cultivos de recolección muy puntual.

Remarcar la importancia que tiene la respuesta genética a estos condicionantes así como el manejo cultural y las condiciones del suelo.

En Europa las relaciones contractuales están fijadas por las organizaciones interprofesionales. En España los contratos son directos industrial-agricultor y en algunos casos contratos homologados.

En España la horticultura extensiva para industria, aún dentro de la problemática general agrícola, puede ser interesante para zonas con estructuras y suelos adecuados, completa alternativas, aumenta la posibilidad de rotación de los cultivos y con índices de producción adecuados es competitiva con el resto de los cultivos, tiene además el valor de los subproductos que en el caso de guisantes, habas y maiz dulce sus aprovechamientos ganaderos representan un capítulo importante que puede alcanzar el costo de la semilla.

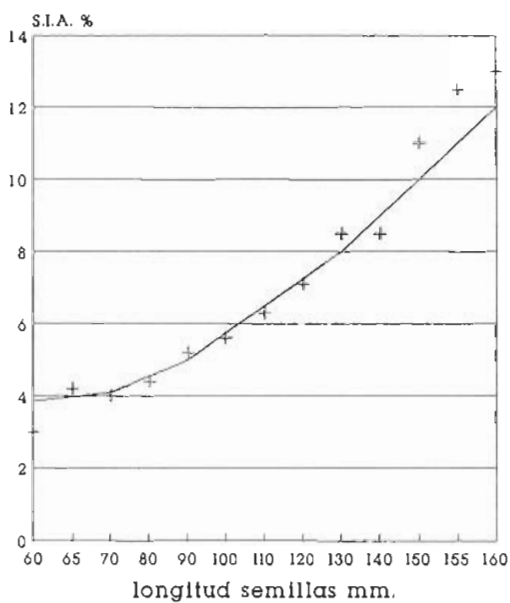
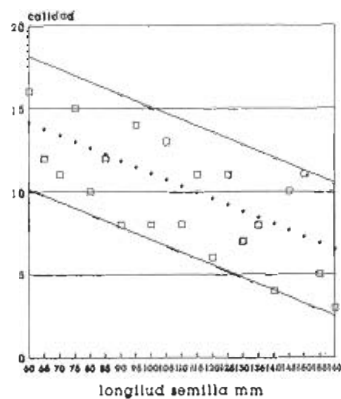
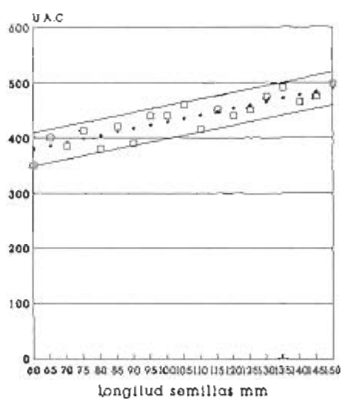


Figura 6. Relaciones de la longitud de las semillas de judía con: Unidades acumuladas de calor, calidad y sólidos insolubles en alcohol

Por otra parte las leguminosas son mejorantes de las condiciones del suelo. Una judía verde con 50-70 días de ciclo completa bien cualquier alternativa o el guisante al que puede seguir maíz dulce, maíz común, girasol, judía verde, etc.

Hay que tener presente la competencia europea que con organizaciones muy consolidadas, organizaciones interprofesionales, alta profesionalidad, circulante más barato, ayudas a los medios de producción, zonas de elevada producción hacen que tengamos más duros competidores. En estos momentos de mercado muy duro la horticultura extensiva se convierte en una lucha de fuentes de producción contra fuentes de producción y para ello hay que sembrar en zonas con suelo y riego capaces de obtener producciones altas.

Capacidad de financiación, un reto constante para mejorar la calidad, es aprovechar nuestra mejor estructura de riegos, ser conscientes de la dura competencia y que tenemos un mercado a ganar día a día.

La relación industria-agricultor, es vital el respaldo de una industria de garantía, pero ésta también necesita del buen agricultor, el depender del exterior podría ser peligroso. En el actual equilibrio de mercado no es previsible el aumento del sector y la vocacionalidad y profesionalidad son cada día más importantes por las nuevas técnicas y porque aunque las máquinas suplan a la mano de obra, en agricultura siempre tiene que estar la mano del buen agricultor porque lo que las máquinas no pueden suplir es la ilusión por las cosas bien hechas y esto es fundamental en agricultura.

En tiempos difíciles para el agricultor, presionado muchas veces al amparo de estas dificultades de todo tipo existe el riesgo de que los buenos agricultores de alta profesionalidad ante el acoso se desmoralicen y abandonen lo que sería un abandono sin retorno y dejaríamos la producción en manos externas lo que no sería bueno. Fue triste para mí cuando recientemente uno de los pioneros de la horticultura extensiva me comentó que el 88% de sus terrenos hortícolas han pasado a la explotación del cultivo del arroz y que si las tierras tuvieran el valor de los años 88 vendería su finca.

TITULO: Horticultura intensiva . Su problemática .

AUTOR (ES): Ramón Moreno Vázquez

CENTRO DE TRABAJO: Centro de Investigación y
Desarrollo Hortícola.

LOCALIDAD: La Mojonera - Almería

RESUMEN:

Se presenta un breve esbozo de los factores que pueden caracterizar la situación actual de la horticultura protegida de la provincia de Almería. Para ello la exposición se ha enfocado desde las cinco vertientes siguientes : Técnico productiva, Técnico comercial, Empresarial, Medioambiental, Estructural y Funcional .

Una de las características de nuestra sociedad es su propensión a clasificar y a englobar, dentro de las escalas creadas, a los individuos o a las actividades que desarrollan. Esto, que para ciertos fines presenta una utilidad incuestionable, conduce inexorablemente a una homogeneización ideal de los componentes de cada uno de los grupos, con la consiguiente pérdida de su riqueza individual que queda encubierta y enmascarada por la genérica del grupo.

Como hijos y herederos de esta sociedad es difícil desembarazarse de esta pasión por las clasificaciones, y en nuestra profesión agraria tenemos abundantes ejemplos de ellas. Una de éstas concierne directamente con el tema de este artículo, y trata de la división de la horticultura en extensiva e intensiva, hecha con el laudable afán de permitir un análisis más correcto de la horticultura en general. Pero, ¿qué criterios se han seguido para diferenciarla en esos dos tipos?. No hay unanimidad en este punto, porque siempre aparecen situaciones que no se sabe, con arreglo a los criterios utilizados, donde incluirlas. Esto es algo inherente a cualquier clasificación: siempre quedarán flecos de difícil ubicación.

A pesar de estas dificultades, y aun siendo consciente del riesgo que asumo, daré mis propios criterios, que espero que nos ayudarán a caracterizar de un modo amplio la horticultura intensiva. Estos criterios son los siguientes:

- 1º.- Obtención de productos para consumo directo fuera de la época natural de producción de su entorno.
- 2º.- Aporte elevado de Capital y Trabajo por unidad de producto obtenido o de superficie ocupada.
- 3º.- Alto índice productivo medio, medido con la ayuda de Producción (cantidad y calidad)/Ha. Mes.
- 4º.- Incremento del apoyo tecnológico, sustentado por una adecuada investigación.

El primer punto hay que considerarlo como el objetivo de esta horticultura y el que marca, de algún modo, su grado de "intensificación"; entendiéndose por tal, el mayor o menor desplazamiento que se consiga en el período productivo. Los otros tres son una consecuencia directa del primero.

En primer lugar, para producir fuera de época son necesarios recursos materiales suplementarios para colocar a la especie hortícola en condiciones similares a las que tiene cuando produce en su época natural.

En segundo lugar, el capital empleado deberá recuperarse y además el empresario tendrá que obtener un beneficio neto de la explotación; para lo cual, aparte de percibir un mayor precio

en el mercado, deberá incrementar su índice productivo medio. Para conseguirlo, tendrá que recurrir a una tecnología más complicada, cuya aplicación correcta dependerá de una mano de obra más cualificada y cuantiosa.

Ese grado de intensificación, al que antes me referí, será en definitiva el que marque cuáles serán los recursos que se van a necesitar para alcanzar el objetivo deseado. Por ello, cuanto más nos desplazemos del período productivo natural, mayor será el aporte de Capital y Trabajo y mayores también las necesidades técnicas para emprender con éxito este tipo de actividad.

De acuerdo con los criterios expuestos, la horticultura intensiva abarcaría una gama muy amplia de casos; desde el uso de un simple "mulching", como medida para aumentar en unas pocas semanas la precocidad del cultivo, hasta el uso de sofisticadas instalaciones donde se controlarían perfectamente las condiciones ambientales, fertirriegos y tratamientos fitosanitarios, y donde sería posible cultivar en cualquier época del año.

En consecuencia, dentro de esta horticultura intensiva, tan extensa por otra parte en contenido, tienen cabida diversos tipos de horticultura. Entre ellas elegiré, para esta exposición, la conocida a nivel mundial con el nombre de HORTICULTURA PROTEGIDA, que es a la que se ha tendido y a la que actualmente se tiende en las nuevas zonas horticolas intensivas del litoral andaluz.

Esta horticultura es la que se practica en el interior de instalaciones realizadas con una estructura de madera, hierro o combinación de ambas y recubiertas con material plástico. El máximo exponente español y europeo de este tipo se encuentra en Almería y a ella me referiré en lo sucesivo; porque, al ser la zona con mayor experiencia en este sistema productivo, puede servir de espejo, con sus aciertos y errores, al resto de las que inician o han iniciado hace algunos años su camino por la horticultura protegida.

Antes de adentrarme en el tema, quisiera hacer una serie de consideraciones en relación con el grado de conocimiento, que actualmente existe sobre la situación en que se encuentra este tipo de horticultura. Este punto se ha abordado en varios informes y artículos, que utilizan la metodología analítica de detectar problemas y de dictaminar cuál o cuáles son las causas que los originan; pero sin entrar en valoraciones del peso específico que cada una de estas causas tiene en la génesis del problema, ni en estimar las posibles interrelaciones entre causas o entre problemas. Debido a ello la información válida con que contamos, queda reducida a un inventario de problemas, y a una lista de causas que dependerá en gran parte del subjetivismo del autor o de los autores. Esta subjetividad se manifiesta aún más cuando, como colofón final, se aportan soluciones para resolver los problemas.

Por desgracia no se ha hecho un estudio profundo que contemple en conjunto este sistema productivo. Esta es una tarea que por su envergadura necesitaría de un potente equipo multidisciplinar del cual sólo pueden disponer las empresas, en su mayoría multinacionales, que se dedican, bajo contrato, a la realización de este tipo de estudios. Aun así sería bastante difícil conseguir resultados fiables puesto que en la zona existe un déficit acusado de datos, salvo para los volúmenes de producción y de facturación total por especie, para los cuales sí se cuenta con información; que no obstante es variable, aunque no sustancialmente, según sea la fuente consultada.

Esta realidad que acabo de comentar, es un grave impedimento para que el autor de este artículo pueda ofrecer unas conclusiones razonadas y razonables sobre la situación de la horticultura protegida en Almería. Para no desembocar en crasos errores, mi intención es presentar una visión panorámica, sin profundizar en parcelas concretas, con lo cual evitaré al máximo que mi propia óptica sea la que domine en la exposición.

Esta panorámica la enfocaré desde seis vertientes diferentes:

Técnico productiva

Técnico comercial

Medioambiental

Estructural

Funcional

Dentro de cada una de ellas enunciaré los puntos que considero que pueden suministrar una visión actual de los problemas y los acompañaré de unos breves comentarios que permitan entender en alguna medida la influencia que ejercen sobre la situación de la horticultura protegida.

TECNICO PRODUCTIVA

El aspecto técnico productivo de una explotación o de una zona, como es nuestro caso, se identifica con la producción obtenida y con los medios técnicos que se han utilizado para generar esa producción. La duda básica que siempre nos inquieta es si se ha optimizado la utilización de esos medios técnicos, y en el caso de que así hubiera sucedido, surge una pregunta, ¿ qué factores han impedido alcanzar cotas productivas mayores ?. Del esclarecimiento de esa duda, que corresponde al agricultor, se desprenderá cual es su capacidad para adaptarse a las

técnicas ya existentes y a las que en el futuro aparecerán; mientras que de la contestación a la pregunta, que es misión de la investigación, se deducirá cuáles son las mejoras rentables que se deben introducir para evitar la incidencia de los factores perjudiciales.

Por otra parte, una mirada a la evolución global de los rendimientos nos puede ayudar a valorar el grado de desarrollo o estancamiento productivo en el que se encuentra una zona. En el caso de Almería utilizaré datos procedentes de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, y compararé la media de los años 1981 a 1984 con la de 1985 a 1988, para cuatro de los cultivos más importantes de la zona:

	<u>Tm/Ha</u>	
	<u>1981 a 1984</u>	<u>1985 a 1988</u>
Tomate	58,0	59,5
Pimiento	32,0	40,0
Pepino	58,0	70,5
Melón	29,0	28,0

Como se comprueba en la tabla anterior, el ascenso ha sido espectacular en los casos del pimiento, con un incremento del 25%, y del pepino con uno del 22%. El tomate ha presentado una pequeña tendencia al alza, y en cambio el melón ha sufrido un ligero retroceso.

Estos resultados, que comparativamente pueden parecer alentadores, se apartan aún bastante, salvo en el caso del pepino, de las producciones comercializables que potencialmente se esperan de estas especies en las condiciones de Almería.

No hay duda de que existe todavía un camino por recorrer, especialmente en el sentido de mejorar tanto la producción como la calidad de los productos obtenidos. Para ello habría que interesarse en indagar sobre algunas de las fuentes que intervienen en la formación de los rendimientos y que resumo a continuación:

- Estructuras
- Sistemas de cultivo
- Semillas y semilleros
- Fitosanidad
- Horticultor

Las estructuras, que actualmente existen, pecan de poca hermeticidad lo que facilita la entrada de fitoparásitos y del agua de lluvia, e impide que se pueda suministrar un aporte calorífico suplementario en momentos críticos para los cultivos. Además los plásticos disponibles permiten el goteo sobre las plantas del agua que se condensa en ellos, con lo cual las esporas encuentran el vehículo adecuado para su germinación. Estas circunstancias operan en detrimento de la producción y de su calidad, y en vista de ello ya se han iniciado estudios de nuevas estructuras y de plásticos que mejoren su capacidad antigoteo.

El sistema de cultivo típico de la zona es el conocido con el nombre de enarenado. Su éxito en los años precedentes ha sido total y aún sigue siéndolo cuando las aguas poseen conductividades altas. A pesar de ello, y debido a las enfermedades transmitidas a través del suelo y a la necesidad creciente de obtener productos con un alto grado de calidad intrínseca, se están produciendo en la zona los primeros intentos de cultivo fuera de suelo, principalmente en lana de roca, perlita y arena. La mejora de la calidad con este nuevo sistema se puede conseguir, porque las exigencias nutritivas e hídricas de las plantas se conocen día a día a través de los análisis de los drenajes. No sucede así, en cambio, con los problemas fitosanitarios, que son diferentes a los que se presentaban en el suelo, pero que tienen también la suficiente importancia, como para que ya se haya abordado un estudio sobre ellos.

El avance en la obtención de nuevas variedades, que cada vez se ajusten más a las condiciones medio ambientales de Almería y al gusto del mercado, y además presenten resistencias o tolerancias a los microorganismos, está siendo muy rápido. No obstante, hay que resaltar que la semilla puede transportar ciertos agentes nocivos, que originarán importantes mermas en la producción, cuando no su pérdida total. Este caso ya se ha producido en varias ocasiones y soy consciente de que las empresas productoras de semillas intentan evitar estos desastres que afectan a su imagen. Mayor todavía es el impacto sobre la comunidad hortícola cuando el agente nocivo es nuevo en la zona. En este supuesto la trascendencia del hecho será de tal magnitud que se verán afectados no sólo los agricultores de la primera campaña, sino los de las sucesivas. Estas consideraciones conducen a que se debe prestar una gran atención, tanto por parte de las empresas como de la Administración, a las condiciones sanitarias en que se encuentran los lotes de semillas.

Si a lo anterior añadimos el proceso a que se somete a la semilla en el semillero hasta que se produce el transplante, nos encontramos con que el agricultor recibe una planta que es una incógnita. Nadie sabe cómo responderá y éste hecho es una arma contra productor de semilla y semillero, que es de uso normal por parte del horticultor, cuando la plantación en sus fases pre-productivas presenta anomalías; que pueden ser debidas bien a semilla, a semillero o a inadecuado manejo por

parte del agricultor en esas etapas iniciales, o bien al conjunto de dos de ellas o de las tres.

La fitosanidad, en el momento actual, no se utiliza únicamente como el medio para impedir que los fitoparásitos dañen a los cultivos, sino que ha de dar respuesta a otro campo, como es el de los residuos, de importancia capital para las exportaciones; de tal modo que su nulidad está siendo un distintivo exigido de calidad extrínseca del producto. Este sesgo, que están tomando los acontecimientos en los últimos años, ha provocado un replanteo en el tema de la fitosanidad. Ahora no se trata de eliminar a cualquier coste las poblaciones fitoparasitarias, sino que hay que reducir al máximo el número de tratamientos, y para ello hay que utilizar junto con los químicos otros medios tales como biológicos, culturales, mecánicos o biocidas no residuales, sin que por ello se generen pérdidas en la producción. Este nuevo concepto, que se ha bautizado como Lucha Integrada, está siendo estudiado y poniéndose a punto.

Por último, es el horticultor el que ha de conocer y aplicar correctamente los medios que tiene a su alcance. De nada le sirve poseer unas magníficas instalaciones si a la postre no sabe utilizarlas. Esa transferencia de tecnología, tan necesaria para optimizar los recursos disponibles, tiene dos componentes básicos, la Administración que actuará como emisor y el horticultor que lo hará como receptor. Si alguno de los dos falla, vanos serán los esfuerzos hechos por la investigación en su intento de impulsar tecnológicamente al sector.

TECNICO COMERCIAL

La zona hortícola protegida de Almería muestra una clara vocación exportadora, acrecentada aún más durante los últimos años, y que, por el momento, parece haberse estabilizado en torno a las 400.000 Tm anuales, según datos de la Cámara de Comercio de Almería. Esta predisposición se pone de manifiesto, para los cuatro cultivos elegidos como más representativos, en la tabla siguiente:

Exportación (miles Tm)

(Media Campañas)

	<u>80/81 a 84/85</u>	<u>85/86 a 89/90</u>
Tomate	26.0	34.5
Pimiento	29.0	92.0
Pepino	31.5	55.5
Melón	11.5	30.5

Tal como se observa en esta tabla, pimiento con una tasa de incremento del 217 % y melón con una del 165 % han sido los que han experimentado los más fuertes ascensos en cantidades exportadas. Les siguen pepino con un 76 % de aumento y tomate con un 32,5 % .

Estas cifras son un fiel reflejo de la importante actividad exportadora que se desarrolla en la zona, y que aún podría ser mayor , ya que, por ejemplo, en la campaña 88/89 se exportó aproximadamente un 25 % del total producido .

Como complemento de estas cantidades, y según la anterior fuente de datos citada, en la tabla que se reproduce a continuación, se indican las variaciones que han sufrido los porcentajes de exportación sobre el total exportado. Con ello se tendrá una perspectiva de cómo se ha diversificado la exportación en cuanto a productos :

% sobre Total Exportado

	<u>80/81 a 84/85</u>	<u>85/86 a 89/90</u>
Tomate	18.0	10.5
Pimiento	17.5	28.5
Pepino	20.0	17.5
Melón	7.5	9.5

Si se comparan estas cifras relativas con los valores absolutos de exportación, se comprueba que sólo pimiento y melón han incrementado, durante el segundo período, su participación en el total exportado; mientras que tomate y pepino han reducido

su aporte. Es decir, sólo aquellos productos, pimiento y melón, cuya tasa de incremento de exportación, como mínimo, se ha duplicado son los que también han elevado su porcentaje sobre el total exportado con relación al primer período. En cambio, los que han tenido tasas menores, tomate y pepino, se han comportado de forma opuesta.

Esta diferencia del porcentaje sobre el total exportado entre los dos períodos, que no se corresponde con la que se constata entre las tasas de incremento, es debida a que durante el segundo período hubo un aumento importante en las exportaciones de otros productos, tales como, calabacín, judías verdes y sandías, y además aparecieron otros, como berenjenas y col china, que contribuyeron también a la formación de esas diferencias.

Esta línea en alza que se advierte, tanto en cantidad exportada como en diversificación, es consecuencia de un largo proceso de maduración en el que se han establecido unas bases productivas y comercializadoras, que han propiciado el desarrollo de la zona en ese sentido.

En la actualidad, para comprender mejor la situación, sería conveniente sondear en determinados aspectos del mercado exterior, algunos de los cuales cito a continuación:

Demanda / oferta

Canales

Precios

C.E.E.

La demanda en el mercado exterior tiende a concentrarse en grandes superficies y en cadenas de alimentación, con unas grandes exigencias en la continuidad de las cantidades suministradas y en la calidad y presentación de los productos. La respuesta que está dando la zona a esta demanda es a través de una gran atomización de la oferta. El número de empresas exportadoras ha pasado de ser 55 en la campaña 79/80, con una media de 1.600 Tm exportadas por empresa, a 94 en la 88/89 con una media de 3.800 Tm. Este hecho origina deficiencias importantes en el abastecimiento y en la imposibilidad, en muchos casos, de acceder a ese interesante foco de absorción que representan las cadenas de alimentación.

A lo largo del tiempo los tipos de canales de comercialización utilizados han experimentado una evolución favorable para el sector. Se ha pasado de la compra directa al productor, por parte de empresarios levantinos, a la venta en los mercados de consumo. Esto ha supuesto la creación de una red propia de compra y comercialización con instalaciones para manipulación, clasificación y envasado, y traído como consecuencia que el

valor añadido al producto revierta en la zona.

En este momento el horticultor vende, bien en alhóndigas, cooperativas, S.A.T. y Sociedades Anónimas o bien a particulares. Las alhóndigas siguen siendo el principal centro de compraventa de productos. A sus subastas acuden para comprar tanto los operadores particulares que trabajan en la zona y que después prepararán el producto para su posterior distribución en el mercado interior o exterior, como el resto de los integrantes del sector comercializador, que concurren a las alhóndigas cuando necesitan cubrir un envío y no cuentan con suficiente mercancía en sus almacenes.

La puesta del producto en los mercados de destino se realiza, o bien a través de un agente, al que normalmente se vende en consignación, o directamente a las ya mencionadas cadenas con venta en firme. Salvo raras excepciones, la venta no se realiza al mayorista del mercado de destino, y ni mucho menos al detallista. Cuanto más complicado es el proceso desde que el agricultor vende su producto hasta que éste llega al consumidor, menor será la transparencia del mercado, y menores serán también las posibilidades de mejorar la actuación comercial.

El resultado de cualquier gestión comercial se mide por los precios conseguidos en el mercado para un mismo nivel de calidad del producto. La formación de estos precios se realiza fundamentalmente en los mercados consumidores, a diferencia de los productos de carácter continental que lo hacen en los mercados de producción. Aún así, parecería lógico pensar que el precio de venta al consumidor y el percibido por el agricultor mantendrían una relación constante en el transcurso de la campaña. Esto no es así y se producen desviaciones importantes entre ambos precios. Esto es algo que no tiene fácil solución, debido principalmente a esa falta de transparencia antes aludida. Si a esto añadimos las variaciones en los precios de destino, que pueden tener su origen en otras múltiples causas, se comprende la incertidumbre en que vive el sector.

Por razones de carácter económico y estratégico, el mercado español de hortalizas es el comunitario, que absorbe el 90 % de nuestras exportaciones. Nuestra relación con la C.E.E. desde nuestra adhesión en 1985 hasta 1990 ha estado sometida, por parte de la Comunidad, a limitaciones importadoras que continuarán, durante la segunda fase, hasta 1996. A partir de ese momento tendremos vía libre de entrada en los países comunitarios; y aun cuando la Política Agrícola Común y la Organización Común del Mercado de la C.E.E. no sean las más adecuadas para el sector hortícola, no existirán las restricciones que hasta el momento hemos padecido. Nuestra horticultura, con los costes actuales, será una fuerte adversaria de la de los países comunitarios del Norte; no obstante es de suponer que en 1996 haya arraigado aún más entre la población comunitaria la exigencia de una alta calidad de los productos, especialmente en lo que se refiere a la no

presencia de residuos pesticidas . Esta tendencia tiene que ser tomada seriamente en consideración, si no queremos perder importantes cuotas de mercado.

EMPRESARIAL

La actividad empresarial tiene como objetivo obtener un beneficio neto, de tal cuantía, que suponga un estímulo y no un freno para la continuidad y el desarrollo de la empresa. En agricultura, y aún más en esta horticultura protegida, en la que domina la explotación unifamiliar de 1 a 2 Ha , el agricultor ha de ejercer como técnico agrícola y como gerente de su empresa. Esta doble función asumida por el horticultor le conduce a solventar con apoyo técnico suplementario los problemas puntuales que se presentan en su plantación, a programar sus cultivos cada campaña de acuerdo con las expectativas de mercado, a comprar los productos que necesite en las condiciones más ventajosas, a buscar fuentes de financiación, a elegir entre las diversas opciones de venta aquéllas que mejores beneficios le reporte, y por último a optimizar, en definitiva, todos los recursos de que dispone.

De todos estos aspectos quiero resaltar los siguientes :

Financiación

Costes variables

Para poder hacer frente desde el inicio de la campaña a una explotación de estas características se necesita una liquidez de la que normalmente carece el horticultor. Las entidades bancarias , además de tener unos tipos de interés elevados, están restringiendo los créditos ante la descapitalización que sufre el sector y ante la incertidumbre a la que está sometida esta agricultura. Por otra parte, y por estos mismos motivos, la mayoría de las empresas suministradoras de productos tienden a vender al contado y no están dispuestas a financiar este tipo de transacciones. Para paliar, en cierta medida, esta situación el agricultor puede recurrir a comprar estos productos en las alhóndigas, con el consiguiente compromiso de vender su producción en ellas, y de cuyo importe se deducirá el correspondiente al material comprado. También puede optar por asociarse en una Cooperativa de Consumo o acogerse a créditos de campaña que ofrece la Administración. Estos escollos financieros, por los que tiene que transcurrir el quehacer diario del agricultor, están ocasionando graves problemas sociológicos en la zona.

Anteriormente he comentado la función gerencial que ha de desarrollar el horticultor. Dentro de ella existe un aspecto al que normalmente no presta la atención debida. Me refiero al

desglose de sus costes variables por naturaleza , lo que les podría ofrecer una visión real de la gestión de la explotación y de las mejoras que debería introducir para disminuir estos costes. El poco apego que el agricultor siente por una excesiva cantidad de cifras y números se traduce en una falta de información básica sobre este tema. No obstante, y como instrumento meramente informativo, a continuación expongo un desglose aproximado de esos costes :

COSTES VARIABLES POR NATURALEZA (%)

	<u>MANO</u>		<u>PROD.</u>	<u>SEMILA/</u>		<u>COSTE/mc</u> (pts.)
	<u>DE</u> <u>OBRA</u>	<u>ABONOS</u>	<u>FITOS.</u>	<u>PLANTAS</u>	<u>OTROS</u>	
Pimiento (California)	65	5	8	15	7	200
Tomate (Long life)	60	10	12	7	11	200
Pepino (Holandés)	55	10	7	20	8	175
Melón (Galia-suelo)	40	10	10	30	10	120

Como se comprueba, la mano de obra es el factor que más contribuye, con un 40 al 65 % según cultivos, a la formación del coste final. Como es obvio cualquier medida que favorezca la disminución de la mano de obra, y sobre la cual ejerce una acción directa el horticultor, tendría una repercusión favorable sobre los costes. Pero esto no es fácil de realizar ya que faltan datos suficientes que nos permitan conocer la distribución de la mano de obra por fases de cultivo , tales como, preparación, plantación, entutorado, etc.

El segundo factor más importante, dentro de su incidencia en los costes, es el correspondiente a semilla y semillero. Aquí el agricultor no tiene posibilidad de intervención directa y estará siempre a expensas de las decisiones que adopten los productores de semillas.

Estos costes variables aumentan gradualmente, pero, por desgracia, en mayor medida que lo hacen los precios de venta de los productos hortícolas. En consecuencia nos encontramos que año tras año el beneficio que obtiene el agricultor disminuye, y sus posibilidades, no ya sólo de introducir mejoras en la explotación, sino de efectuar ciertas operaciones periódicas , como el retranqueo, se limitan. Esto al final se traduce en un anquilosamiento productivo del sector.

MEDIOAMBIENTAL

Nuestro entorno, por unas causas u otras, está sufriendo un deterioro que hay que frenar y a la vez habrá que adoptar medidas para recuperar las zonas afectadas. Una actividad tan intensa como la que se desarrolla en la horticultura protegida produce materias y sustancias, que son agresivas y nocivas para el medio ambiente que soporta la actividad. De éstas señalaré las siguientes:

Plásticos

Restos hortícolas

Contaminación de acuíferos

Las aproximadas 17.000 Ha bajo plástico, con que cuenta Almería, producen anualmente una cantidad ingente de plástico desechable, que normalmente se quema, pero que en ocasiones se vende empacado para su posterior transformación. Hace pocos meses el Ayuntamiento de El Ejido aprobó un proyecto para la instalación de una planta recuperadora de este plástico usado, con lo cual se abre una vía para solucionar este problema.

Otro tanto sucede con los volúmenes cuantiosos de restos hortícolas que se generan en la zona, cuyo fin es consumirse al cabo del tiempo por el fuego. Además en este caso existe una acción adicional muy perjudicial de toda esta masa como foco para la propagación de infinidad de propágulos de microorganismos fitopatógenos. Hace dos años se iniciaron estudios sobre la posibilidad de obtener un compost de estos restos; lo que también aliviaría en parte el déficit de materia orgánica que tienen los suelos de la zona. De acuerdo con los resultados obtenidos, y superadas una serie de dificultades, se puso en marcha una planta piloto a nivel industrial de la que se ha obtenido un producto final de buena calidad.

Una inquietud que provoca este tipo de agricultura, desde el punto de vista medioambiental, hace referencia a la paulatina contaminación por sustancias minerales que están sufriendo los acuíferos. Según estudios realizados, parece evidente que se está abusando de los abonos, en especial de los nitrogenados, lo que determina la aparición de cantidades perjudiciales de nitritos en las aguas. Este hecho es una clara muestra de que en ocasiones los recursos no sólo no se optimizan, sino que se malgastan, e indirectamente son capaces de originar un perjuicio al entorno.

ESTRUCTURAL

La fuerte concentración de abrigos de plástico que existe en Almería ha originado multitud de problemas de carácter estructural. Dos de ellos son:

Agua

Caminos - Red viaria

Además de la contaminación que sufren los acuíferos, y a la que ya se ha hecho referencia, durante los últimos años se ha producido una sobreexplotación de los mismos, que en algunos casos tardarán bastante tiempo en recuperarse. Esta escasez de agua unida, a su progresiva salinización, está produciendo suficientes problemas en la zona, como para que ya se hayan iniciado estudios, tanto sobre la obtención de nuevas variedades que soporten mejor las condiciones salinas del agua, como sobre el manejo adecuado del fertirriego, de tal modo que se logre minimizar el efecto nocivo de la salinidad.

Uno de los efectos de la concentración tan alta de este tipo de estructuras ha sido la falta, por lo general, de una red de caminos que permitieran enlazar con facilidad y rapidez los puntos de producción y compra. No hay que olvidar que en la zona se han levantado estas estructuras incluso en riberas de ramblas o en las mismas ramblas, y que cuando aparecen las lluvias torrenciales, tan frecuentes en la zona, los caminos de tierra se convierten en ríos, que socaban su piso y originan cárcavas que lo hacen intransitable durante bastante tiempo.

Si la red de caminos dentro de la zona es insuficiente, también lo es la red viaria que pone en comunicación Almería con las provincias limítrofes. Una de las frases, que ya es famosa y que debió ser acuñada por los transportistas, es la de "Europa comienza en Murcia". Esto es un fiel reflejo de la situación actual y define la dificultad que entraña alcanzar el primer punto desde donde se puede enlazar, con vías rápidas y seguras, hacia Europa.

FUNCIONAL

No quisiera terminar esta exposición sin un pequeño comentario sobre el aspecto funcional, que está íntimamente ligado al de la Política Agraria. Lógicamente la Administración tendrá que aplicar la política que juzgue más conveniente para el Sector. Conforme con esta política, se podrán desarrollar instrumentos legales, tales como ayudas, créditos blandos o subvenciones, que dirijan esta horticultura a los objetivos previstos. Pero hay que definir muy bien estos objetivos, lo cual no es sencillo, y hay que pensar también que la política que se

utilice ha de tener la suficiente versatilidad para que se pueda ajustar rápidamente al dinamismo del Sector.

Este somero esbozo que, a través de estas líneas, he realizado de la situación de la Horticultura Protegida de la provincia de Almería, espero que haya servido para ofrecer una visión general de cuáles son los factores que están influyendo sobre ella, la mayoría de los cuales a buen seguro también tendrán su importancia en otras zonas de nuestro litoral andaluz.

TITULO: PRISMA Y DRACMA: DOS HIBRIDOS DE MAIZ, FRUTO DE UNA EXPERIMENTACION SISTEMATICA MULTILocal

AUTOR (ES): GONZALO MARTINEZ, PEDRO CHICO y ANGEL CARRASCO

CENTRO DE TRABAJO: MAICES HIBRIDOS Y SEMILLAS, S.A. (MAHISSA)

LOCALIDAD: SEVILLA, ZARAGOZA y BARCELONA

RESUMEN:

El desarrollo de nuevos productos mediante la experimentación sistemática en condiciones de cultivo similares a las del agricultor, y en un número **elevado de localidades** que incluyan diferentes ambientes, permite obtener la información adecuada para la difusión con éxito de nuevos híbridos de maíz.

PRISMA y DRACMA son dos híbridos de ciclos FAO 800 y 700, respectivamente, que en muy poco espacio de tiempo **han** logrado la confianza de los agricultores en toda **España**.

Se analizan en la ponencia los métodos y resultados de la experimentación llevada a cabo con ambos híbridos, describiendo sus principales características técnicas.

I N T R O D U C C I O N

En el primer Symposium de Semillas, celebrado en 1987, presentamos los resultados de la experimentación realizada hasta esa fecha con el híbrido PRISMA, y augurábamos que, si aquellos resultados se confirmaban a nivel de agricultor, PRISMA se iba a convertir pronto en la alternativa a los maíces mayoritariamente sembrados hasta entonces, que provenían de unos parentales muy similares, y que tenían como principal defecto la susceptibilidad a las podredumbres del tallo y, en consecuencia, al encamado o caída de la planta.

Hoy, solamente cuatro años después, podemos afirmar sin temor a equivocarnos que PRISMA ha respondido a las expectativas creadas y ha tenido una gran aceptación en el mercado, añadiéndosele además el híbrido de reciente aparición DRACMA, de ciclo ligeramente más precoz, que en su primer año de introducción mayoritaria ha logrado asimismo resultados muy satisfactorios, confirmando también los datos obtenidos en la experimentación previa.

Ambos híbridos, obtenidos en Italia en los programas de selección y mejora del grupo FUNK'S, se recibieron para su ensayo en España junto con un gran número de híbridos experimentales, y fueron sucesivamente superando las distintas fases de experimentación y desarrollo a que fueron sometidos, hasta llegar a su definitivo lanzamiento comercial al mercado.

La clave para una efectiva experimentación, que identifique los mejores productos para nuestras condiciones y reduzca los riesgos en su introducción, está en realizar dicha experimentación en condiciones lo más parecidas posible a la realidad del cultivo llevado a cabo por el agricultor. Para ello, una completa red de ensayos en bandas, desarrollada durante varios años en todas las zonas donde podría comercializarse el producto, es fundamental para conocer su adaptación a dichas zonas.

M E T O D O S D E E X P E R I M E N T A C I O N

El primer cribado que se realiza con los híbridos experimentales obtenidos cada año son los ensayos estadísticos en pequeña parcela y con repeticiones, cuya metodología es similar a la de los ensayos oficiales del Registro de Variedades Comerciales del I.N.S.P.V. Esta primera selección tiene varias fases o estadios, que se

desarrollan durante varios años, y que sólo los mejores productos superan en comparación con los testigos oficiales y los híbridos más competitivos del mercado.

Pero esta experimentación en pequeña parcela no es suficiente para tener la seguridad de que el producto responderá en el mercado, ya que los ensayos estadísticos no reflejan con total exactitud la realidad de las condiciones del cultivo a gran escala. De hecho, en este tipo de ensayos, que se efectúan normalmente en condiciones óptimas de fertilidad, puede haber efectos de bordura entre variedades debidos por ejemplo a diferencias de altura, pueden ocurrir polinizaciones cruzadas que enmascaren problemas de desfase entre las floraciones masculina y femenina o de autoincompatibilidad del polen, y puede haber interacciones genotipo-ambiente que perjudiquen o beneficien a unas variedades sobre otras.

Por todo ello, aunque sean imprescindibles los ensayos estadísticos para el registro de nuevos híbridos, y por razones de operatividad cuando se maneja un gran número de ellos, es importante que, antes del lanzamiento definitivo al mercado, los híbridos seleccionados se prueben en una amplia red de ensayos en bandas y ensayos en grandes parcelas, donde además de obtener los mismos datos que en los ensayos estadísticos, se obtenga también la valoración por parte del agricultor de los nuevos híbridos, en sus propias condiciones de cultivo.

Los ensayos en handas se siembran y recolectan con la maquinaria que habitualmente utiliza el agricultor. La parcela elemental está formada por varias filas de cada variedad, con una superficie que oscila entre 500 y 3000 m², según las dimensiones del campo. Las labores de cultivo, fertilización, riegos, etc. son las que el agricultor realiza normalmente, como si se tratara de un campo propio.

Los agricultores se eligen entre los más representativos de cada zona, y las parcelas se procura que sean homogéneas, pero con diferentes tipos de suelo y niveles de fertilidad.

El número de híbridos ensayados es lógicamente más reducido que en los ensayos estadísticos, dado el tamaño

de la parcela elemental. Se incluyen las variedades en fase de registro y los testigos generales y locales hasta un máximo de 10 por ensayo. No se hacen repeticiones sino que, a la hora de analizar los resultados, se consideran como tales las diferentes localidades de ensayo, cuyo número oscila entre 30 y 40 cada año.

Durante todo el ciclo de cultivo se toman datos de cada variedad sobre diferentes características como vigor de partida, densidad de siembra, tolerancia a plagas y enfermedades, stay-green, etc. Al mismo tiempo, se registra la valoración del agricultor sobre todas estas características en los híbridos ensayados.

El pesaje de las diferentes variedades en el momento de la recolección se realiza mediante unas planchas-báscula que se colocan en las ruedas del remolque o camión que recoge la cosecha. La precisión de estas planchas (\pm 25 Kg.) es suficiente para ensayos de maíz, donde las pesadas de cada banda son superiores a 500 kgs. (5% de error máximo), y su facilidad de transporte, rapidez de manejo y sencillez de funcionamiento muy superiores a las de otros sistemas de pesaje.

En el momento de la descarga de la cosechadora se toma una muestra de cada variedad para la determinación de la humedad a recolección y el posterior análisis de la calidad del grano.

Esta experimentación en bandas se realiza simultáneamente a los ensayos de registro durante al menos dos años, antes de la introducción de un nuevo híbrido.

Todos los datos así obtenidos se analizan estadísticamente mediante programas informáticos específicos que nos proporcionan las diferencias significativas entre variedades, lo que nos permite decidir finalmente qué variedades, entre las ensayadas, se lanzan definitivamente al mercado.

RESULTADOS DE PRISMA Y DRACMA

Los ensayos en bandas se iniciaron de una forma sistemática y en número representativo en 1985, por lo que ya disponemos para PRISMA de 7 años de resultados en este tipo de ensayos. DRACMA se empezó a ensayar en bandas en 1988, habiendo sido registrado en 1990, año

en que se inició también su comercialización.

Los resultados que presentamos en esta ponencia son los de los años 88, 89 y 90, en que ambos híbridos coincidieron en los mismos ensayos. Son un total de 111 localidades en toda España, lo que nos da una representación muy completa de las diferentes condiciones en que se cultiva maíz en nuestro país.

En los gráficos que figuran en las hojas siguientes se resumen estos resultados, en primer lugar los resultados medios en toda España, y a continuación, agrupados, los de las principales regiones en que se cultivan maíces de ciclos 700 y 800: Andalucía, Extremadura, Centro (Toledo, Madrid, Ciudad Real y Albacete), Aragón/Navarra y Cataluña.

Los valores que expresan la producción y la humedad final a recolección se dan en tanto por ciento con referencia al testigo de ciclo 700, híbrido utilizado como testigo oficial en los ensayos de registro del I.N.S.P.V. Al pie de cada gráfico figura el valor en Kg./Ha. al 14% de humedad para la producción y el % de humedad a recolección que corresponden a los índices 100 del testigo.

Se incluyen también en los gráficos los resultados del testigo de ciclo 800, variedad ampliamente difundida en su ciclo y utilizada asimismo como testigo oficial, al objeto de poder comparar las humedades finales a recolección de PRISMA y DRACMA.

La resistencia al encamado o caída de la planta se expresa con el tanto por ciento de tallos sanos, es decir, no atacados por Fusarium u otras enfermedades a nivel del entrenudo basal del tallo. Este dato se obtiene mediante conteos de plantas realizados en al menos tres sitios diferentes, elegidos al azar, dentro de la banda correspondiente a cada híbrido, en aquellas localidades que presentan variación para este carácter.

Como vemos en el gráfico resumen de los resultados de toda España, DRACMA es un 8% más productivo que el testigo 700, lo que traducido a Kg./Ha., y teniendo en cuenta que el índice 100 son 11.420 Kg./Ha., es una diferencia de casi 900 Kg./Ha., que a un precio medio de mercado de 27,50 pts./Kg., suponen en torno a 25.000 pts./Ha a favor de DRACMA, cantidad aproximadamente igual al valor de la semilla utilizada para sembrar una Ha.

Si analizamos los resultados región por región, las diferencias varían según la adaptabilidad de PRISMA, DRACMA y los testigos a las particulares condiciones de cada zona, pero se mantienen unas diferencias positivas a favor de PRISMA y DRACMA prácticamente en todas las regiones. Las mayores diferencias se obtienen en Andalucía, donde PRISMA es un 8% (950 Kg./Ha.) superior al testigo 700 en producción, y DRACMA un 12%, es decir, más de 1.400 Kg./Ha. a su favor, con unas humedades finales en torno a un punto superiores al testigo 700, pero en todo caso por debajo del 14%, por lo que no originan coste adicional alguno.

La única excepción a esta regla es el caso de PRISMA en Cataluña, región muy afectada por problemas de virosis a los que PRISMA no es especialmente tolerante, donde su producción es ligeramente inferior a la de los testigos. Por el contrario, DRACMA sí es tolerante a las virosis presentes en Cataluña, y su producción es también allí superior a las de los testigos. Esta tolerancia de DRACMA a las virosis es una de sus principales diferencias con respecto a PRISMA.

C A R A C T E R I S T I C A S T E C N I C A S

PRISMA y DRACMA son dos híbridos simples, registrados como ciclos 800 y 700, respectivamente, pero que por sus fechas de floración e integrales térmicas a madurez pueden considerarse ambos como pertenecientes a un ciclo intermedio entre los 700 y los 800, con una humedad final a recolección ligeramente inferior en DRACMA, debido a su mayor rapidez de secado en las etapas finales de pérdida de humedad del grano.

PRISMA y DRACMA presentan un buen vigor de partida, consecuencia también de una correcta producción de semilla y de un exigente control de calidad de la misma, lo que permite su siembra en condiciones de suelo difíciles y cuando éste no ha alcanzado todavía la temperatura ideal para la germinación de la semilla y el crecimiento de la plántula.

Ambos híbridos tienen como característica distintiva **hojas** muy erectas lo que permite diferenciarlos fácilmente de otros híbridos. Esta característica morfológica les hace adaptarse mejor a siembras muy densas, como las que se hacen en Andalucía, ya que se favorece la aireación en el interior de las líneas de siembra y

la captación de la radiación solar por las hojas inferiores.

Presentan PRISHA y DRACMA otra particularidad morfológica original: el hecho de enrollar precozmente las hojas antes de floración, cuando las temperaturas se elevan por encima de 25° C. Los síntomas son similares a los que manifiesta cualquier maíz sometido a estrés hídrico, y parece ser un mecanismo fisiológico de defensa contra el aumento de la evapotranspiración que se produce al elevarse las temperaturas.

Destacan los dos por su stay-green, o sea, su capacidad de permanecer la planta verde cuando la mazorca se va secando, lo que supone un mayor tiempo de llenado del grano y, por tanto, un período más largo de traslocación de elementos nutritivos acumulados en hojas y tallo al grano, que se traduce finalmente en un incremento de la cosecha.

DRACMA es particularmente bueno en calidad de tallo, como podemos comprobar en el tanto por ciento de tallos sanos que es siempre superior a los testigos en todas las regiones. Esta resistencia a la caída es una característica importante para adaptarse a altas densidades de siembra.

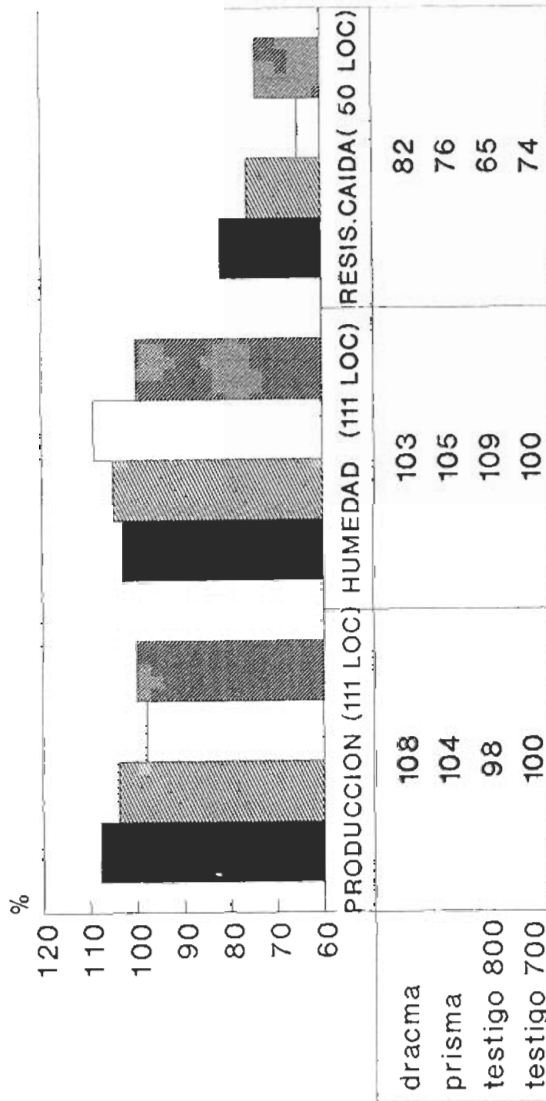
PRISHA y DRACMA tienen buena calidad del grano, con alto peso específico, baja proporción de zuro en la mazorca, y ésta se mantiene erecta en la madurez, lo que facilita la recolección.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar públicamente nuestro agradecimiento a todos los agricultores que han participado en estos ensayos, sin cuya colaboración este trabajo no hubiera sido posible, así como a Isabel Ortego y Antonio Esquivel por la elaboración de los gráficos y la cuidada mecanografía.

ESPAÑA 1988-89-90

ensayos en bandas



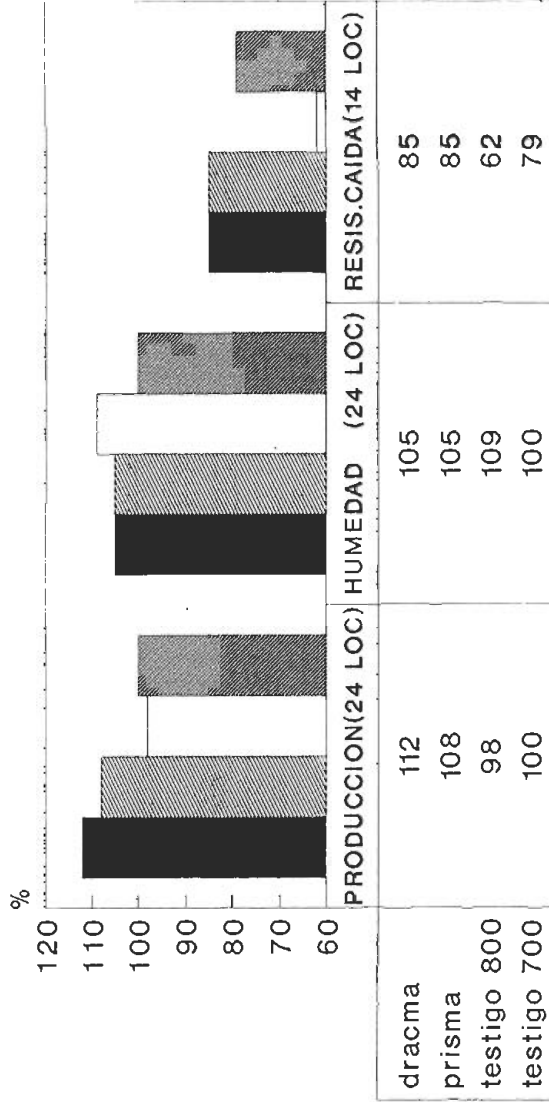
dracma
 prisma
 testigo 800
 testigo 700

PRODUCCION: 100 • 11.240 KG/HA. HUMEDAD: 100 • 18,2 % H.

RESIST. CAIDA : TALLOS SANOS

ANDALUCIA 1988-89-90

ensayos en bandas



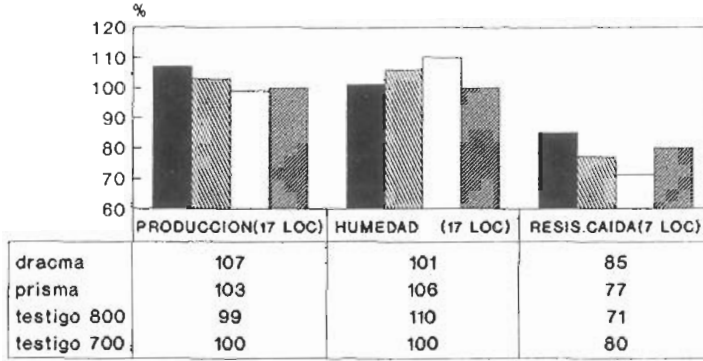
dracma
 prisma
 testigo 800
 testigo 800
 testigo 700

PRODUCCION: 100 • 11.875 KG/HA. HUMEDAD: 100 • 12,6 % H.

RESIS. CAIDA : * TALLOS SANOS

EXTREMAD.1988-89-90

ensayos en bandas

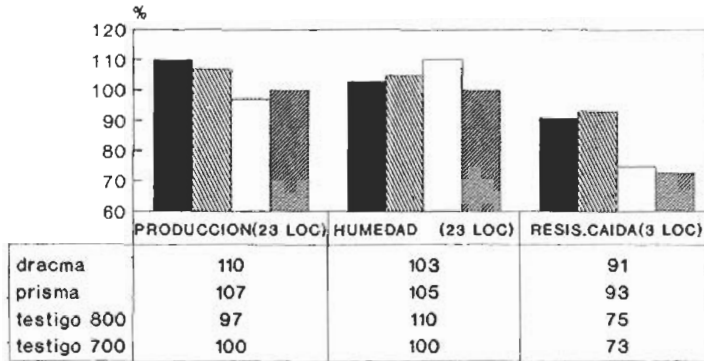


dracma
 prisma
 testigo 800
 testigo 700

PRODUCCION: 100 = 10.387 KG/HA. HUMEDAD: 100 = 15,5 % H.
 RESIST. CAIDA : % TALLOS SANOS

CENTRO 1988-89-90

ensayos en bandas

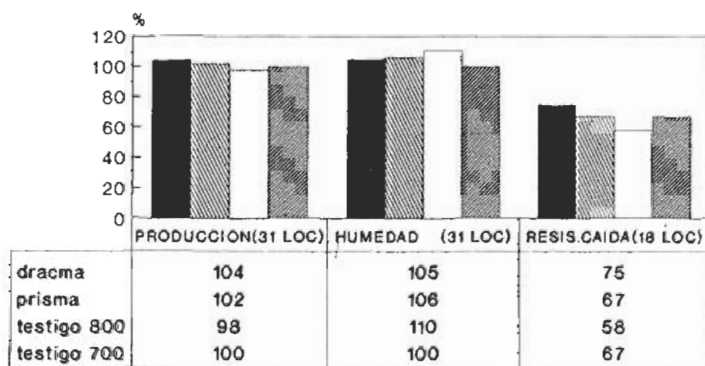


dracma
 prisma
 testigo 800
 testigo 700

PRODUCCION: 100 = 11.870 KG/HA. HUMEDAD: 100 = 19,8 % H.
 RESIST. CAIDA : % TALLOS SANOS

ARAGON/NAV.1988-89-90

ensayos en bandas

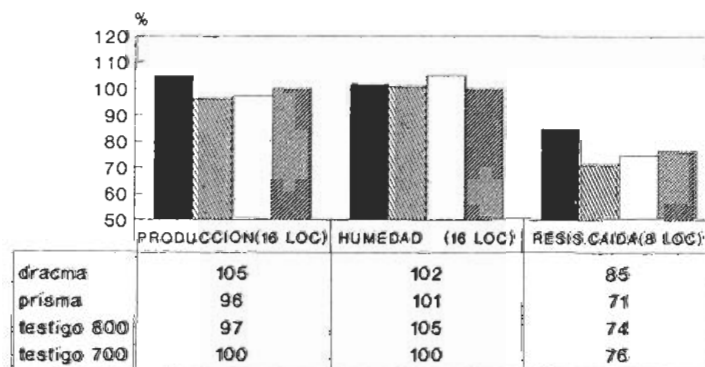


dracma
 prisma
 testigo 800
 testigo 700

PRODUCCION: 100 = 10.928 KG/HA. HUMEDAD: 100 = 20,6 % H.
RESIST. CAIDA : % TALLOS SANOS

CATALUÑA 1988-89-90

ensayos en bandas



dracma
 prisma
 testigo 800
 testigo 700

PRODUCCION: 100 = 10.899 KG/HA. HUMEDAD: 100 = 22,2 % H.
RESIST. CAIDA : % TALLOS SANOS

TITULO: FIR, EL NUEVO HIBRIDO DE MAIZ DE
CICLO 800

AUTOR (ES): J. CASERO. JEFE DE PRODUCTO MAIZ

CENTRO DE TRABAJO: SEMILLAS CARGILL, S.A.

LOCALIDAD: S E V I L L A

RESUMEN:

El objetivo de esta ponencia es la presentación de un nuevo híbrido de maíz obtenido por la investigación de CARGILL, que representa un avance en la productividad y por tanto en el beneficio neto del agricultor.

Este nuevo híbrido de maíz es FIR. De ciclo 800 y registrado en 1.991 por SEMILLAS CARGILL, S.A.

En la ponencia se presentan los datos descriptivos de la variedad así como los rendimientos medios en las diferentes zonas maiceras comparados con los ciclos 700 y 800 más sembrados.

INTRODUCCION.-

SEMILLAS CARGILL, S.A., se funda en España en 1.978 y se integra entre las múltiples empresas de semillas de CARGILL repartidas por todo el mundo. Pronto se convierte en líder de las empresas productoras de girasol exportando una importante cantidad de semillas a países vecinos como Francia, Portugal y Marruecos. Más 1.500 TM. han sido exportadas en un año a estos tres países.

La base del rápido éxito de esta empresa se centra en: productos, calidad, red de distribución y deseos de triunfo. Bajo estos mismos parámetros SEMILLAS CARGILL se fija el objetivo de trabajar en el sector de semilla híbrida de maíz. En 1.985, comenzó a presentar al Registro Español de Variedades, híbridos procedentes de otros centros de investigación de CARGILL a la vez que creaba su propio centro en Sevilla. Resultado de esta política es el haber registrado 12 híbridos de ciclos 700-800 en los últimos tres años.

Quizás sea SEMILLAS CARGILL la única empresa que está realizando investigación básica en maíz en España, desde la creación de líneas puras a la obtención de híbridos adaptados a las diferentes condiciones del país.

Otros materiales llegan de diversas procedencias a fin de complementar la gama de variedades. Los ciclos cortos son obtenidos en Francia, las características vitreas se están obteniendo a partir de material sudamericano de donde también procede el material tropical.

Como complemento a los trabajos que SEMILLAS CARGILL realiza en España, hay que contar con los laboratorios de biotecnología que el grupo mantiene en Francia y Estados Unidos en acuerdos con Universidades y entidades privadas al más alto nivel.

El cultivo del maíz en España se concentra en las zonas de regadío o en aquellas donde la pluviometría media anual permite el desarrollo rentable del cultivo. Así pues, el maíz se ha sembrado, más o menos, en proporción directa a los caudales disponibles en las distintas cuencas fluviales. La escasa dotación de algunas de ellas y el deterioro en el precio que ha sufrido este cultivo ha permitido una reducción de superficie en los últimos años. También hay que tener en cuenta los acuerdos de la Comunidad Económica Europea mediante los cuales España debería de importar un volumen aproximado de 230.000 TM. mensuales, entre maíz, sorgo y otros subproductos, con fuerte incidencia en el mercado español, siempre deficitario.

Los proyectos de la nueva Política Agrícola Común (PAC) van a afectar a cultivos como cereales y oleaginosas y, aunque desconocemos cual puede ser el grado de afección al maíz en el futuro, parece que en los próximos años su cultivo no sufrirá efectos negativos.

La media unitaria de producción de maíz en España, sube año tras años, y ello es debido a las mejores técnicas que aplica el agricultor entre las que se encuentra el uso de variedades cada vez más productivas. Hoy hablar de 17 TM de maíz por Ha., es una anécdota que tiene lugar. Hablar de producciones de 14 y 15 TM. es corriente en las zonas maiceras.

Una vez presentados los actores y el escenario, tenemos que presentar la obra: FIR, híbrido simple de maíz de ciclo 800. Estos son sus argumentos:

DESCRIPCION DE LA VARIEDAD.-

Código de investigación: SC 895

Nombre comercial: FIR

Tipo de híbrido: Simple. (A x B)

Inscripción en el registro: B.O.E. de 7 de mayo de 1.991

Integral térmica:

a floración: 850 C

a madurez : 1.580 C

Características vegetativas:

- Fir tiene un color verde claro en nascencia, soportando bien el frío, ante el que presenta un escaso cambio de color debido a la antocianina.

- No produce ahijamiento.

- Es un híbrido muy prolífico, pudiendo desarrollar dos mazorcas cuando está sembrado en densidad corecta.

- La planta tiene una altura media-alta y la inserción de mazorcas se realiza a media altura.

- El tallo es fuerte prestando resistencia a la caída.

- La hoja presenta una amplia superficie foliar de posición semi-erecta con respecto al tallo.

- La panícula es de color amarillo pálido, bien formada.

- Las sedas son abundantes de color pardo en su madurez.

- La mazorca remata bien y tiene un zuro muy fino, con una proporción de grano a zuro de un 88%, y de color blanco. Los granos forman hileras regulares en número de 18 a 20.

- El grano es de color amarillo intenso, muy largo y de inserción profunda. Tiene un elevado peso específico.

Características agronómicas:

- Gran vigor de nascencia, resistiendo bien a los frios en las siembras tempranas, las cuales se recomiendan.

- Después de nacer, ralentiza su crecimiento mientras desarrolla su sistema radicular.

- A partir de 4-5 hojas, experimenta un rápido desarrollo vegetativo cubriendo su integral térmica a floración al vez que otros ciclos 800.

- La madurez se realiza lentamente lo que le permite acumular en la mazorca sustancias nutritivas apropiadas para el completo llenado del grano y su alto peso específico.

- La resistencia a enfermedades es media-alta, destacando su comportamiento ante problemas de virosis.

- El tallo es fuerte, por lo que FIR, presenta buena resistencia a la caída.

- Es una planta que ha demostrado una gran regularidad en los últimos años, tanto por su uniformidad como por su productividad.

- Respecto a la densidad recomendada de siembra, los mejores resultados se obtienen con 75-80.000 plantas finales por Ha. Estas densidades, algo más bajas de lo normal suponen un interesante ahorro de semillas para el agricultor.

DESARROLLO DE LA VARIEDAD.-

Origen de la variedad:

FIR procede íntegramente de los programas de investigación de CARGILL USA, y ha sido desarrollada en España.

Trabajo del Dpto. de Ensayos:

El Departamento de Investigación y Ensayos, ha estudiado durante tres años las características del FIR en las zonas siguientes:

- 1.- Andalucía
- 2.- Extremadura

3.- Castilla - La Mancha

4.- Aragón

5.- Cataluña

El estudio se realizó en microparcelas, con 3 repeticiones, comparando FIR con los testigos 700-800 más sembradas en cada zona.

El número de localidades fue 21.

Las características estudiadas comparativamente con la competencia se exponen en los cuadros adjuntos.

Características más importantes de FIR respecto a los competidores:

	FIR	TESTIGOS 800	TESTIGOS 700
PRODUCCION 14%	12.803	11.932	12.053
HUMEDAD	18'8	17'1	16
DIAS A FLORACION	93	92	91
STAY GREEN	7	8	6
VIRUS	6	5	4
CARBON	7	7	8
DUREZA TALLO	7	7	7
UNIFORMIDAD	7	8	7
ALTURA PLANTA CM	258	243	250
ALTURA MAZORCA	136	126	132
ESTADO GENERAL	8	8	7

(Valoraciones: 1 muy malo; 9 muy bueno. Testigos: Variedades más sembradas.)

FIR fue presentado al INSPV en 1.989 y los resultados fueron:

	<u>Producción</u>	<u>Humedad</u>
FIR	106	22.2
Testigos 800 (Testigos oficiales)	101	21.1

Trabajo del Departamento de Desarrollo:

El Departamento de Desarrollo, cada año prueba los mejores híbridos obtenidos por el departamento de Investigación con objeto de posicionarlos en aquellas zonas donde mejor se adaptan.

FIR, ha sido estudiado en estos dos últimos años en 38 localidades.

Las zonas donde se realizaron estas pruebas, fueron las mismas que el Departamento de Investigación pero diferentes localidades, obteniéndose unos resultados muy similares.

Estas pruebas que llamamos Plataformas de Gran Cultivo (P.G.C.), son realizadas por agricultores colaboradores empleando los medios y técnicas propios de sus fincas.

Las siembras se realizaron en bandas, al azar, sometiendo a todas las variedades al mismo tratamiento.

Durante el cultivo se toman diversos datos que nos van a permitir posicionar la variedad, es decir, saber en qué zonas se adapta mejor.

Los datos que habitualmente se toman son:

- Densidad a nascencia
- Vigor
- Altura planta
- Altura mazorca
- Número de mazorcas por planta
- Posición de la mazorca
- Pedúnculo
- Anclaje
- Resistencia a la caída
- Carbón

- Virosis
- Aspecto comercial
- Stay green
- Densidad a cosecha
- Rendimiento
- Humedad
- Relación grano-zuro
- Peso específico

La recolección se realiza con la cosechadora que esté prestando los servicios en la finca. Se cosecha una superficie homogénea e igual para cada variedad y se pesa en un Testronic, que consiste en una tolva suspendida de dos puntos de balanza que nos miden electrónicamente los Kgs. cosechados.

La facilidad de autolimpieza del aparato facilita la toma de datos de una forma rápida y fiel, sin interrumpir la labor de cosecha del agricultor.

Una vez conocidos los datos y procesos realizados con la variedad a continuación, expresamos en unos cuadros los resultados finales, indicando producciones y humedades medias.

RESULTADO FIR EN ESPAÑA.-

	Producción en KG/HA al 14% de H.	Humedad a cosecha
FIR	12.803	18.8
Testigos 800	11.932	17.1
Testigos 700	12.053	16.0

RESULTADOS FIR POR ZONAS.-

	Producción en KG/HA al 14% de H.	Humedad a cosecha
<u>Andalucía</u>		
FIR	12.021	15.6
Testigos 800	11.309	14.0
Testigos 700	11.081	12.8
<u>Extremadura</u>		
FIR	13.566	18.9
Testigos 800	12.215	17.3
Testigos 700	12.610	16.1

Aragón	Producción en KG/HA al 14% de H.	Humedad a cosecha
FIR	9.614	20.9
Testigos 800	8.396	19.7
Testigos 700	8.403	18.2
Navarra		
FIR	9.302	18.8
Testigos 800	7.797	16.7
Testigos 700	8.035	16.1
Cataluña (Lérida)		
FIR	14.205	20.7
Testigos 800	14.647	19.1
Testigos 700	14.401	18.2
Castilla La Mancha (AB)		
FIR	15.010	21.3
Testigos 800	13.633	20.5
Testigos 700	14.186	19.8

Analizados todos los resultados vemos que la variedad FIR es superior en la mayoría de las localidades, con unos rendimientos del 6% al 14% más sobre los testigos de ciclos 800 y 700 más sembrados. Por ello pensamos que FIR es una variedad de presente y de futuro, que hemos desarrollado y producido íntegramente en España y que aportará mayores beneficios al agricultor.

TITULO: JUANITA, el último producto de la investigación
Pioneer [®] en maíces ciclo 700.

AUTOR (ES): Alejandro Aguilera Fdez. de Mesa
Esteban Alcalde Cazorla

CENTRO DE TRABAJO: Semillas Pioneer, S.A.

LOCALIDAD: La Rinconada (Sevilla)

RESUMEN:

La investigación de Pioneer Hi-Bred International Inc., comenzada en 1935 por Henry Wallace, su fundador y descubridor de la heterosis o vigor híbrido, proporciona al cultivador de maíz su última novedad: Juanita.

Juanita es un híbrido de ciclo FAO 700, que presenta una muy alta capacidad productiva y una gran adaptación a las condiciones de cultivo de zonas tan diferentes como La Mancha, Andalucía y Cataluña. Sus principales características son alta producción, gran vigor de nacimiento y una extraordinaria sanidad.

Se comercializará en España en 1992.

LA INVESTIGACION PIONEER

Henry Wallace, fundador y primer presidente de Pioneer Hi-Bred International Inc., fue también el descubridor de la aplicación del fenómeno genético denominado heterosis o "vigor híbrido", en maíz en 1935. Mr Wallace comprobó que cruzando dos líneas de maíz distintas se obtenía un grano que, utilizado como semilla en la siguiente campaña, proporcionaba una producción de maíz superior en más del doble a la que hubieran dado cada línea por separado: era el primer maíz híbrido.

Una vez descubierto el fenómeno el siguiente paso consistía en ponerlo al alcance del agricultor de la manera más beneficiosa posible para los intereses del propio agricultor.

De esta necesidad nació la red de ensayos de Pioneer, con el objetivo de identificar aquellos híbridos más productivos en las diferentes condiciones climáticas en que puede cultivarse el maíz en el mundo.

En España, Semillas Pioneer, S.A. tiene en 1991 160 campos de ensayo de maíz.

En esta extensa red, que comienza con ensayos de observación (200 híbridos por parcela) y acaba con ensayos "lado a lado" (2 híbridos en parcelas de 0,5 Has), se van perfilando los materiales que mejor se adaptan a cada zona maicera de la Península. Estos 160 ensayos se reparten en las 7 Delegaciones de Semillas Pioneer, S.A. en cada una de las cuales un técnico sigue el desarrollo de los ensayos y extrae de ellos las conclusiones que más se adaptan a las necesidades de cada zona.

Este es el proceso que, en su día, siguió Juanita, el nuevo híbrido de Semillas Pioneer, S.A., que está destinado a superar en adaptación y rendimiento a los mejores híbridos del mercado. Durante 5 años nuestros técnicos han estudiado el comportamiento de Juanita en España, llegando a definir las características que a continuación se reseñan y que constituyen la presentación de Juanita en España.

DESCRIPCION TECNICA (CICLO)

Juanita es un maíz híbrido simple clasificado como ciclo FAO 700 en la inscripción del INSPV.

Su integral térmica a maduración es de 1575² C, lo que le sitúa en la frontera de FAO 700 y 800.

DESCRIPCION FISICA

Juanita es un híbrido de porte medio/bajo (2,20-2,30 m de media) con altura de inserción de mazorca también baja.

El tallo de Juanita es erecto y tiene un buen grosor, lo que aumenta su capacidad de mantenerse erguido.

El sistema radicular tiene una cabellera bien desarrollada, lo que asegura un buen anclaje al terreno.

Las hojas son semiabiertas, sombrean suficientemente el suelo durante el cultivo y, por tanto, no favorecen el desarrollo de malas hierbas ni la evaporación excesiva. Su color es de un verde intenso, que mantiene hasta la cosecha, debido a su gran sanidad.

Un aspecto característico de Juanita es su penacho de color rojizo, que le hace fácilmente distinguible en el campo de la mayoría de otros híbridos, con colores de penacho más pálidos.

Las sedas son de color rojo intenso, factor éste también característico del híbrido.

Las mazorcas de Juanita son largas, no tienen apenas pedúnculo y están pegados al tallo. Están compuestos por 18-20 hileras de granos de un color amarillo intenso, debido a su alto contenido en caroteno, que les otorgan un aspecto muy atractivo, y están insertados en un zuro no grueso.

En definitiva, la planta de Juanita es fácilmente reconocible en el campo por su porte, color de penacho y color de grano, y constituye una aproximación más a las necesidades del agricultor español.

JUANITA EN LA SIEMBRA

La siembra es uno de los momentos más delicados del cultivo del maíz y es quizá, el momento en que las características de la semilla utilizada son más decisivas, sobre todo si las condiciones de siembra no son las más adecuadas, por temperatura o acondicionamiento del suelo.

En estas circunstancias adversas el vigor de nascencia es quien decide qué semilla va a superarlas y qué semilla no.

El vigor es una característica genética de cada variedad, aunque dentro de la misma variedad puede ser distinto de unas semillas (o lotes) a otros dependiendo de las condiciones de producción.

Juanita es, genéticamente, un híbrido de gran vigor de nascencia, siendo ésta, junto con su gran sanidad, las dos características más destacadas de su comportamiento.

Este gran vigor no evita, sin embargo, que Juanita sea un híbrido que manifieste claramente el efecto que sobre cualquier maíz ejercen las bajas temperaturas en el momento de la siembra: las bajas temperaturas le provocan un amarotamiento que, si bien es frecuente en cualquier híbrido de maíz, en Juanita es, podríamos decir, habitual. Este amarotamiento producido por pigmentos antocianínicos originados por el bloqueo de absorción de fósforo que suponen las bajas temperaturas, es temporal, no supone ninguna merma de cosecha y desaparece con el tiempo y las subidas de temperaturas.

El tema de densidades de siembra es siempre discutido cuando se analizan híbridos que van a ser sembrados en lugares con tantas diferencias en este aspecto del cultivo como son nuestras zonas maiceras. En Aragón, por ejemplo, se buscan densidades de planta de 60.000-70.000 plantas por Ha, mientras que en Andalucía se acercan a las 100.000 plantas/Ha, por lo que el comportamiento de los híbridos debe estar preparado para estas variaciones.

Nuestros ensayos indican que las densidades óptimas para el cultivo del maíz oscilan entre las 80.000 y las 85.000 plantas finales /Ha.

Densidades de planta por encima de estas cifras no suponen ningún incremento en la cosecha final, dados los potenciales productivos actuales de los híbridos de maíz.

Juanita es un híbrido muy versátil en este aspecto, ya que mantiene un rendimiento uniforme tanto a altas como a bajas densidades de siembra, con un mínimo de 60.000 plantas/Ha. Además, Juanita no es un híbrido muy exigente en cuanto a la uniformidad de las líneas de siembra, ya que sus plantas son capaces de compensar los fallos de siembra con una mayor producción de mazorcas o grano.

JUANITA EN LA FLORACION

Como dijimos al comienzo, Juanita es un maíz del ciclo FAO 700 a madurez. Sin embargo, a floración se comporta prácticamente como un ciclo 500. Sus 788°C de integral térmica a floración hacen que alcance ésta mucho antes, por supuesto, que cualquier otro ciclo 700 y, posiblemente, al tiempo que muchos 500. Es pues un ciclo 700, precoz a floración. En la figura 1 se comparan las unidades de calor

que necesita acumular Juanita para llegar a floración comparadas con las de otros híbridos de su mismo ciclo.

Esta precocidad permite a Juanita evitar en muchos casos los golpes de calor que tanto afectan a la polinización y, por tanto, a la producción. También favorece el reparto de riesgos cuando se siembra junto con otros maíces del mismo ciclo, ya que al ser tan diferentes las fechas de floración es menos probable que el golpe de calor, si se diera, afectara a ambos híbridos. Esta es la técnica del "híbrido paquete" recomendado por Semilla Pioneer, S.A. desde hace algunos años.

El penacho y las sedas de Juanita, de color rojizo ambos, hacen que sea en floración cuando el híbrido sea más fácilmente reconocible. El penacho produce polen abundante, que asegura una polinización uniforme.

JUANITA EN LA MADUREZ

A madurez Juanita se comporta típicamente como un híbrido FAO 700-800. Su integral térmica a madurez es de 1575°C, lo que le aproxima bastante a los 1600°C de P-3183, el híbrido testigo del ciclo 800 (ver figura 2).

Ligando este dato al de integral térmica a floración llegamos a la conclusión de que Juanita es un híbrido que seca lentamente. Las observaciones de nuestros ensayos nos han descubierto que, en realidad, solo son los últimos grados de humedad los que Juanita elimina lentamente. Es decir, que sus proceso de maduración es normal pero la última fase del secado es la que alarga su ciclo.

La mazorca de Juanita suele completar la punta en la gran mayoría de los casos, salvo cuando pueda haber algún factor climático que afecte a la polinización, siendo vistoso por su color (amarillo intenso) y brillo.

JUANITA FRENTE A ENFERMEDADES

Juanita es un híbrido producto del cruce de parentales destacados por su acusada tolerancia a diversas enfermedades. Por esto su principal característica es su gran sanidad, como lo prueba el hecho de permanecer verde hasta prácticamente la cosecha. Hoy por hoy es el híbrido de mejor sanidad de todos cuantos componen el catálogo de Semillas Pioneer, S.A.

En ensayos realizados en España, Italia y Estados Unidos se ha podido comprobar una excelente tolerancia de Juanita a enfermedades tan diferentes como:

- Marchitez bacteriana de Goss
- Mildiu del maíz
- Fusariosis
- Virosis

De todas ellas es el fusarium el que más afecta a nuestros cultivos en España, provocando la tan temida caída de la planta.

Juanita es muy tolerante a fusarium, pero por si ello no fuera bastante, el hecho de que su porte sea bajo, que su mazorca también se sitúe en posición baja y que su sistema radicular le asegure un excelente anclaje colaboran a mantener una planta erguida, aún en los casos más difíciles.

En cuanto a virosis, nuestros ensayos específicos sobre este tema en Lérida, Gerona, y el Valle del Guadalquivir nos han confirmado que se trata de un híbrido con buena tolerancia a la infección, y cuya producción no se ve afectada de manera significativa por esta causa.

En suma, Juanita se presenta como uno de los híbridos de mayor garantía en el aspecto fitopatológico del catálogo español.

JUANITA FRENTE A LAS PLAGAS

Aunque nuestros ensayos en España no nos han aportado datos muy concretos sobre este tema, informaciones recibidas de nuestra red de investigación en Estados Unidos afirman que Juanita no presenta una especial tolerancia al ataque de taladros (Sesamia y Pirausta), aunque esto no debe considerarse como debilidad, ya que los daños de estos noctuidos no son apreciables en las siembras de ciclos largos.

Tampoco presenta Juanita una especial tolerancia a araña roja. Su comportamiento ante esta plaga es el habitual de cualquier otro maíz.

JUANITA EN LA COSECHA

Estimar visualmente la producción en Kilos de Juanita antes de cosechar casi siempre conduce a error, ya que el peso

específico de su grano es superior al de los híbridos más comunmente utilizados.

Es por eso que Juanita suele deparar la sorpresa de alcanzar una producción superior a la que el agricultor pueda calcular basándose en su experiencia con otros híbridos de maíz.

En la figura 3 se incluyen los resultados medios de producción en nuestros ensayos de 1988, 89 y 90, en Andalucía, Cataluña, Valle del Ebro y Zona Centro (Albacete, Ciudad Real y Valle del Tajo).

Como se puede comprobar Juanita da sus mejores resultados en el Centro, Andalucía y Cataluña. El comportamiento en el Ebro es más variable, así como en Extremadura, cuyos datos no se incluyen.

El potencial de producción de Juanita ha superado los 17.000 Kgs/Ha en dos ensayos en bandas en 1990 en Manzanares (Ciudad Real) y El Salobral (Albacete).

En ensayos comerciales "lado a lado" (realizados por agricultores) Juanita superó los 15.000 Kgs/Ha en Andujar (Jaen).

De esta manera hemos podido comprobar hasta donde puede llegar el rendimiento de Juanita cuando las condiciones de cultivo son adecuadas.

La humedad de cosecha, como ya se ha escrito antes, es la correspondiente a un 700 medio, pudiendo ser algo superior según las condiciones climáticas.

Hay que destacar también en este momento la gran resistencia de Juanita a la caída de mazorca, con lo que es capaz de mantenerse en el terreno, una vez seco, sin riesgo de pérdida de producción por aquel motivo.

Juanita llega a la cosecha con un color de planta que hace patente la gran sanidad de este híbrido, que por vigor, resistencia a enfermedades y, producción está llamado a ser el líder de los maíces híbridos españoles.

U.C.A. FLORACION

COMPARACION CICLO 700

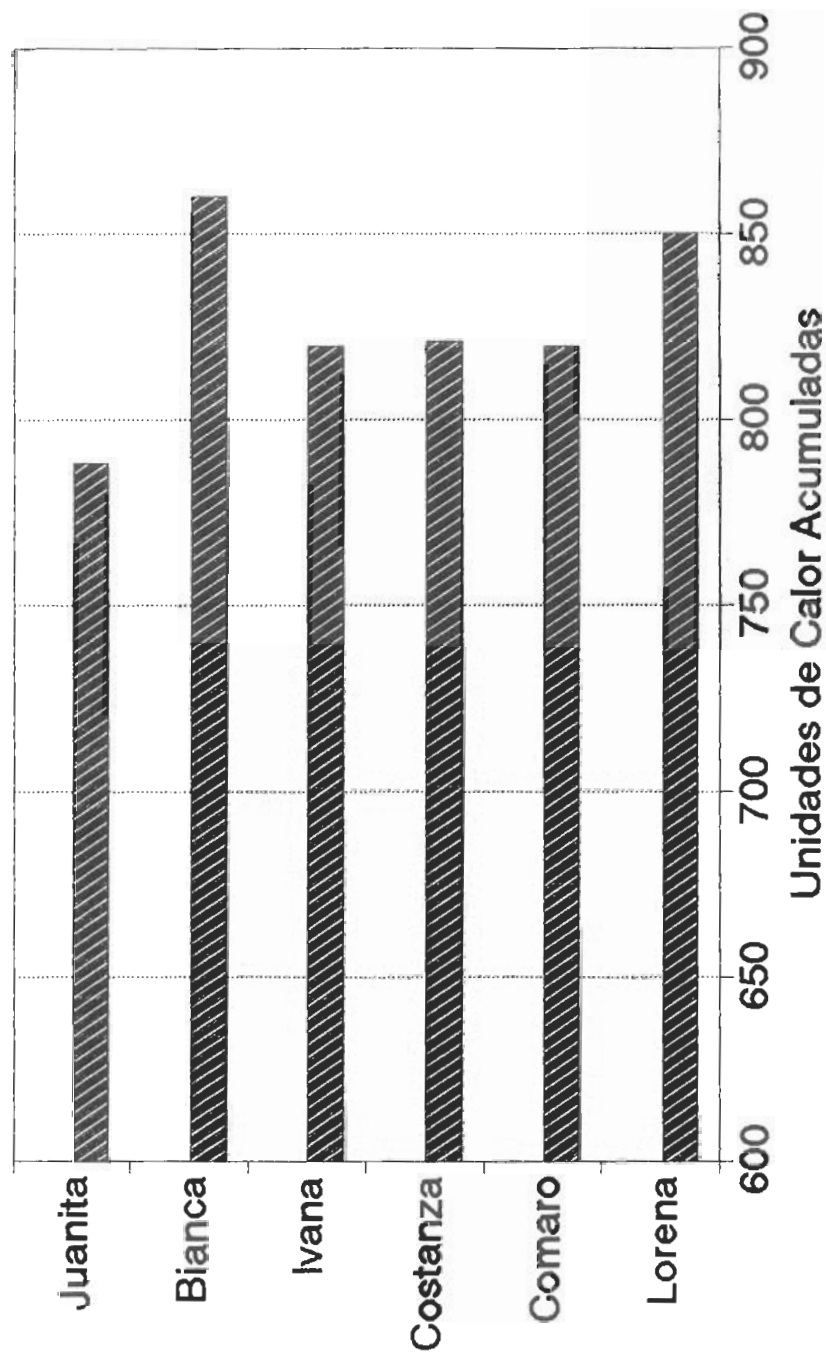


Fig. 1

U.C.A. MADURACION

COMPARACION CICLO 700

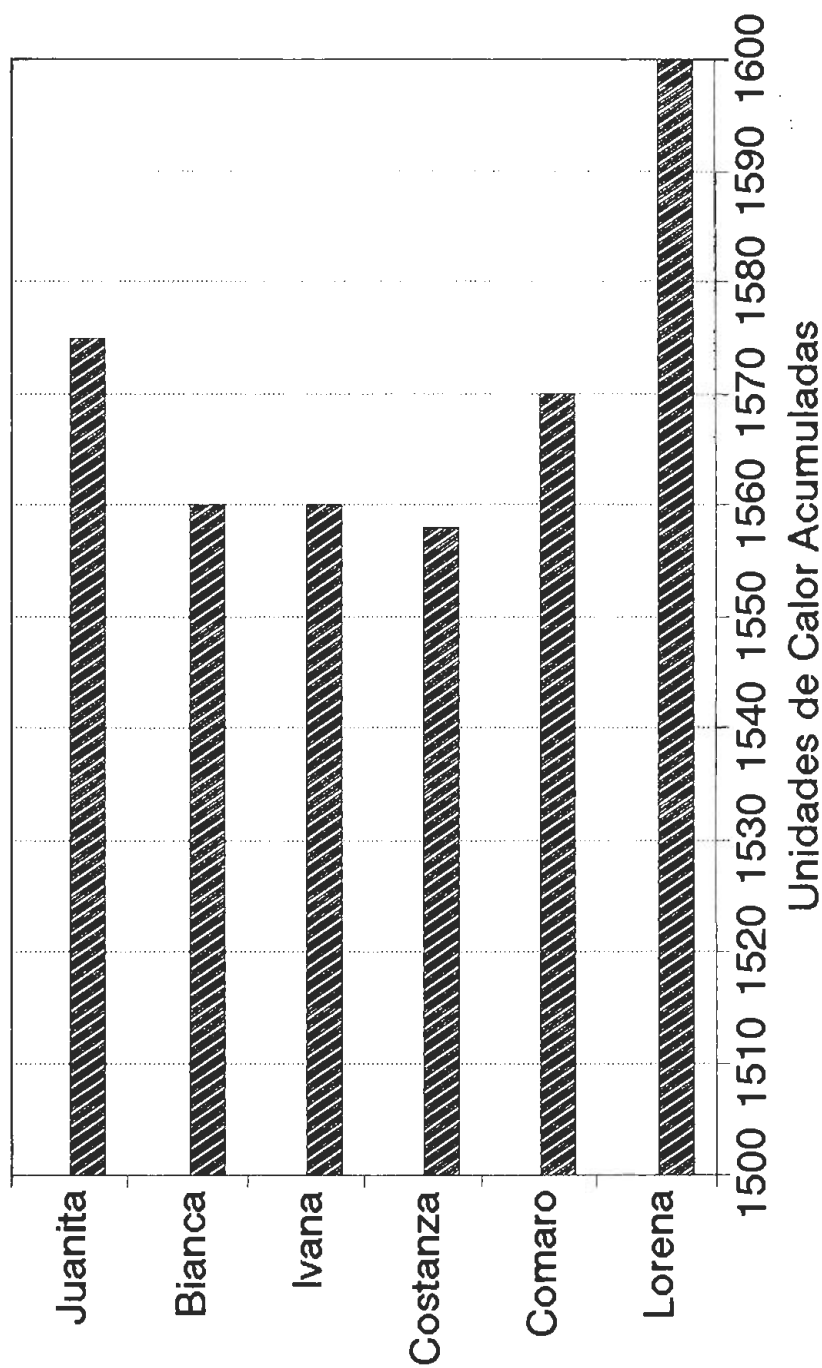


Fig. 2

Historia de la producción de JUANITA por zonas

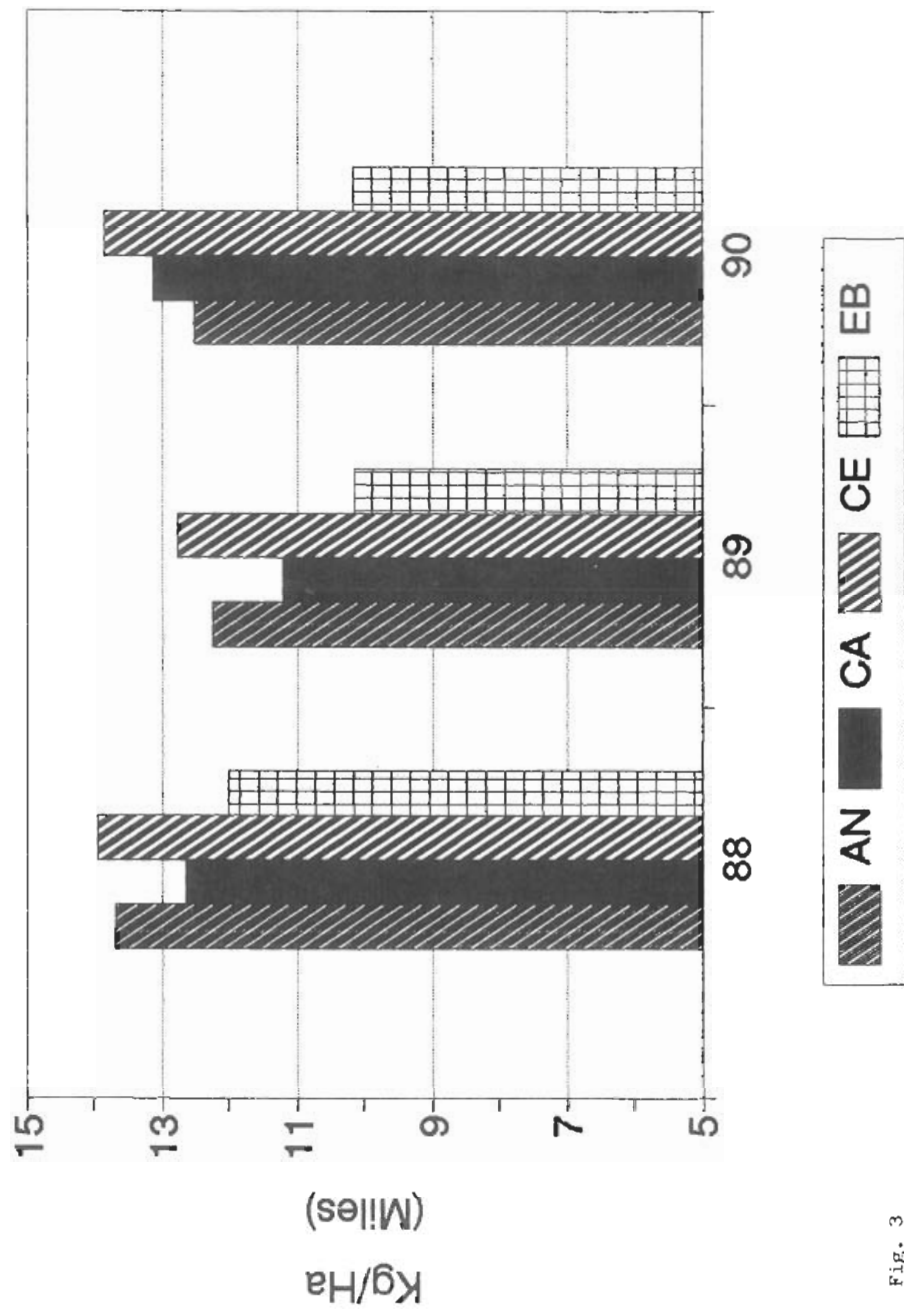


Fig. 3

TITULO: CORIO. Un Maiz hacia la Cima.

AUTOR (ES): Felipe Rey Montero y José Antonio Conde Gutiérrez

CENTRO DE TRABAJO: Complejo Asgrow Semillas, S.A.

LOCALIDAD: Sevilla

RESUMEN: El objetivo de esta Ponencia-Comunicación, no es otro que el de presentar de forma sucinta la variedad de Maiz Corio (ciclo 700/800). En la certeza de que aporta diferencias significativas sobre los existentes y que esta diferenciación cubre unas necesidades que el sector está demandando.

Todos los datos aportados relativos a Ensayos, Características Técnicas y Juicios de Valor, han sido obtenidos por el Departamento de Investigación, Mejora y Desarrollo de Complejo Asgrow Semillas, S.A.

INTRODUCCION:

Complejo Asgrow Semillas S.A. es una compañía que forma parte de la Multinacional Americana Asgrow Seed Company, por la cual está participada.

Asgrow Seed Company, es una de las mayores compañías de Investigación, Producción y Comercialización de semillas en más de 60 países de los cinco Continentes.

Su estructura está dividida en dos Secciones:

Semillas de Agronómicas que comprenden: Soja, Maiz, Sorgo, Girasol y Alfalfa.

Semillas de Hortícolas que comprenden más de 550 variedades de 31 diferentes especies.

Asgrow Seed Company, dispone de 23 Estaciones Agronómicas de Investigación (incluyendo 15 en U.S.A. y otras en Puerto Rico, Argentina, Francia, Italia, México y España).

Además de:

14 Centros de Evaluación de Hortícolas (incluyendo 8 en U.S.A., y otras en Brasil, Francia, Italia Holanda y España)

16 Centros de Producción de Semillas de Agronómicas (incluyendo 10 en U.S.A., y otras en Argentina, Francia, Italia, México, Turquía y España)

12 Centros de Producción de Semillas de Hortícolas (incluyendo 6 en U.S.A., y otras en Brasil, Chile, Italia, Nueva Zelanda, Tailandia y Holanda)

Entre las recientes adquisiciones de Asgrow se encuentran:

Bruinsma Seeds. Líder en Holanda de diversas especies de Hortícolas.

Genecorp Inc. Con sede en U.S.A. basada en la Investigación y Producción de Lechuga.

Asgrow pertenece a THE UPJOHN COMPANY. Empresa Multinacional dedicada fundamentalmente a Productos farmacéuticos y Semillas. Su sede central se encuentra en Kalamazoo (Michigan).

Fundada en 1886, Upjohn tiene subsidiarias en 35 países con 18.500 empleados.

La división Agrícola de Upjohn, en la que Asgrow Seed Company está integrada, se encuentra dentro de las 3 más importantes Empresas de todo el Mundo, con más de 2.000 empleados trabajando para esta división.

Complejo Agrow Semillas en su división de Agronómicas y dentro de la especie MAIZ ha dirigido su investigación hacia la línea de productos que más satisfacciones produciría al agricultor español: Altas producciones, Regularidad y Extrema Sanidad.

Todo este trabajo a fructificado en una completa línea de maíces desde ciclos 300 a 800, que conforman el Catálogo más completo del Mercado Europeo de Maíz.

SITUACION MAICERA ESPANOLA.

Con el fin de poder hacer un análisis de la situación pero sin entrar en una excesiva estadística, podríamos comentar que en superficie cultivada encontramos alrededor de las 480.000 Has. de las cuales 130.000 pertenecen a Galicia y el resto por lo tanto podemos considerarlo Maíz-Riego.

Esta superficie ha generado unas 3.040.000 Tm. de grano, lo que supone unos rendimientos medios de 6.300 Kg/Ha. en la totalidad.

Que duda cabe que estos rendimientos aumentan en las Zonas Maiceras intensivas: Valle del Guadalquivir, Albacete, Badajoz, Valle medio del Ebro, etc.

La tendencia de todas las zonas puntas en Maíz han ido comenzando a decantarse hacia híbridos 700 a 800, a fin de aprovechar el máximo potencial posible dentro del ciclo que cada región permite, así como a la búsqueda de Híbridos con mayor sanidad y regularidad.

CARACTERISTICAS DE CORIO.-

Inscrita en el Registro de Variedades de Maíz con fecha 6 de Julio de 1.990

Variedad ciclo 700/800

Integral Térmica al 30% de Humedad 2.293° C

Altísimo vigor de Nascencia

Planta de color verde intenso, con hoja semierecta

Talla alta

Altura de la mazorca media

Mazorca media-larga, con corto pedúnculo que hacen que la mazorca permanezca erecta en el momento de la cosecha

Rendimiento peso Mazorca/Grano, más o menos el 85%

Magnífica resistencia a Fusarium

Excepcional tolerancia a Araña-Roja

Estas dos últimas cualidades le confieren un nivel de sanidad, junto con la variedad Vandy, única en el Mercado

Admite altas densidades de siembra (100.000 plantas a cosecha)

ENSAYOS.-

Todos los ensayos están referidos a los años 89 y 90, ya que en el momento de la elaboración de la ponencia solo algunos de los ensayos de Andalucía han sido cosechados.

Los datos obtenidos son la media de 18 ensayos elaborados en todo el territorio nacional, y sirviendo como testigos los dos híbridos más vendidos en la actualidad y que a su vez son testigos oficiales en los ensayos de inscripción de I.N.S.P.V.

Los datos obtenidos han sido:

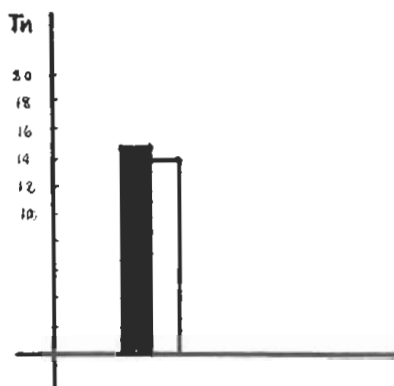
MEDIAS NACIONALES

PRODUCCION

Corio 14,36 Tm.
Testigos 13,73 Tm.



Representa un 104,5 %

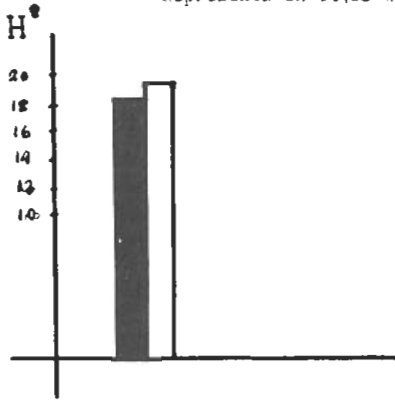


HUMEDAD

Corio 18,36 %
Testigos 19,10 %



Representa un 96,12 %

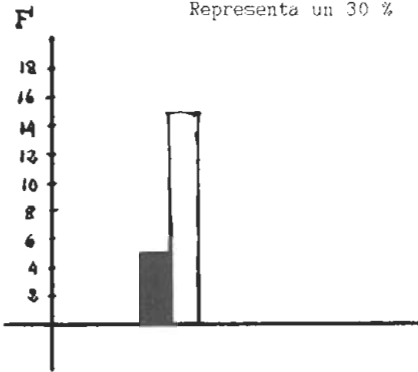


FUSARIUM

Corio 4,64 %
Testigos 15,35 %



Representa un 30 %



Los resultados por zonas ensayadas han sido:

Andalucía (Valle del Guadalquivir)

	Tm/ha.	Hdad.	Fusarium
CORIO	15,33	16,07	5,61 %
Testigos	14,58	15,70	17,81 %
105,1 % Sobre Testigos			

Aragón

CORIO	13,71	21,64	0,73 %
Testigos	12,74	21,60	8,67 %
107,6 % Sobre Testigos			

Castilla La Mancha

CORIO	15,89	21,56	10,60 %
Testigos	15,53	22,45	18,90 %
102,3 % Sobre Testigos			

Extremadura

CORIO	13,24	16,58	5,01 %
Testigos	13,00	18,15	17,68 %
101,8 Sobre Testigos			

Estos resultados son reafirmados por los obtenidos en las diferentes Comunidades Autónomas en donde se han realizado en ensayos con estos híbridos, en 1.990.

ANDALUCIA (Valle del Guadalquivir)

CORIO	14,72 Tm/ha.
Testigos	14,32 Tm/ha.

obteniendo CORIO 102,79 % sobre dichos testigos

ARAGON

CORIO 11,63 Tm/ha.
 Testigo 11,08 Tm/ha.

CORIO 104,96 % sobre la única variedad de los testigos sembrada.

CASTILLA LA MANCHA

CORIO 13,87 Tm/ha. 22,71 % de Humedad
 Testigos 13,94 Tm/ha. 23,30 % de Humedad

CORIO 99,5 % sobre testigos

NAVARRA (ITGC)

CORIO 13,19 Tm/ha. 25,20 % de Humedad
 Testigos 12,80 Tm/ha. 26,65 % de Humedad

Con el fin de estudiar el comportamiento de estos híbridos a diferentes densidades de población y su respuesta bajo diferentes sistemas de cultivo, se han planificado en 1.989 y 1.990 una serie de ensayos utilizando 80, 90, 100 y 110.000 Plantas por Ha., con los siguientes resultados:

	80	90	100	110
CORIO	14,65	14,90	14,69	15,09
Testigos	13,99	14,12	13,96	14,47

así como el siguiente % de plantas afectadas por Fusarium

	80	90	100	110
CORIO	5,74	5,61	9,21	11,6
Testigos	16,80	17,68	18,45	21,28

CONCLUSIONES

A tenor de los datos, observamos que la productividad de Corio es superior a la media de los Testigos 800 en un 5 %, porcentaje realmente importante y que colocan a CORIO dentro de los híbridos más productivos del mercado.

Con respecto a la resistencia a *Fusarium*, 30 % sobre los testigos, supone tener una sanidad extraordinaria, que se traduce en un nivel de encamado prácticamente nulo, y que sin lugar a dudas representa el híbrido con mayor sanidad del Mercado.

Asimismo, debemos de resaltar la tolerancia a Araña-Roja. Esta tolerancia cuya observación no ha sido de forma empírica sino visual, nos impide por tanto el cuantificar su porcentaje con respecto a los testigos, pero habida cuenta la diferencia en color tan significativa y la pérdidas que este ácaro ocasiona al Maíz en toda España, nuestro equipo de Desarrollo ha añadido este parámetro más de observación dentro del protocolo de Ensayos para la próxima Campaña.

Por todo lo actualmente reseñado, estamos seguros que CORIO tiene todo lo que en este momento se le puede pedir a un gran maíz, y al igual que todos los agricultores que en 1991 lo han probado, le aseguramos un éxito total.

Su gran vigor de nascencia, le permite responder perfectamente en siembras tempranas y zonas con temperaturas límites en la nascencia del Maíz.

Y por todo lo reseñado, estamos seguros de que en CORIO se puede encontrar todo lo que técnicos y Agricultores pueden en este momento pedir a una variedad de Maíz de Éxito.

TITULO: CONSIDERACIONES SOBRE LA SEMILLA DE ALGODON PARA
SIEMBRA EN ESPAÑA.

AUTOR (ES): EDUARDO BELTRAN PEREZ TORRES

CENTRO DE TRABAJO: EUROSEMILLAS

LOCALIDAD: CORDOBA

RESUMEN:

Poder disponer de semilla de algodón de siembra de calidad, a un precio razonable, ha sido una de las mayores aspiraciones de los agricultores españoles. Este trabajo trata de exponer la manera de proceder y los controles que se deben realizar para producir semilla de calidad, así como dar una visión de la semilla comercializada en España.

CONSIDERACIONES SOBRE LA SEMILLA DE ALGODÓN PARA SIEMBRA EN ESPAÑA.

La Península Ibérica es una zona casi marginal para el cultivo de algodón ya que éste se siembra en condiciones de temperatura y pluviometría no propicias para una buena implantación y, además, se recolecta con el principal enemigo de la fibra y de la semilla de siembra: la lluvia con temperaturas moderadas.

Los agricultores conocen que la nacencia temprana, vigorosa y uniforme de una parcela de algodón es una de las principales condiciones para obtener una buena cosecha. Los fallos de nacencia pueden ser debidos a muchas causas, entre las que destacan:

- sembradora mal regulada o que rompa semilla
- cama de siembra mal preparada o semilla deficientemente colocada en ésta.
- bajas temperaturas del suelo
- humedad del suelo excesiva o deficiente
- costras provocadas por lluvias o riegos
- suelos sódicos
- temperaturas excesivas en las siembras con acolchado mal aireadas
- daños químicos o fisiológicos producidos por herbicidas, insecticidas o fungicidas fitotóxicos para el algodón
- condiciones meteorológicas adversas: viento fuerte, granizo o heladas
- microorganismos e insectos del suelo
- baja calidad de la semilla debido a poca germinación, vigor deficiente o a la interacción de ambos factores.

La calidad de la semilla viene determinada por la pureza varietal y específica, la uniformidad, las condiciones sanitarias, la germinación y el vigor. Una semilla con buena germinación, pero con vigor deficiente, puede dar una buena nacencia cuando las condiciones ambientales son favorables, pero pueden dar problemas en siembras realizadas en condiciones adversas, sobre todo en siembras tempranas.

Obtener semilla de algodón de alta calidad ha sido una continua preocupación en todos los países productores. Este ha sido compartido por agricultores, productores de semilla, investigadores e incluso por algunos gobiernos, debido a las importantes repercusiones económicas producidas por la falta de semilla de calidad.

Las mayores dificultades para obtener semilla de calidad se deben a tres causas:

- 19) El algodónero es una planta arbustiva de clima subtropical, que no necesita de la semilla para su supervivencia. Además el crecimiento de esta planta es indeterminado por lo que la maduración de la semilla se produce lentamente y en condiciones normalmente no favorables.
- 20) La planta y la semilla tienen que soportar un gran número de técnicas o procesos antes de que estén listas para comercializarse.
- 30) Entre casi todos los desmotadores la semilla está considerada como un subproducto respecto a la fibra.

La calidad de la semilla de algodón se puede afectar por muchos factores antes, durante y después de la recolección así como en el centro de selección. En estas cuatro fases los factores más relevantes a controlar o vigilar son:

a) Antes de la recolección

- variedad a emplear: ciclo, porte... etc
- semilla para siembra: pureza varietal, germinación, vigor...
- agricultor y explotación donde se va a multiplicar: zona, tipo de riego, suelo, aislamiento, plásticos...
- infecciones por microorganismos o daño directo de insectos
- factores químicos o fisiológicos producidos por herbicidas, insecticidas, reguladores de crecimiento, defoliantes, abridores de cápsula, etc.
- condiciones adversas: stress hídrico o heladas durante la fase de llenado o maduración de la semilla y lluvias o humedad relativa muy alta, desde la apertura de la cápsula a la recolección.

b) Durante la recolección

- tipo de recolección: manual o mecánica
- regulación y ajuste tanto de los husillos como de los ventiladores de la cosechadora
- desfoliado del algodón y presencia de malas hierbas
- humedad de la semilla y de la fibra
- cantidad de agua aplicada por la cosechadora

c) Después de la recolección

- humedad y prensado de módulos, camiones o sacos
- tiempo de almacenamiento del módulo o camión en el campo y en la factoría.
- tiempo y altura de almacenamiento del algodón en la factoría.
- forma de alimentación de la planta desmotadora de algodón

- regulación y ajuste de los equipos de limpieza, secado y sobre todo de la presión de la almohadilla de la caja desmotadora
- temperatura de la semilla recién producida, enfriado y aireación durante el almacenamiento posterior

d) En el centro de selección

- Manipulación de la semilla sin desborrar
- temperatura y pH en el desbarrado químico o roturas durante el desbarrado mecánico
- porcentaje de semillas inmaduras o con gusano rosado
- fitotoxicidad de los insecticidas y fungicidas empleados en el tratamiento de la semilla y control de la dosis de agua y fitosanitarios
- condiciones de almacenamiento antes y durante la distribución al mercado.
- almacenamiento y manejo por parte del agricultor

La mayoría de estos factores se pueden controlar relativamente bien, si las condiciones atmosféricas no son muy desfavorables. Quizás el mayor problema reside en convencer al agricultor de que el algodón del que se va a obtener semilla tiene que recogerse muy seco (7-10 %), por lo tanto, tiene que esperar unos días más para empezar a cosechar y que el número de horas de recolección al día también debe ser reducido.

A pesar de haber cuidado las condiciones indicadas anteriormente, es necesario realizar unos controles, a ser posible rápidos y en los momentos claves, para decidir si las diferentes partidas se pueden emplear o no para la obtención de semilla. A continuación indicaremos cuándo y cómo pensamos que se deben realizar estos controles:

a) En el campo:

- comprobar la pureza varietal, tiene que cumplir las normas de la C.E.E. para su certificación
- control de humedad, no recolectar muy temprano ni de noche, pues aunque la semilla esté seca, puede deteriorarse por el efecto del rocío cuando se prensa el algodón.

b) A la llegada del algodón de la parcela de multiplicación a la desmotadora:

- Control de la temperatura del algodón. Ésta no puede ser mayor de 55°C. Si hay más de 45°C hay que vaciar el camión y airear inmediatamente.
- Control de la humedad del algodón. La manera de actuar es muy distinta según el porcentaje de humedad.
Si la humedad del algodón es de más del 11% no se

debe emplear para semilla salvo que sea estrictamente necesario.

En este caso hay que desmotar antes de dos días, enfriar y secar la semilla (7-8 %) obtenida antes de dos días.

Si la humedad está entre 9 y 11% se puede almacenar entre 10 y 4 días, respectivamente. Hay que enfriar y secar la semilla (7-8 %) antes de cuatro días.

Si tiene menos del 9%, el algodón se puede almacenar 20 días y no hay que enfriar ni secar la semilla, aunque sea aconsejable.

- Control de daños mecánicos y de semilla inmadura. No es necesario hacerlo en todos los camiones pero si en cada cosechadora y parcela. Se separa la semilla de 1 Kg. de algodón con una desmotadora de experiencias. La semilla resultante se desborra con ácido sulfúrico y se hace el porcentaje de semillas rotas, que no debe ser superior al 8%, y de semillas inmaduras, que no debe ser superior al 20% para que el desborrado resulte económico.

c) Salida de la semilla del desmotado.

- Control de temperatura. No debe ser de más de 50°C después de 15 minutos.
- Control de humedad. Si ésta es de más del 9% hay que secar.
- Control de daños mecánicos. El porcentaje de semillas dañadas una vez desborrado con ácido sulfúrico no debe ser superior al 15%.
- Control del deterioro de la semilla. Este control se realiza seccionando transversalmente 200 semillas y observando que su color sea blanco cremoso. Si más del 15% presenta un color marrón o verdoso hay que desechar la partida pues, aunque tenga buena germinación el vigor será deficiente.

d) Antes del desborrado químico

Antes de ser desborrada, la semilla ha permanecido almacenada durante un periodo que, normalmente, va desde unos meses hasta varios años. Si la semilla ha estado en un almacén idóneo, ha sido tratada con insecticidas y fungicidas y se ha aireado y enfriado durante los meses de Julio y Agosto puede tener una buena calidad después de 8 años de almacenamiento. Antes del desborrado hay que realizar los siguientes controles:

- Control de humedad
- Control visual del deterioro mediante seccionamiento
- Control del deterioro mediante la valoración de ácidos grasos libres. Si el porcentaje supera el 1% hay que desechar la partida.

- Análisis de presencia de *Aspergillus flavus* que se realiza por radiaciones ultravioletas. Este control sólo debe realizarse si se aprecia calentamiento u oscurecimiento de la borra en una partida de semilla que se haya almacenado con menos de un 8% de humedad. Si la presencia de este hongo afecta a más del 15% de la semilla la partida debe ser desechada.
- Análisis de germinación. Al realizar estos análisis hay que tener en cuenta que la semilla de algodón puede presentar dormancia que, aunque normalmente desaparece a los pocos días, hay casos en que a los 2 meses aún no ha desaparecido totalmente.

e) Después del desbarrado químico y selección

- Control de semillas inmaduras, que no deben ser más del 10% del total.
- Control de semillas de baja densidad, no inmaduras. Estas semillas normalmente están infectadas por microorganismos y se pueden eliminar relativamente bien con la mesa densimétrica.
- Control del pH, que debe estar entre 5 y 7.
- Análisis de germinación y vigor. En esta fase, la germinación debe ser del 80% y el vigor aceptable.

f) Antes de la comercialización

Desde que se produce el desbarrado hasta que se comercializa la semilla pueden transcurrir desde 25 días a varios años. En esta fase se deben realizar los siguientes controles:

- Análisis de germinación y vigor
- Control de insecticidas y fungicidas
- Control de la humedad de la semilla
- Vigilar el aspecto de la semilla
- Control de envases

g) Desde la siembra de la semilla hasta la implantación del cultivo

Hay que controlar el comportamiento de la semilla en campo mediante el seguimiento periódico de las parcelas tipo.

Durante las últimas ocho campañas en la factoría de Eurosemillas se han desbarrado con ácido seco más de 29.000 Tm. de semillas que fueron sometidas a la mayor parte de los controles mencionados anteriormente. Esta semilla procedía tanto de las desmotadoras de la propia empresa como de otras 11 desmotadoras.

Se han realizado 4.586 análisis de germinación de semilla con borra destinada a siembra y 31.476 análisis de semilla

desbarrada con ácido clorhídrico antes de ser tratada con insecticida y fungicida. La sistemática empleada ha sido: para la semilla con borra, remojo de cuatro horas y cuatro días en estufa a 29°C y, para la semilla desbarrada con ácido, tres días en estufa a 29°C. En ambos casos se ha realizado un único conteo de plantas normales que tenían más de 2 cm. de raíz.

Según el porcentaje de germinación se han confeccionado 4 grupos: más del 90% de germinación, entre 85-90%, 80-85% y menos del 80%. Los resultados obtenidos de los 4.586 análisis de semilla con borra y los 31.476 análisis de semilla desbarrada han sido:

% GERMINACIÓN	% ANALISIS CON BORRA	% ANALISIS SIN BORRA
+ 90%	11%	26%
85-90%	18%	29%
80-85%	51%	39%
- 80%	20%	6%

De estos datos se pueden deducir las siguientes conclusiones:

- 1) Los productores de semilla y desmotadores españoles son capaces de obtener semilla de alta calidad a pesar de que en otros países la obtención de semilla se solucina con una pequeña compensación económica. En España es mucho más difícil dado el especial sistema que hay en la C.E.E. para la subvención de este cultivo. Tal vez en años venideros, si se implanta un sistema parecido al propuesto para los cultivos oleaginosos, estas dificultades se irán minimizando, pues en las condiciones actuales no se puede pretender mejorar la calidad de la semilla a costa de pérdidas importantes de producción, rendimiento en fibra ó calidad de ésta.
- 2) El desbarrado con ácido clorhídrico gaseoso es un procedimiento muy seguro y, combinado con la mesa densimétrica, aumenta la germinación de la mayoría de los lotes. Para conseguir esto la semilla para desbarrar tiene que estar muy seca, no puede estar fisiológicamente deteriorada ni presentar daños mecánicos graves ya que, si se dan estas circunstancias, la germinación no se puede mejorar por no encontrarse diferencias de densidad ni tamaño.
- 3) La semilla desbarrada germina mucho más rápidamente que la semilla con borra previamente remojada.
- 4) Aún hay algunas partidas con germinación deficiente (menos del 80%). Aunque más de la mitad de las partidas

corresponden a la campaña 1988 en que, debido al aumento de la superficie y a la falta de semilla de calidad, la C.E.E. permitió certificar con menos del 80% de germinación.

En cuanto a la semilla de importación, que tiene una gran aceptación entre los agricultores españoles, tenemos que decir que no ha sido excesivamente buena en las últimas campañas. De las 749 muestras, de las variedades más usuales, analizadas durante los últimos 4 años, siguiendo el mismo criterio que para la semilla desbarrada, han presentado los siguientes resultados: con más del 90% de germinación se obtuvieron el 14% de los lotes, entre 85 y 90% de germinación el 21%, entre el 80-85% de germinación el 51% y con menos del 80% de germinación se obtuvieron el 14% de los lotes. Estos resultados indican que, al menos en los últimos años, la calidad de la semilla de producción y procesado en España es de igual o mejor calidad que la semilla de importación.

TITULO: LAS VARIEDADES DE ALGODON COKER EN LA PRODUCCION DE ALGODON ESPAÑOL

AUTOR (ES): DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION DE ALGODON DE COPSA
Henry W. Webb-J.M. Sequeiros-Manuel Falcon

CENTRO DE TRABAJO: COPSA (COMPAÑIA PRODUCTORA DE SEMILLAS ALGODONERAS SELECTAS, S.A.)

LOCALIDAD: SEVILLA

RESUMEN:

Desde el año 1960 en el que se introdujeron las primeras variedades COKER en España, y gracias a la estrecha colaboración de COPSA con la Compañía Coker's de USA, desarrollados a través de numerosos estudios y ensayos del material genético de COKER por todas las zonas de producción de Algodón español, se puede afirmar que el gran desarrollo tanto técnico como productivo del cultivo del Algodón en España ha ido de la mano de las variedades COKER.

España y los agricultores españoles, sembrando las variedades COKER, consiguieron situar con sus producciones al país en los tres primeros puestos del ranking mundial en producción de KILOS DE ALGODON BRUTO POR HECTAREA.

COKER 100, COKER 100 WILT, COKER CAROLINA QUEEN, COKER 201, COKER 310, COKER 304, COKER 208, COKER 315, y las nuevas variedades COKER 130 y COKER 320 próximas a salir al mercado demuestran el gran recorrido y el trabajo desarrollado por COPSA con las variedades de Algodón COKER en España.

LAS VARIETADES DE ALGODON COKER EN LA PRODUCCION
DE ALGODON ESPAÑOL: (RESUMEN)

Según nuestra larga experiencia de cerca de 30 años en la producción de semillas de algodón, variedades COKER, y en el cultivo de algodón en España, para conseguir una buena cosecha de Algodón es muy importante realizar adecuadamente dos cosas:

- 1º La elección de una buena variedad
- 2º Un buen manejo del cultivo

Una buena variedad sin que se haga un buen manejo en el cultivo no puede dar por si sola una buena cosecha.

Igualmente un buen agricultor que haga las cosas bien en el cultivo si no ha sabido elegir la variedad correcta tampoco obtendrá por si solo la mejor cosecha.

Con respecto a como hay que hacer las cosas en el campo creemos honestamente que una mayoría de los cultivadores españoles por su gran experiencia en el cultivo, confirmados por sus altas producciones conseguidas, poco podemos enseñarles pero queremos aprovechar esta oportunidad para indicarles las impresiones sobre nuestras experiencias de muchos años por si podemos enseñar algo que pueda servir en el futuro, para mejorar la producción y la calidad del cultivo del algodón español.

Para nosotros son importante tambien en el manejo del cultivo las siguientes cosas:

- 1.-Elegir bien el momento de la siembra.

Tanto si es bajo plastico como si no, hay que esperar a la fecha que corresponde al ciclo natural del algodón esto es: del día de S. José(19 de Marzo) en adelante.

- 2.-Tan pronto como las plantas empiecen a desarrollar las primeras hojas verdaderas (despues de los dos cotiledones) quitar los plasticos (en el caso que se hayan utilizado) y regabinar para calentar la tierra y eliminar malas hierbas que compitan con el cultivo.

La población de plantas que deben quedar en cultivo no debe sobrepasar las 150.000 plantas por Ha. (menos en tierras ligeras y más en tierras arcillosas)

- 3.-Cuidar desde el primer momento los ataques de trips y pulgón, ya que desde que la planta tiene las primeras hojas verdaderas se están formando los primeros frutos.
- 4.-Esperar a dar el primer riego lo máximo posible; hay que dejar que la planta enraice bien antes del primer riego.
- 5.-Abonar con medida de Nitrogeno. Unas 150 unidades creemos que es suficiente.
- 6.-Si vemos que años anteriores se desarrollaron muchos dientes de ajos, esto es loculos sin desarrollar, aplicar potasio.
- 7.-Cuidar muy bien el cuaje de las primeras flores, que son las que darán el porcentaje más alto de la cosecha.
- 8.-Controlar bien los riegos. Hasta el 20 de Agosto hay que regar siempre que se vean flores blancas en la parte alta de las plantas.
- 9.-Esperar a defoliar cuando se tenga un mínimo del 65%-70% de capsulas abiertas.

Con respecto a la elección de una buena variedad es muy importante:

- 1.-Que sea una variedad conocida y de origen garantizado, como las variedades COKER
- 2.-Que sea lo más joven posible esto es R-1. Las semillas como las personas envejecen; una R-1 es como una persona de 25-30 años y una R-2 es como una persona de 50-60 años. Las dos tienen buena genética pero una se puede defender mejor y con más vigor que la otra ante las adversidades.
- 3.-No se dejen llevar por promesas difíciles de conseguir como las de aquellos que les ofrecen variedades que requieren una modificación importante en el cultivo, como es la de sembrar muy temprano, regar más etc., la variedad se tiene que adaptar a nuestras condiciones de cultivo y de clima y no al revés.

- 4.-Si se quiere probar nuevas variedades empezar por algo similar a algo conocido: Por ejemplo la COKER 315. Hay que dar pasos, no saltos en el vacío que puedan originar graves accidentes.
- 5.-Contra el hongo (Verticiliosis) hay que luchar mas con practicas de cultivo que con variedades. Porque tratando de eliminar este problema con variedades muy tolerantes, nos puede llevar a otro mayor como es el alargamiento de ciclo.
- 6.-Desconfiad de las semillas baratas, alguna razón tendrá; algo tan importante que mas tarde no se puede cambiar, como es una determinada semilla y una variedad no se puede mirar con excesivo ahorro. Las diferencias de costes por hectareas entre una semilla original de garantia y otras del montón no va más alla de 30-40 kgs, de Algodón bruto por Ha. No merece la pena correr riesgos en este asunto.
- 7.-Confiad en las empresas y las personas que tengan experiencia en el mundo de las semillas.-COPSA solo es productor de Semillas de Algodón y lleva en ello cerca de 30 años. Eso es lo que sabemos hacer.

DESCRIPCION GENERAL DE LAS VARIEDADES COKER

- TIPO DE PLANTA: Bien rameadas, erectas, altura mediana,
----- medianamente indeterminadas.
- HOJAS: Verde oscuro, de media a alta densidad, lobulado
----- medio.
- CAPSULAS: Alargadas terminadas en punta - moteadas
----- ligeramente, de 4-5 loculos por capsula.
- BRACTEAS: Tamaño mediano, con dientes finos.

- PRIMERAS RAMAS FRUCTIFERAS: Normalmente en el nódulo 6-7
después de los cotiledones

- TOLERANCIA A ENFERMEDADES: Buena al Fusarium.
Medianamente aceptable
al Verticilium
- MADUREZ-PRECOCIDAD: Excelente.
- VIGOR DE SEMILLAS: Excelente.
- RESISTENCIA AL ENCAMADO: Muy buena
- RESISTENCIA A LA CAIDA DE ALGODON POR TORMENTAS:Muy buena
- COLOR DE LAS FLORES: Blanco -Crema
- POLEN: Color cremoso - Amarillo
- ADAPTABILIDAD: Excelente tanto geograficamente como
de ciclo; especialmente para las
condiciones del cultivo en España.
- TOLERANCIA AL STRESS Y SEQUIA: Muy bueno
- RECOLECCION: Excelente para maquina, y a mano

CALIDAD DE FIBRA

- LONGITUD: Normalmente igual al tipo ACALA- de las más
largas de las variedades UPLAND.
- RESISTENCIA: Parecidas a las ACALA. Igual ó superior a
la mayoría de las variedades UPLAND.
- FINURA: Tipo medio
- CALIDAD DE HILADO: Sumando todas las características
anteriores normalmente son mejores
que la mayoría de las variedades
tipo UPLAND y muy parecidas a las
ACALA.

DESARROLLO Y CRECIMIENTO TIPO DE LAS VARIEDADES COKER

- 1.- Siembra a nascencia : 6-8 días
- 2.- Nascencia a Botones : 35-45 días
- 3.- Botones a Floración : 23-25 días
- 4.- Nascencia a Floración : 55-65 días
- 5.- Floración a Capsula desarrollada : 20-25 días
- 6.- Floración a Semilla Madura : 40-45 días
- 7.- Floración a Apertura de Capsulas: 45-65 días
- 8.- Periodo de formación de la fibra: 18-24 días
- 9.- Periodo de Maduración de la Fibra: 25 días
- 10.-Nascencia a primera capsula abierta: 110-120 días
- 11.-Periodo más crítico para cuaje de flores: 35-45 días
(5-6 semanas despues de la primera flor)
- 12.-De Nascencia al 80% de capsulas abiertas:150-160 días
(primera cogida)

NECESIDADES DE AGUA EN LAS VARIEDADES COKER

- NASCENCIA - BOTONES: Menos de 25 mm/día









- BOTONES PRIMERAS FLORES : 25-625 mm/día

- FLORACION - FORMACION CAPSULAS : 625 mm/día

- CAPSULAS -APERTURA - DEFOLIACION : 100 mm/día








ESQUEMA DE PRODUCCION DE LAS PLANTAS DE LAS VARIETADES COKER

A L G O D O N







	1ST	2ND	3RD	4TH	5TH	6TH	7TH
SEMANAS FLORACION							
TOTAL DE FLORES	8.1%	23.5%	29.4%	25.6%	9.8%	2.3%	1.3%
TOTAL BLOOMS	94.1%	77.7%	43.1%	20.7%	13.3%	10.8%	5%
WILL SET							
CUAJADO							

PERCENT OF TOTAL BOLLS SET DURING THE SEASON


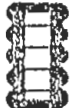






PORCENTAJE TOTAL DE CAPSULAS CUAJADAS DURANTE EL CICLO

						
16.8%	40.8%	27.2%	10.9%	2.9%	0.9%	0.5%

NUMERO DE CAPSULAS NECESARIAS POR 500 Grs. de Al.Bruto
BOLLS PER POUND OF SEED COTTON

					
87	98	123	161	146	140

PORCENTAJE TOTAL DE ALGODON FIBRA
PERCENT TOTAL MATURE COTTON

SEMANAS DE FLORACION							
	21.0%	43.0%	24.0%	8.5%	2.5%	0.9%	0.5%
	1ST	2ND	3RD	4TH	5TH	6TH	7TH

TITULO: **STONEVILLE 506, una nueva variedad al servicio del agricultor algodonero.**

AUTOR (ES): **Jesús Rossi, Camilo Valenzuela,
Carlos Valenzuela**

CENTRO DE TRABAJO: **INNOVACIONES AGRICOLAS S.A.**

LOCALIDAD: **SEVILLA**

RESUMEN:

Este nuevo material constituye la alternativa más adecuada para luchar contra la verticilosis, dada su gran precocidad y facilidad de manejo, frente a las otras variedades tolerantes existentes en nuestro mercado. Además STONEVILLE 506 tiene otras cualidades que la hacen interesante en todas las comarcas.

INTRODUCCION

INNOVACIONES AGRICOLAS S.A. es filial de VALENZUELA y CIA, empresa dedicada durante más de treinta años al servicio de la agricultura andaluza. INNOVACIONES AGRICOLAS S.A. nació hace ahora cuatro años y actualmente tiene como actividades principales: la comercialización exclusiva para España del material de STONEVILLE PEDIGREED SEED CO. y el desarrollo de nuevas técnicas de plasticultura en cultivos extensivos.

INNOVACIONES AGRICOLAS S.A. es fruto de unos contactos que mantuvo en su día el Departamento Técnico de VALENZUELA y CIA con STONEVILLE PEDIGREED SEED CO., tratando de buscar nuevas variedades de algodón que ofrecieran respuesta a las necesidades que nuestra agricultura iba demandando. En concreto, la tolerancia a la Verticilosis. Este problema, que afecta al cultivo español del algodoner desde hace muchos años, tiene como una de las medidas de lucha más efectivas, el empleo de variedades tolerantes. El material hasta entonces testado en nuestro país como tolerante, no se ajustaba a nuestras técnicas de cultivo, sobre todo por la excesiva longitud de ciclo. STONEVILLE 506 reunía una serie de características que la hacían muy interesante para nuestras condiciones y que son las siguientes:

- * TOLERANCIA REAL A LA VERTICILOSIS
- * FACILIDAD DE MANEJO (MENOR NECESIDAD DE REGULADOR)
- * RUSTICIDAD y ESTABLES PRODUCCIONES
- * PRECOCIDAD
- * ALTA RESPUESTA A MANEJOS INTENSIVOS

Lo prometededor de la variedad determinó pues, el inicio de siembras experimentales en nuestra región. De esta manera, en la campaña de 1988, STONEVILLE 506 se siembra en un gran número de campos repartidos por todas las comarcas algodoneras y se incluye en algunos campos de la Red Andaluza de Experimentación Agraria y en el Ensayo de Tolerancia a la Verticilosis que la Junta de Andalucía lleva a cabo en Lebrija.

En 1989 el INSPV concedió la autorización provisional, de manera que STONEVILLE 506 pudo ser comercializada. A la fecha, tras dos exitosas campañas, resaltamos que las expectativas puestas en la variedad se han visto respaldadas por el incremento en la rentabilidad de los agricultores que confiaron en STONEVILLE 506.

TOLERANCIA A LA VERTICILOSIS ADAPTADA A NUESTRAS CONDICIONES

La enfermedad vascular producida por "Verticillium dahliae" Kleb en el algodón ha causado pérdidas cuantiosas en este cultivo desde hace muchos años. En 1983, el 80% de los campos presentaban síntomas de la enfermedad, según un muestreo realizado por el Departamento de Patología Vegetal de la ETSIA de Córdoba y la DGIEA (Junta de Andalucía). La totalidad de las comarcas algodoneras estaban afectadas, aunque el problema es especialmente grave en algunas zonas del Bajo Guadalquivir, donde se presenta un patotipo defoliante mucho más virulento.

En palabras del profesor Jiménez Díaz et al. "Aunque presumiblemente el agente se dispersa con lentitud dada su naturaleza ecológica, la Verticilosis del algodonoero puede ser referida como ejemplo de la magnitud que puede alcanzar una enfermedad cuando no es objeto de atención adecuada." (PHYTOMA España, núm. 26) Sin duda, el empleo de variedades tolerantes desde que se detectaron los patotipos más virulentos, habría hecho que el problema no alcanzara las graves dimensiones que tiene hoy día. En California, donde la enfermedad es grave desde los años 50, esta medida de lucha fue la mayoritariamente adoptada con la introducción de cultivares Acala, procedentes de Méjico. En España, no hemos prestado especial atención al problema hasta que aparecieron los patotipos defoliantes. Consecuencia de ello es la estructura varietal que ha tenido el algodón español en los últimos años. Según los trabajos del Profesor Jiménez Díaz y colaboradores, publicados en la revista PHYTOMA España, núm. 26, Feb 1991, pág. 52., todo el material cultivado en España hasta 1988 era susceptible o muy susceptible a la enfermedad, salvo algunas variedades del grupo Acala. Material que tras muchos intentos de introducción en Andalucía no ha resultado de interés para la mayoría de los agricultores.

A la hora de seleccionar entre toda la lista de variedades tolerantes a la Verticilosis existentes en el mundo, aquellas que más podrían ajustarse a nuestras condiciones climáticas y agronómicas, es lógico acudir a cultivares que se aproximen mucho a los tradicionalmente empleados por nuestros agricultores. STONEVILLE 506 procede de una zona de bajo riesgo según el historial de siembras en España. Recordemos que otras variedades cercanas a STONEVILLE 506 se han sembrado durante muchos años en nuestro país, aunque evidentemente las condiciones de aquellos años no eran las mismas que en la actualidad. Las zonas de mejora y producción de STONEVILLE PEDIGREED SEED CO. son relativamente cercanas a las de donde proceden las más extensamente sembradas en nuestras zonas algodoneras. Las variedades tipo Acala ya han sido probadas por los agricultores andaluces, sin que pudieran obtenerse resultados satisfactorios. Por otro lado, variedades manifiestamente tolerantes a la Verticilosis como algún material

originario de Arizona, son de ciclo más largo, proceden de zonas áridas de EE. UU. y han sido poco probadas en nuestras condiciones, por lo que pensamos que podrían ser soluciones de alto riesgo teniendo en cuenta la frecuente presencia de precipitaciones al final de nuestra estación de cultivo.

Si comparamos STONEVILLE 506 con la variedad más tolerante hasta hace unos años en España y la más ampliamente sembrada, obtenemos un cuadro como el siguiente:

	STONEVILLE 506	TESTIGO HABITUAL	TIPO ACALA
* Longitud ciclo	Corto	Corto	Largo
* Tolerancia a Verticilosis	Alta	Baja	Alta
* Facilidad de manejo	Alta	Alta	Baja
* Necesidades de regulador	Bajas	Altas	Muy altas

Como vemos, las cualidades de STONEVILLE 506 son claramente ventajosas frente a estos dos tipos de variedades, superando definitivamente al testigo habitual en tolerancia a Verticilosis y a los tipos Acala en facilidad de manejo.

Existe otro factor muy importante a la hora de elegir la variedad de algodón a cultivar: la calidad de fibra. STONEVILLE 506 presenta unas interesantes características a este respecto, como lo muestra el hecho de que una gran número de empresas desmotadoras han mostrado su interés a INNOVACIONES AGRICOLAS S.A. por multiplicar esta variedad.

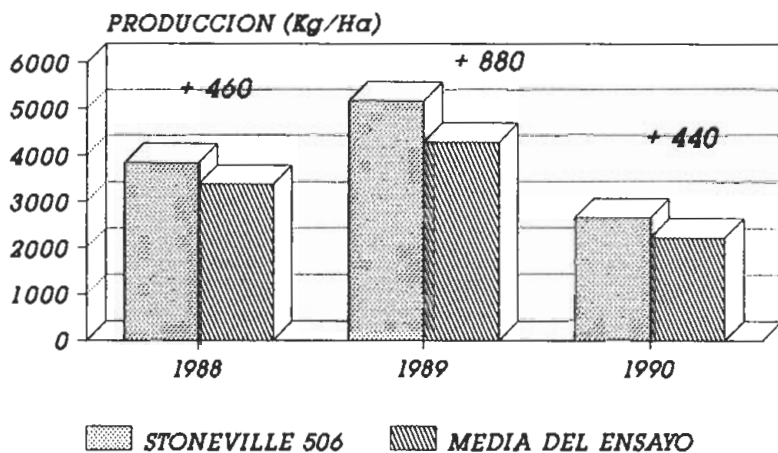
Ya hemos hablado de las repercusiones agronómicas que implica el empleo de variedades tolerantes en suelos con alto potencial de inóculo de "Verticillium dahliae" (disminución de la velocidad de infestación, menores pérdidas de producción, etc.), pero es primordial que sepamos ver el efecto que puede tener a corto plazo. El empleo de este tipo de variedades no sólo disminuye los riesgos, sino que puede suponer un mantenimiento de la rentabilidad del cultivo para el agricultor. Es decir, puede suponer el que ganemos o no ganemos dinero con nuestro cultivo.

Para ver esto más claramente, presentamos el gráfico siguiente, donde se muestran las diferencias en producción (Kg/Ha de algodón bruto) que una variedad tolerante: STONEVILLE 506 obtiene frente a la media del resto de las variedades, entre las que se incluyen

la mayoría de las más extensamente cultivadas, así como algunas de las más tolerantes. Estos datos están extraídos de los ensayos que la Junta de Andalucía, realiza en Lebrija desde el año 1988. En el mismo se recogen la producción media del ensayo y la producción obtenida por STONEVILLE 506. El número encima de las dos barras es la diferencia a favor de STONEVILLE 506. Estos valores son importantes tanto en años con alta incidencia de la enfermedad (1988), como con media (1989) o baja (1990). Si multiplicamos estas diferencias por el precio por kilo del algodón bruto, podremos comprobar que en todos los casos el cultivo puede llegar a ser rentable, aun con niveles de ataque importantes.

ENSAYOS TOLERANCIA VERTICILIOSIS LEBRIJA

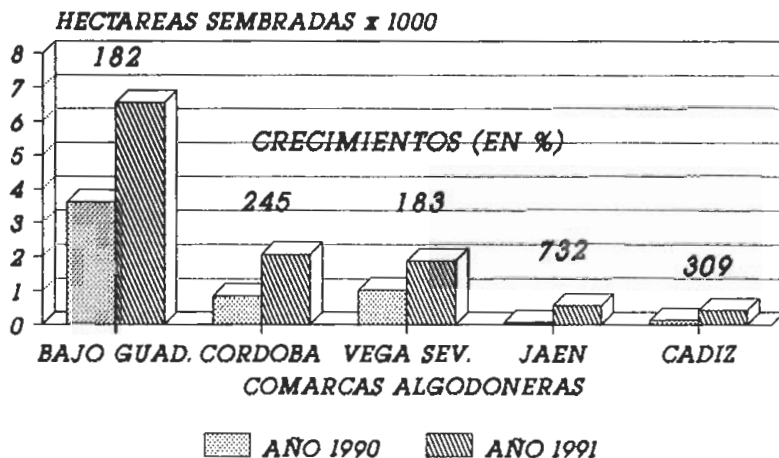
Fuente: Junta de Andalucía



COMPORTAMIENTO DE STONEVILLE 506 EN ZONAS CON BAJA INCIDENCIA DE VERTICILIOSIS.

A través de las últimas campañas, STONEVILLE 506, ha sido incluida en un gran número de ensayos, tanto por parte de INNOVACIONES AGRICOLAS, de Organismos Oficiales, como de los propios agricultores. A este respecto queremos resaltar la importancia que tiene para nuestro Departamento Técnico los ensayos y pruebas que realizan los propios agricultores, donde la variedad en cuestión recibe el manejo agronómico real: abonados, riegos, uso de pesticidas y reguladores de crecimiento, defoliantes, etc. Factores que muchas veces, por razones obvias, no se tienen en cuenta en ensayos de pequeñas parcelas. En todas las comarcas a lo largo de la Andalucía algodonera, STONEVILLE 506 ha mostrado un comportamiento inmejorable en todos los sentidos: vigor de nascencia, adaptación a todas las técnicas de cultivo, producción, calidad de fibra, precocidad, etc. Sería extenderse demasiado el relacionar los datos obtenidos en los más de 300 campos seguidos por el personal de INNOVACIONES AGRICOLAS en la campaña 1990, pero como muestra de la aceptación que ha tenido la variedad en todas las comarcas algodoneras mostramos el gráfico adjunto, donde se reflejan los crecimientos en superficie sembrada de la campaña recién finalizada (1991) con respecto a la anterior en cada una de las zonas.

EVOLUCION EN EL MERCADO STONEVILLE 506 COMPARACION CAMPAÑAS 1990-1991 Gasto semilla: 25 Kg/Ha



INNOVACIONES AGRICOLAS S.A.

REFERENCIAS

- Blanco López, M.A., Bejarano Alcázar, J., Melero Vara, J.M., Jiménez Díaz, R.M. "Current status of Verticillium Wilt of cotton in Southern Spain: pathogen variation and population in soil". 1988. Depto. Agronomía. Universidad de Córdoba.
- Blanco López, M.A., Melero Vara, J.M., Bejarano Alcázar, J., Jiménez Díaz, R.M. "La verticilosis: un serio problema del algodón en Andalucía". 1987. Agricultura. núm. 664. Noviembre 1987. pág.784-789.
- Departamento de Desarrollo de Técnicas Fitosanitarias. "Evaluación de sensibilidad varietal a Verticillium dahliae en algodón". 1989. Servicio de protección de los vegetales. Dirección general de Agricultura, ganadería y Montes. Junta de Andalucía.
- De Vay, J.E., Pullman, G.S. "Epidemiology and ecology of diseases caused by Verticillium species, with emphasis on Verticillium wilt in cotton". 1984. Phytopathologia Mediterranea. Vol. XXIII. pág 95-108.
- INNOVACIONES AGRICOLAS S.A. "Resúmenes campañas 1989 y 1990"
- Jiménez Díaz, R.M., Blanco López, M.A., Trapero Casas, A. "Utilización de la resistencia de la planta huésped en la lucha contra las enfermedades de los cultivos". 1991. Phytoma España. núm 26. Febrero 1991. pág. 42-55.
- RAEA, Red Andaluza de Experimentación Agraria. "Variedades de Algodón". Años 1988, 89 y 90. Dirección General de Investigación y Extensión Agraria. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.

TITULO: La ingeniería genética aplicada a la mejora vegetal

AUTOR: José Antonio Pintor-Toro

CENTRO: Instituto Recursos Naturales y Agrobiología. C.S.I.C.

LOCALIDAD: Sevilla

RESUMEN:

La mejora genética vegetal se basa en la selección artificial de variedades intraespecíficas que presentan caracteres deseables. El hombre la ha llevado a cabo desde tiempos remotos; al principio empíricamente, sin base científica alguna; más tarde, con el descubrimiento de las leyes de la Genética y el desarrollo de las técnicas citogenéticas, la mejora vegetal adquiere un impulso decisivo, consiguiéndose que el rendimiento de algunas especies se incremente espectacularmente. Un hecho similar ha ocurrido en los últimos 10 años en los que han surgido un conjunto de nuevas técnicas, englobadas bajo el nombre de Ingeniería Genética, que están dando un nuevo y espectacular impulso a la mejora genética, y que sin duda constituyen un complemento a la mejora genética clásica.

La ingeniería genética permite aislar y caracterizar genes de cualquier organismo e introducirlos, intactos o manipulados, en el mismo o en diferente organismo del que provienen. Dicho en términos de mejorador, la fuente de variabilidad genética actualmente disponible está constituida por el conjunto de genes existentes en todos los seres vivos así como por las distintas construcciones que pueden llevarse a cabo con

ellos. Por tanto, dos son las grandes ventajas que nos aportan estas nuevas técnicas, por un lado la eliminación de la barrera interespecífica que impide que dos organismos de distintas especies puedan cruzarse, y por otro lado la no introducción de genes adicionales, no deseables, minimizándose el tiempo de mejora.

Para el aislamiento y caracterización de genes vegetales se utilizan técnicas similares a las utilizadas en sistemas animales y bacterianos, en definitiva es la molécula de DNA la que se manipula; sin embargo las técnicas de introducción del DNA en la célula vegetal difieren notablemente de las utilizadas en otros sistemas. Hasta principios de la última década no se pusieron a punto los primeros métodos de transformación en plantas. Cuatro son las principales formas de transferir DNA exógeno a la célula vegetal: a) mediante vectores derivados de patógenos naturales (plásmido Ti de la bacteria *Agrobacterium tumefaciens* y virus vegetales), b) microinyección, c) transformación directa y d) transformación biolística. Cada uno de estos métodos tiene sus ventajas e inconvenientes y ninguno de ellos, por ahora, tiene el potencial de superar cada uno de los problemas planteados.

A) El método más ampliamente utilizado para la transformación genética de plantas está basado en la interacción entre la bacteria del suelo patógena *Agrobacterium tumefaciens* y células vegetales heridas. Esta bacteria contiene el plásmido Ti que induce la formación de tumores en algunas especies vegetales; una parte de este plásmido, el fragmento T-DNA, es transferido a la célula vegetal e integrado en su genoma. La expresión de los genes codificados por el fragmento T-DNA induce a la célula transformada a formar tumores y a sintetizar moléculas nitrogenadas, opinas, que la bacteria utiliza como fuente carbonada y nitrogenada. Ninguno de los genes que contiene el T-DNA se requieren para su transferencia e integración; de hecho pueden reemplazarse por cualquier otra secuencia de DNA. De esta manera, el sistema de transformación que la bacteria *Agrobacterium* utiliza de forma natural puede

aprovecharse para la introducción de genes de interés en el genoma de la planta. Este método además de ser simple es muy eficiente en un gran número de especies, sin embargo tiene el inconveniente de que la mayoría de las especies monocotiledóneas, incluyendo las especies y variedades más importantes agrónomicamente, como son los cereales, no pueden transformarse con este método.

Un sistema análogo al plásmido Ti es la utilización de virus vegetales para transformar la célula vegetal; teniendo en cuenta que el resultado de una infección viral es la introducción del genoma del virus en la planta infectada, puede considerarse como un sistema de transformación natural. Se han conseguido éxitos parciales utilizando como vector el virus del mosaico de la coliflor. Este sistema tiene como grave limitación la pequeña capacidad del genoma viral para insertar fragmentos de DNA exógeno. Mediante este sistema no se han podido transferir, por ahora, fragmentos de DNA mayores de 1 kb. La limitación del tamaño de la secuencia a transferir por una parte, y por otra la dificultad de utilizar sistemas binarios, debido a la recombinación entre las diferentes moléculas de genoma viral, condicionan gravemente este método.

B) La restricción de especies susceptibles de ser transformadas utilizando el plásmido Ti y las dificultades inherentes a los vectores derivados de virus vegetales, se han tratado de superar mediante técnicas alternativas; una de ellas ha sido la microinyección. Adaptando los métodos utilizados en células animales, y superando los problemas específicos de la célula vegetal, se han conseguido introducir hasta fragmentos de 23 kb de DNA en protoplastos de tabaco. Este método es laborioso, lento, exige habilidad y además conlleva el problema de la regeneración de plantas a partir de las células o protoplastos transformados.

C) El inconveniente de llevar a cabo la introducción de DNA célula a célula como en el método anterior, se ha soslayado con la transformación directa. Este método, similar al utilizado en bacterias y células animales, permite la introducción simultánea de moléculas de DNA en protoplastos vegetales. Esta técnica es

eficiente y sencilla y como el método de la microinyección esta condicionada por la viabilidad de los protoplastos y la capacidad de regenerar plantas.

D) Este procedimiento consiste en disparar microproyectiles de oro o tungsteno recubiertos de moléculas de DNA exógenas sobre el tejido o células que se quieren transformar. Al no ser necesario utilizar protoplastos y por tanto se obvian los problemas relativos a la regeneración de plantas. Mediante este método se han obtenido plantas transgénicas de especies de gran interés agronómico, tales como soja, algodón, girasol, maíz. Para esta última especie se han bombardeado suspensiones de células embriogénicas. Otros "blancos" celulares muy atractivos para transformar mediante bombardeo son el polen y las células meristemáticas. Una dificultad adicional en la transformación de cereales ha sido la carencia de un marcador selectivo para células totipotentes, ya que éstas son resistentes *per se* al antibiótico kanamicina. Este problema se ha superado utilizando como marcador el gen PAT y el herbicida bialaphos como agente selectivo. El gen PAT codifica la enzima fosfinotricina acetiltransferasa que acetila el producto activo del herbicida, fosfinotricina, inactivándolo. Tras este importante resultado, conseguido con el maíz, es de esperar que en breve se disponga de plantas transgénicas de otros cereales de gran interés agronómico.

La ingeniería genética está potenciando la mejora vegetal de tres formas distintas: a) Produciendo plantas transgénicas con nuevos caracteres de gran interés agronómico: resistencia a herbicidas, insectos, virus; flores con el color alterado, frutos con maduración tardía; plantas expresando péptidos biológicamente activos; plantas con elevado contenido en lisina, etc. b) Introduciendo técnicas de ayuda a la mejora vegetal, entre ellas el desarrollo de RFLPs para el mapeo de genes. c) desvelando la función de numerosos genes, previamente aislados y caracterizados, mediante el uso de marcadores fusionados a secuencias reguladoras. Esto ha permitido estudiar procesos tales como la

transcripción, procesamiento de transcritos, regulación de la expresión génica por elementos potenciadores y silenciadores, control de la expresión génica durante el desarrollo y condiciones adversas, interacción huésped-patógeno, envío de proteínas a orgánulos, etc.

La mejora vegetal incide tanto sobre caracteres poligénicos como sobre caracteres dependientes de uno o de pocos genes; aunque la aplicación de las técnicas de ingeniería genética ha dado resultados espectaculares con caracteres monogénicos, sin embargo han sido de poca utilidad, por el momento, en la manipulación de caracteres poligénicos. Es de señalar que la introducción de genes foráneos en plantas, sobre todo si los genes proceden de taxa muy alejados, puede afectar negativamente a los factores productivos. Esto llevaría consigo la necesidad de compensar dicho efecto negativo, reajustando el fondo genético por los métodos convencionales de mejora.

Concluyendo, la conjunción de las técnicas convencionales y las de Ingeniería genética encierra un potencial que ha comenzado a vislumbrarse y cabe esperar de esta interacción, a corto plazo, contribuciones crecientes y espectaculares, de gran incidencia en la mejora vegetal.

TITULO: MULTIPLICACION DE LA FRESA IN VITRO

AUTOR (ES): José Manuel López Aranda

CENTRO DE TRABAJO: C.I.D.A. Churriana-Campanillas

LOCALIDAD: Finca Cortijo de la Cruz s/n
29.140 Churriana (Málaga)

RESUMEN:

Desde 1974 se realiza producción industrial in vitro de plantas de fresa; sin embargo, los procedimientos originales provocaban problemas morfológicos y agronómicos del material micropropagado. Se han descrito disminución del tamaño de los frutos, aparición de plantas anormales y variegadas, incremento de susceptibilidad a enfermedades criptogámicas y otros problemas. Ello condujo a un abandono de la técnica de multiplicación de fresa in vitro durante los últimos años setenta e inicio de los ochenta.

Sin embargo, en los últimos años se ha producido una importante reapreciación de la misma, una vez estudiadas y corregidas las causas más significativas de los fracasos producidos; estas causas eran la elevada concentración de la citoquinina benciladenina añadida al medio de multiplicación in vitro, la realización de numerosos subcultivos y la utilización directa del material como plantas productoras de fruto.

Se aportan las principales conclusiones de un trabajo realizado por nuestro equipo, durante cinco años, que pone a punto una nueva metodología de multiplicación in vitro del cultivar de fresa Chandler.

MULTIPLICACION DE LA FRESA IN VITRO

José Manuel López Aranda
C.I.D.A. Churriana
Cortijo de la Cruz s/n
29.140 Churriana, Málaga

La fresa se multiplica tradicionalmente por vía vegetativa a través de los estolones emitidos por las plantas madre en los viveros especializados al respecto.

En 1974, Boxus diseñó un procedimiento industrial de producción in vitro de plantas de fresa, a partir de cultivos de ápices caulinares, que revolucionó el sistema tradicional de obtención de material vegetal de esta especie. De modo que la fresa fué la primera especie de interés agronómico en la que se utilizó masivamente el cultivo in vitro como procedimiento de producción de plantas.

Dicho procedimiento fijaba con claridad las tres fases del cultivo in vitro, a saber: Inicio, Multiplicación y Enraizamiento. Para ello, la fase inicial, de unas 6 semanas de duración, se realizaba con ápices caulinares (cúpulas meristemáticas con varios primordios foliares) de 1 mm de tamaño aproximadamente y procedentes de jóvenes estolones emitidos por plantas de buen comportamiento agronómico. Estos ápices eran sembrados en medio de cultivo solidificado con agar y con los elementos nutritivos adecuados: macroelementos, microelementos, vitaminas, hidratos de carbono, ect, añadiéndose una combinación de reguladores de crecimiento a base de auxinas (generalmente 1 mg/l de ácido indolbutírico), citoquininas (0,1 mg/l de benciladenina) y giberelinas (0,1 mg/ de GA3). Esta fase permite producir una única plántula a partir de cada ápice caulinar que es transferida a la fase de multiplicación donde es mantenida en un medio de cultivo similar pero con una concentración 10X de benciladenina (1,0 mg/l). Como consecuencia de la acción de esta citoquinina, que induce la formación de tallos axilares contrarrestando la dominancia apical, la plántula crece de modo diferente, transformándose en una masa de yemas y tallos sin raíces. Esta fase de multiplicación se realiza en ciclos denominados subcultivos, de una duración entre tres y seis semanas, que produce una progresión geométrica cuya razón es la tasa de multiplicación (nº tallos/tallo iniciado/subcultivo), oscilando dicha tasa entre 6 y 20 según diferentes autores. Al final de la fase de multiplicación los cultivos son enraizados in vitro en un medio similar a los anteriores pero retirando la citoquinina del mismo. Este enraizamiento tiene una duración entre 4 y 6 semanas.

Este procedimiento industrial, diseñado por Boxus, fué asumido rápidamente por los viveristas, principalmente europeos, a partir de finales de los años 70, ya que suponía, lo que se pensaba eran, grandes ventajas para la producción de material vegetal de fresa:

- 1 Permitía sanear el material mediante el inicio de ápices caulinares de tamaño inferior a 1 mm.
- 2 Asumía la posibilidad de realizar un número de subcultivos ilimitado (ad infinitum), lo que de acuerdo con la razón de la progresión geométrica inducida, permitía la obtención de varios millones de plántulas/año a partir de un único ápice caulinar iniciado
- 3 Posibilitaba el uso directo de estas plantas, tras su aclimatación, como productoras de fruto.

Sin embargo, desde los inicios de esta técnica de producción de plantas, comenzaron a observarse anomalías fenotípicas y morfológicas con sus consecuencias agronómicas negativas, principalmente en los campos de fructificación que contenían este tipo de material e incluso en su primera generación de multiplicación in vivo.

Swartz y Lindstrom observaron que las plantas micropropagadas de fresa exhibían con frecuencia rasgos de juvenilidad, entre ellos un incremento del número de yemas axilares y ramilletes florales que se traducía en un descenso del calibre del fruto. Esta consecuencia agronómica, de primera magnitud en la calidad de la fresa, fué señalada por Sansavini y Gherardi, Schaeffer y col. y otros muchos autores, a lo largo de la década de los 80.

También se observaron cambios morfológicos como enanismo o portes erectos o arbustivos, que se separaban de las características normales de las plantas multiplicadas convencionalmente. Igualmente, algunos autores como D'Ercole y Nipoti, Rancillac y Nourrisseau y otros, observaron aumento de susceptibilidad a ciertas enfermedades criptogámicas. En general, se describieron numerosos episodios de clorosis tipo "June yellows", "White streaks", y otros, así como aparición de individuos variegados.

El conjunto de problemas descritos ha llevado a cuestionar la técnica de cultivo in vitro de la fresa en Europa y Estados Unidos (California), abandonando la mayor parte de los viveristas su utilización, cayendo incluso en una pobre reputación como señalan Dijkstra y Van Oosten en Holanda, Jones en Inglaterra, Sansavini y col. en Italia, y Nelson en California. Así, a modo de ejemplo, la producción italiana de plantas in vitro de fresa, que era de varios millones a finales de los 70; descendió a no más de 15.000 plantas en 1.989.

Con objeto de paliar los problemas descritos, se ha seguido un proceso alternativo de cultivo in vitro denominado por Arias y otros autores "macropropagación", basado en la utilización de la técnica para producir una única planta a partir de un ápice caulinar, siguiendo la posterior multiplicación mediante los métodos convencionales in vivo, este procedimiento ofrece la ventaja del saneamiento pero abandona las tradicionales de multiplicación acelerada del material. En definitiva, la fase in vitro queda reducida a lo que denominábamos fases de Inicio y de Enraizamiento.

El hecho de ser la fresa la primera especie de interés agrónómico en la que se aplicaron procedimientos industriales de producción in vitro, ha dado lugar a recapacitar acerca de las causas de los fracasos agronómicos obtenidos y a estudiar posibles soluciones para recuperar esta eficiente técnica de multiplicación, pudiendo por otra parte servir de modelo a problemas similares que se vislumbran en otras especies de interés agrícola, como frambueso, zarzamora, alcachofa y últimamente en la platanera, dentro de nuestro propio país.

Paralelamente a la descripción de los problemas fenotípicos y agronómicos surgidos, se fueron lanzando hipótesis y estudiando las posibles causas de las alteraciones observadas. Pronto se ligaron estos problemas a las técnicas de cultivo in vitro que se habían generalizado en la última mitad de los años 70.

En primer lugar se relacionó la incorporación de citoquininas al medio de multiplicación con los problemas fenotípicos citados, ya que efectos similares se habían observado por numerosos autores tras aplicaciones exógenas a plantas in vivo. Por otro lado, aunque el fenotipo de la fresa es bastante estable en el campo, ésto no ocurre cuando los tallos producidos in vitro son de origen adventicio, los estudios de Marcotrigiano y col. indicaron que al añadir concentraciones de benciladenina superiores a 0,33 mg/l al medio de cultivo, se producía una alta proporción de formación adventicia. Así, ya desde principios de los años 80 comenzó a recomendarse la menor adición de citoquininas posible a los medios de cultivo in vitro de fresa, siempre que se obtuviera una adecuada tasa de multiplicación.

Además de la adición de citoquininas, otros autores, como Navatel y Rancillac y col., han llamado la atención sobre la responsabilidad del número de subcultivos in vitro en la presencia de frutos de menor tamaño y en la aparición de plantas anormales, en esta línea, se ha sugerido reducir el número de subcultivos en cada proceso de micropropagación a no más de 10-11. Últimamente, Zimmerman ha observado que también puede influir la amplitud (o duración de cada subcultivo), pues la realización de subcultivos muy frecuentes (o sea, de muy poca duración) favorece la formación de tallos adventicios.

No sólo el nivel de citoquininas en el medio de cultivo y el número de subcultivos se han citado como responsables de las anomalías descritas como consecuencia de la producción in vitro de la fresa, también se han señalado responsabilidades en la acción de otros reguladores de crecimiento como el ABA, la elección de formulaciones minerales inadecuadas para el genotipo a micropropagar y las condiciones de incubación (principalmente fotoperíodo), sin embargo, podemos destacar la utilización de técnicas que hagan mínima la presencia de callo en la base de las colonias de tallos durante el proceso in vitro.

Una vez conocidas, con relativa seguridad, las causas de los problemas anteriormente descritos, se ha pasado a una lenta pero significativa reapreciación de la técnica de micropropagación de fresa como señala Boxus, a través de importantes modificaciones en los planteamientos originales:

- 1 Mantenimiento de los reguladores de crecimiento, y en particular la citoquinina BA, a las menores concentraciones posibles que permitan una tasa de multiplicación aceptable (4-6 tallos viables/mes de subcultivo).
- 2 Restricción del número de subcultivos (menos de 10 a partir de cada ápice caulinar).
- 3 Uso exclusivo de las plantas micropropagadas como plantas madre, y nunca directamente como material de producción de fruto.
- 4 Inicio del proceso de micropropagación con una cierta cantidad de explantos, y no desde un único meristemo.

Siendo nuestro país un fuerte productor de fresas, posiblemente el segundo europeo y tercero mundial tras Estados Unidos y Polonia, con ingentes importaciones de material planta madre para los viveros de altura, principalmente de procedencia californiana, el abandono de la técnica de multiplicación in vitro o el uso únicamente de la macropropagación suponía perder una valiosa herramienta de producción masiva de material sano y de calidad, así como de independencia tecnológica y comercial. Datos del INSPV muestran la plantación de material declarado de más de 10.000.000 de plantas madre/año a partir de 1985.

La mayor concentración de este cultivo, quizás del mundo, se haya en nuestra Comunidad Autónoma, Verdier estima que en la presente campaña de 1991 se cultivaron en la costa de Huelva 4.200 Has. con una producción superior a 164.000 Tm, de las que 104.000 Tm se dedicaron a la exportación, observándose un ligero descenso de cifras respecto a los años anteriores.

Estos datos justifican que a partir de 1986 nuestro equipo de trabajo iniciara un Proyecto de Investigación encaminado al estudio del proceso de micropropagación, a la luz de las hipótesis anteriormente señaladas, y su influencia en el comportamiento agronómico posterior de los cultivares Douglas y Chandler que entonces suponían, al 50 % cada uno, la práctica totalidad de la oferta varietal española, en la actualidad el cultivar Chandler se ha impuesto abrumadoramente. Dicho Proyecto tenía como objetivo profundizar en las hipótesis apuntadas para poder ofrecer a los viveristas y laboratorios comerciales de micropropagación un protocolo de trabajo que permitiese multiplicar este material asegurando la estabilidad fenotípica de las plantas obtenidas. Actualmente se encuentra en fase muy avanzada, casi a nivel de transferencia de tecnología al sector. En este sentido, esperamos oficializar nuestra colaboración con un laboratorio de micropropagación del que son socios mayoritarios cinco importantes cooperativas freseras de la costa onubense. Sin embargo, las conclusiones de nuestros trabajos son públicas y se hayan a disposición de cualquier entidad o empresario interesados en el tema.

El Proyecto ha estudiado en concreto los siguientes aspectos de la micropropagación de ambos cultivares de fresa:

- .- Efecto en el establecimiento de los cultivos in vitro, del tamaño y fecha de recolección de los explantos.
- .- Selección de una formulación mineral adecuada para el medio de cultivo.
- .- Selección de las concentraciones adecuadas de la citoquinina benciladenina en la fase de multiplicación.
- .- Efecto del número y duración de los subcultivos en la fase de multiplicación.
- .- Estudio de técnicas que permitan disminuir la cantidad de callo en la base de los cultivos.
- .- Estudio del proceso de enraizamiento in vitro y aclimatación de ambos cultivares.
- .- Enraizamiento in vivo del material micropropagado.
- .- Estudios en vivero a nivel del mar del material micropropagado en las diferentes formulaciones minerales, niveles de benciladenina, y número de subcultivos.
- .- Estabilidad fenotípica y aptitud como plantas madre en comparación con material importado multiplicado mediante técnicas in vivo.

.- Estudio del material primera generación in vivo y sucesivas generaciones como plantas productoras de fruto. Aptitud agronómica (productividad, tamaño de fruto, calidad organoléptica) y estabilidad fenotípica.

Nuestras conclusiones después de 5 años de trabajo las podemos resumir, aplicadas al cultivar Chandler, en el siguiente esquema:

10.- Selección masal de individuos que muestren las características morfológicas y agronómicas adecuadas del cultivar, en campos de fructificación de nuestra zona (Costa de Huelva).

20.- Tratamiento de termoterapia e indexaje en clones silvestres de Fragaria vesca para garantizar su sanidad frente a virus. Conservación del material en recintos insect-proof.

30.- Iniciar los cultivos in vitro a partir de explantos extraídos de jóvenes estolones emitidos por dichas plantas madre en los meses de mayo y junio, utilizando ápices caulinares de 1-2 mm de tamaño.

40.- Utilizar formulaciones minerales de riqueza nutriente intermedia; concretamente la formulación N30K (Margara) nos permitió obtener material de buena calidad con una aceptable tasa de multiplicación. Cuando utilizábamos formulaciones minerales de alta concentración iónica, formulación de Murashige y Skoog, se obtenían tallos vitrificados de aspecto suculento, mientras que las de baja concentración iónica, formulación de Knop, daba lugar a tallos de excelente aspecto pero la tasa de multiplicación obtenida era muy pequeña.

50.- Utilizar sin variación la formulación mineral N30K en las tres fases de la micropropagación.

60.- El cultivar Chandler ha resultado tener pequeños requerimientos de citoquinina durante la fase de multiplicación, hemos encontrado una tasa de multiplicación óptima en el nivel 0,33 mg/ de benciladenina añadido al medio de cultivo. Niveles de 1,00 mg/l o mayores disminuían la multiplicación y la calidad del material. Ello nos ha permitido hacer coincidir nuestro óptimo con las recomendaciones de rebajar las concentraciones de citoquinina que antes comentábamos. Incluso concentraciones de 0,165 mg/l de benciladenina (seis veces menores de las habitualmente utilizadas) nos han permitido inducir una aceptable proliferación en este cultivar.

70.- La frecuencia de subcultivo óptima ha resultado ser de 7 semanas con una tasa de multiplicación media de 4 tallos viables por mes de subcultivo en el sistema normal de colonias de tallos.

80.- El número de subcultivos máximo que recomendamos es de 6 a 8; sin embargo, nuestros resultados avalan un ciclo anual de micropropagación, permitiendo un máximo de 5-6 subcultivos del material procedente de un mismo ápice caulinar. Ello es así porque el ciclo anual comienza en mayo-junio con el establecimiento de los cultivos in vitro (fase inicial, 6 semanas) y finaliza en abril-mayo con el material aclimatado y endurecido (al menos 8 semanas) dispuesto a ser transferido a vivero. Volviendo a extraer nuevos explantos del material madre para un nuevo ciclo anual.

90.- En la fase de enraizamiento in vitro (6 semanas), la adición de 500 mg/l de carbón activo evita la aparición de callo, acelerando la emisión de raíces. Sin embargo, es de tal sencillez y seguridad el enraizamiento in vivo del material de Chandler, que el ahorro económico, de tiempo (6 semanas), y la disminución de riesgos de contaminación, hacen recomendable abandonar el enraizamiento in vitro, pasando directamente desde la fase de multiplicación a la de enraizamiento-aclimatación in vivo.

100.- La fase de enraizamiento-aclimatación in vivo no es crítica si se dispone de instalaciones adecuadas (túneles de nebulización y bancadas de aclimatación) en invernadero climatizado. Recuérdese que este proceso coincidirá en nuestro esquema con los meses de febrero-marzo.

110.- Se ha confirmado una alta estabilidad fenotípica en vivero del material micropropagado del cultivar Chandler y una capacidad de estolonado comercial superior a la del material del mismo cultivar obtenido por técnicas convencionales in vivo.

120.- La capacidad de producción de fruto no se ha visto afectada por el sistema de multiplicación utilizado. Con una total ausencia de diferencias en campos de fructificación, en calibre de fruto, reparto en categorías comerciales, precocidad, etc., entre plantas primera generación ex vitro y obtenidas por técnicas convencionales, no habiéndose detectado ninguna anomalía ligada a los procesos de micropropagación.

La ausencia de diferencias en campo de fructificación, entre plantas propagadas por los distintos sistemas, nos permite concluir que el material primera generación de plantas micropropagadas, en las condiciones descritas, del cultivar Chandler, obtiene un buen comportamiento agronómico, y ello nos hace presumir (fase en la que actualmente nos encontramos) que la segunda generación seguirá igual tendencia. Nuestros trabajos apuntan, por tanto, hacia la conveniencia de recuperar la técnica de multiplicación industrial in vitro de fresa, con las correcciones descritas y con el rigor que quizás en sus inicios no había por falta de datos, y dicha recuperación podría ser particularmente interesante para nuestro sector fresero.

Bibliografía

Arias, J.M. 1988. Viveros de fresón y mejora genética e investigación en variedades. En: Conferencias y Mesas Redondas. V Jornada Agrícola y Comercial. Huelva, Diciembre, 1988: 125-128.

Boxus, P. 1974. The production of strawberry plants by in vitro micropropagation. *J. Hortic. Sci.* 49: 209-210.

Boxus, P. 1977. La "micropropagation", procede industriel de multiplication rapide du fraisier. *Fruit Belge* (378): 120-125.

Boxus, P. 1987. Introductory lecture (Workshop on strawberry plants issued from tissue culture). En: *In Vitro Culture of Strawberry Plants*. P. Boxus and P. Larvor, eds. Commission of the European Communities. Report EUR 10781 EN-ER: 1-6.

Boxus, P., Damiano, C. y Brasseur, E. 1984. Strawberry. En: *Handbook of Plant Cell Culture Vol. 3*. P. Ammirato, D. Evans, W. Sharp and Y. Yamada, eds., Mc Millan, N.Y., pp. 453-486.

D'Ercole, N. y Nipoti, P. 1979. La Verticilliosi della fragola: suscettibilità di piante micropropagate e frigoconservate. *Inf. Agr.* 36:11465-11466.

Dijkstra, J. y Van Oosten, A.A. 1979. Culture experiments with strawberries. Annual report, Research Station for Fruit Growing, Wilhelminadorp, The Netherlands, pp.28-30.

Dijkstra, J. y Van Oosten, A.A. 1980. Comparison of the second progeny of SEE and tissue culture plants. Report of the Research Station, Wilhelminadorp, 1980, 37.

{I.N.S.P.V.} Instituto Nacional de Semilla y Planta de Vivero 1987. Reunión sobre Producción y Control de Plantas de Vivero de Fresa. Marzo, 1987, Madrid (Datos no publicados).

Jones, O.P. 1987. Micropropagation of strawberry and temperate fruit trees. En: *Micropropagation in Horticulture: Practice and Commercial Problems*. Proceedings of the Institute of Horticulture Symposium. Univ. of Nottingham School of Agric., 1986, pp. 85-96.

Marcotrigiano, M., Morgan, P.A., Swartz, H.J. y Ruth, J. 1987. Histogenic instability in tissue culture proliferated strawberry plants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112: 583-587.

Marcotrigiano, M., Swartz, H.J., Gray, S.E., Tokarcik, D. y Popenoe, J. 1984b. The effect of benzyl amino purine on the in vitro multiplication rate and subsequent field performance of tissue-culture propagated strawberry plants. *Adv. Strawberry Prod.* 3: 23-25.

Margara, J. 1984. Bases de la Multiplication Vegetative. INRA. Versailles, Paris.

Murashige, T. y Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and byoassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15: 473-497.

Navatel, J.C. 1983. La production des plants de fraisiere en France. En: CTIFL-Documents. n° 77: 12-16.

Nelson, R.D. 1987. Plantas de fresa obtenidas por micropropagación y macropropagación. *Huelva Verde.* n° 2: 16.

Rancillac, M. y Nourrisseau, J.G. 1988. Micropropagation and strawberry plant quality. International Strawberry Symposium. Cesena, May 1988. Book of Abstracts: 55.

Sansavini, S., Brighenti, G. y Camorani, F. 1982. Variazioni fenotipiche residuali indotte da propagazione in vitro su quattro cultivar di fragola in vivaio e in pieno campo. *Frutticoltura* 44 (5): 71-81.

Sansavini, S. y Gherardi, G. 1980. Selezione clonale e stabilità genetica di fragole micropropagate. *Frutticoltura* 42 (5): 39-46.

Schaeffer, G.W., Damiano, C., Scott, D.H., Mc Grew, J.R., Krul, W.R. y Zimmerman, R.H. 1980. Transcription of panel discussion on genetic stability of tissue culture propagated plants. En: Proceedings on the Conference on Nursery Production of Fruit Plants Through Tissue Culture: Applications and Feasibility. Beltsville, Maryland, pp. 64-79.

Swartz, H.J. y Lindstrom, J.T. 1986. Small fruit and grape tissue culture from 1980 to 1985: commercialization of the technique. 201-220. En: Tissue Culture as a Plant Production System for Horticultural Crops. R.H. Zimmerman, R.J. Griesbach, F.A. Hammerschlag, R.H. Lawson, eds. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, pp. 201-220.

Zimmerman, R.H. 1991. Micropropagation of temperate zone fruit and nut crops. En: Micropropagation. Technology and Application. P.C. Debergh and R.H. Zimmerman, eds. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands, pp. 231-246.

TITULO: EL CULTIVO DE TEJIDOS *IN VITRO* : SU APLICACION A LA PRODUCCION DE PATATA DE SIEMBRA.

AUTOR (ES): CECILIA CEBALLOS BURGAICEA
M^a ASUNCION SANCHEZ-MONGE LAGUNA DE RINS

CENTRO DE TRABAJO: CIMA, GRANJA MODELO.

LOCALIDAD: VITORIA

RESUMEN:

Se describen las técnicas aplicables a la producción de patata de siembra, desde el método clásico de selección genealógica y los métodos de multiplicación rápida de esquejes, hasta las técnicas mas modernas de cultivo *in vitro*. Se analizan también las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas.

EL CULTIVO DE TEJIDOS "IN VITRO": SU APLICACION A LA PRODUCCION DE PATATA DE SIEMBRA.

INTRODUCCION

La patata es un cultivo tradicional dentro de la agricultura española. La superficie dedicada a este cultivo, ha variado poco en los últimos 45 años, oscilando entre 300-400.000 Ha. Sin embargo, los rendimientos han aumentado de forma espectacular, desde los 9.900 Kg/Ha de producción media (secano y regadío) en 1922 hasta los 19.000 Kg/Ha en 1990. Este incremento de producción se ha debido a distintas causas: mejora de las técnicas de cultivo, utilización de variedades mas adaptadas y utilización de patata de siembra. Este último aspecto sin embargo, está todavía muy lejos de su óptimo, ya que en la actualidad únicamente el 25% de la superficie dedicada a patata, se siembra con semilla certificada.

La producción de patata de siembra está circunscrita a las zonas autorizadas por el Ministerio de Agricultura, abarcando una superficie aproximada de 11.000 Ha de las que un 45% (5.000 Ha) se sitúan en la provincia de Alava, con una producción de 60.200 Tm, siguiéndole en importancia Castilla-León con 42.000 Tm, Navarra con 11.000 Tm, Galicia con 1.000 Tm y por último Andalucía con algo menos de 1.000 Tm.

LA PATATA DE SIEMBRA

El cultivo de patata para siembra, difiere del de patata de consumo, en cuanto a marco de plantación y tratamientos, ya que en este caso lo mas importante del cultivo es la sanidad y el tamaño de la patata producida.

El Reglamento Técnico de Control y Certificación de Patata de Siembra, es muy estricto en lo que a sanidad se refiere. La patata es un cultivo muy "apetecible" para toda clase de plagas y enfermedades, con el agravante de que la mayoría de ellos se transmiten de una generación a otra a través del tubérculo, con la consiguiente reducción progresiva en los rendimientos.

Dentro de las enfermedades que afectan a la patata, las de mas difícil control son la bacterias (*Erwinia* spp, *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* y *Pseudomonas solanacearum*) y los virus (PVY, PLRV, PVA, PVX, PVS, PVM). Dicho reglamento establece una tolerancia mínima para *Erwinia* spp. y tolerancia cero para las otras dos bacterias. Respecto a los virus, los índices de tolerancia varían dependiendo de la categoría de la semilla, oscilando entre el 3% en la semilla superelite y el 7% en la certificada B.

El único medio de paliar los efectos negativos que tienen en la producción las infecciones causadas por virus y bacterias, es la utilización de semilla certificada y por tanto de sanidad controlada. Todos los métodos y técnicas aplicadas a la producción de patata de siembra, están encaminados a conseguir la máxima sanidad posible.

PRODUCCION DE PATATA DE SIEMBRA POR SELECCION GENEALOGICA

En líneas generales, este método se reduce a la sucesiva multiplicación de patata sana.

Para iniciar el proceso, se eligen dentro de una masa de la variedad que se quiera (puede hacerse dentro de la masa de G-2 que se produce cada año), un número determinado de plantas que se ajusten al tipo varietal, con buen vigor y aparentemente sanas (precabezas). El número de precabezas que se elegirán cada año, dependerá de la producción de G-2 que se necesite obtener, y del ritmo de multiplicación de la variedad de que se trate, es decir, del número medio de tubérculos por pie que produzca.

Las plantas se analizan en el laboratorio mediante la técnica ELISA a los virus PVY, PLRV, PVA, PVX, PVS, PVM y mediante la técnica IFAS a *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus*, recogién dose únicamente las producciones de las plantas que estén libres de estos patógenos (cabezas de familia). Estas cabezas, cada una constituida por la producción de una planta, se conservan individualizadas.

Antes de la siembra, que en Alava se realiza en Mayo-Junio las cabezas de familia se vuelven a analizar en laboratorio mediante la técnica ELISA para comprobar la sanidad. Dependiendo de los resultados, se aprueba o no la cabeza.

Estas cabezas, se siembran en líneas bien determinadas y separadas entre sí, para evitar mezclas e infecciones y para facilitar la observación durante el periodo vegetativo.

Durante la vegetación, se procede a eliminar por entero todas las familias que presenten algún pie enfermo o anormal, así como las que tengan desviaciones claras del tipo medio de mata de la variedad. La producción de las cabezas de familia, una vez analizadas y dadas como sanas, constituyen las familias de 1ª generación.

La producción de cada familia se recoge conjunta y separada de las demás, realizándose en invierno de nuevo los análisis, mediante ELISA e IFAS para detectar la presencia de virus o de bacterias. La producción de las familias consideradas sanas, constituyen las familias de 2ª generación.

Los tubérculos de cada familia se siembran en líneas separadas entre sí. Durante la vegetación se efectúan las selecciones correspondientes para no conservar mas que familias sanas y vigorosas. La producción de todas las familias, se recoge junta y constituye la masa a la que se da la categoría G-2.

En esta categoría, es en la que se incluye el material procedente de cultivo *in vitro* o de multiplicación rápida.

A partir de G-2, el proceso para la producción de patata de siembra, es el mismo, independientemente de que el material original proceda de selección genealógica o de cultivo *in vitro*.

La legislación española, permite hasta un máximo de cinco multiplicaciones mas, es decir, hasta G-7, antes de la categoría superelite. En cualquiera de estas multiplicaciones, puede desviarse la producción, no a la categoría siguiente, sino a una categoría inferior o a superelite, dependiendo de nuestras necesidades y sobre todo de los porcentajes de infección de los diferentes patógenos.

A partir de la superelite y por multiplicaciones sucesivas, se obtienen las categorías elite, certificada A y certificada B que es la que normalmente se vende para siembra. Como ya se ha dicho, en cualquiera de las multiplicaciones puede degradarse la patata a una categoría inferior en función de su sanidad.

TECNICAS DE CULTIVO *IN VITRO* APLICABLES A LA PRODUCCION DE PATATA DE SIEMBRA.

Ya hemos visto como se puede llegar a una masa de categoría G-2 mediante el método clásico de selección genealógica y como para llegar a este punto, se necesita un mínimo de tres años.

La aplicación de las técnicas de cultivo de tejidos vegetales *in vitro*, aporta una serie de ventajas respecto al método clásico:

- Mayor y mejor control del estado sanitario.
- Menor presión de infección y por tanto menores posibilidades de que el material se infecte a lo largo del proceso.
- Mucho mayor ritmo de multiplicación, ya que se puede pasar de los 7-12 tubérculos producidos por un tubérculo en un año, a los 7000 que pueden producirse mediante multiplicación rápida.

Tiene sin embargo una serie de inconvenientes:

- Posibilidad de infecciones bacterianas y fúngicas no patógenas, en el caso de multiplicación *in vitro*.

-Las labores culturales antes y una vez establecidas las plantas en campo, deben ser mas rigurosas en cuanto a preparación del suelo, tratamientos herbicidas, riego etc.

El proceso inicial es el mismo que en el caso anterior. Se selecciona el material de partida que puede ser considerado como "precabezas" y una vez analizado se procede a su multiplicación. A partir de este punto pueden seguirse varios caminos diferentes, dependiendo de nuestras necesidades y sobre todo de la disponibilidad de medios humanos y materiales:

1.- Multiplicación "in vitro" de brotes de tubérculo.

Una vez que el tubérculo está brotado (lo que puede conseguirse por brotación natural o forzando la ruptura de la latencia con agentes químicos como puede ser la rindita), se procede a la eliminación de la dominancia apical, para la obtención de un mayor número de brotes así como una mayor facilidad a la hora de individualizar los nudos de dichos brotes. Desinfectados los mismos (alcohol 70% + hipoclorito cálcico + tween 20), se siembran los nudos individualizados en tubos o bien en tarros que contengan varios nudos cada uno en medio de cultivo (White, 1954), (Morel and Muller, 1964), (Murashige and Skoog, 1962), etc. En nuestro caso, se utiliza el medio de Murashige and Skoog enriquecido con las vitaminas de White así como con diferentes hormonas. El medio utilizado puede ser tanto sólido como líquido. De utilizar el medio líquido la siembra de los nudos se hará sobre un soporte para evitar la formación de callos.

Todo este proceso debe hacerse en cámara de flujo laminar para evitar contaminaciones.

La utilización de tarros en vez de tubos, tiene la ventaja de que con menos medio y menos espacio en cámara, se produce mayor cantidad de plantas, pero tiene el inconveniente de que en caso de contaminación la cantidad de material que se pierde es mucho mayor, además de que al individualizar posteriormente las plantitas, se daña el sistema radicular.

Los tubos o tarros se colocan en la cámara de cultivo (16h de luz, 25°C, 70% humedad, 2-3.000 lux), hasta que al cabo de 20-25 días la plantita ha desarrollado lo suficiente como para poder individualizar los nudos, que se sembrarán de nuevo en medio de cultivo.

Las plantas obtenidas se analizan para comprobar su sanidad y se vuelven a multiplicar los nudos. Las plantas producidas, se pueden trasplantar a jiffis (macetas de turba) y a los 15 días se llevan al campo, o a túnel de plástico para obtener tubérculos (G-2). También pueden dejarse, cambiando el medio de cultivo, para producir tuberculillos *in vitro*

que se sembrarán en invernadero, túnel o campo para obtener tubérculos (G-2).

2.- Multiplicación rápida

Con este sistema no se necesita disponer de grandes medios materiales como cámaras de cultivo o personal altamente cualificado. (Bryan, Jackson y Meléndez, 1981).

Antes de empezar un programa de multiplicación rápida para obtener patata de siembra, conviene determinar cual o cuales de las técnicas que se describen a continuación son las más adecuadas a las condiciones en que se va a trabajar, tales como: condiciones climáticas, variedades e instalaciones disponibles.

2.1.- Multiplicación de esquejes de brote

Los tubérculos, se analizan previamente para comprobar la ausencia de virus y bacterias, y una vez brotados (natural o artificialmente), se cortan los brotes en trocitos que contengan uno o más nudos.

Los esquejes se ponen a enraizar (pueden tratarse previamente con un estimulante de enraizamiento, normalmente a base de hormonas). Debe mantenerse durante el periodo de enraizamiento una temperatura de alrededor de 20°C, con buena iluminación y humedad. El sustrato de enraizamiento que ha dado mejores resultados en nuestras condiciones, es una mezcla 3:1 de turba y arena esterilizadas. Una vez enraizados, se trasplantan a maceta, a túnel o directamente al campo.

Los mejores brotes, se producen cuando los tubérculos se colocan varios días en oscuridad, seguidos de varios días con luz difusa, hasta que los brotes estén verdes y su longitud y la distancia entre nudos faciliten el corte. De cada tubérculo, se pueden hacer dos o tres cosechas de brotes. Los brotes largos y blancos que se producen cuando el tubérculo ha estado siempre en la oscuridad, son más fáciles de manejar, pero producen menos esquejes que además suelen tener problemas para enraizar.

El número de brotes por tubérculo, puede aumentarse rompiendo la dominancia apical, con lo que desarrollarán bien todos los brotes laterales del tubérculo. Posteriormente, se puede estimular el desarrollo de los brotes laterales de cada brote cortando (cuando los brotes tengan 2-3-cm) el ápice y sumergiendo los brotes en una solución de ácido giberélico (1-2-ppm).

2.2.- Multiplicación de esquejes de tallo juvenil

Para la producción de estos esquejes, se utilizan plantas jóvenes con crecimiento vigoroso. Son ideales las plántulas obtenidas a partir de esquejes de brote o de tubérculos pequeños (menos de 10 gr).

Cuando las plantas tienen 5-6- hojas, se cortan los tallos dejando la hoja basal de cada uno, para permitir el desarrollo de su yema axilar y la obtención de una nueva plantita. Puede realizarse esta operación hasta 10 veces, dejando una hoja nueva después de cada cosecha.

Cada tallo, se corta tantas veces como nudos tenga, sin eliminar la hoja asociada a cada nudo.

Estos esquejes (tratados o no con un estimulante de enraizamiento), se siembran en el sustrato, cuidando de que la yema axilar quede por debajo de la superficie de la tierra. Las condiciones de temperatura, iluminación y humedad, son las mismas que en el caso anterior.

En 10-15 días enraizan, y la yema axilar, se desarrolla convirtiéndose en un brote aéreo. Estos esquejes brotados, pueden trasplantarse a campo, a túnel, o ser utilizados como plantas madres para aumentar la tasa de multiplicación.

Cada esqueje de tallo juvenil, si se trasplanta a campo y las condiciones son adecuadas, puede producir hasta 500 gr de tubérculos tamaño siembra.

2.3.- Multiplicación de esquejes de tallo lateral

Los tubérculos que van a dar origen a las plantas madres, se analizan y se siembran posteriormente en macetas.

La siembra debe hacerse muy superficial para promover el crecimiento aéreo de los estolones. Una vez que los estolones salen a la superficie, es decir cuando se ha producido el máximo número posible de tallos por tubérculo, se aporcan.

Cuando las plantas tienen 20-30cm de altura, se elimina la yema apical de cada uno de los tallos de la planta. Esto, estimula el crecimiento de ramas laterales a partir de cada yema axilar, las cuales constituyen los esquejes de tallo lateral.

Estos esquejes, se cortan cuando tiene 10-15cm de longitud y se ponen a enraizar en el sustrato, procurando que los nudos no estén cubiertos.

Pasados alrededor de 15 días, pueden trasplantarse a invernadero o directamente a campo para producir tubérculos.

Un solo tubérculo, puede producir (dependiendo de factores tales como variedad, edad, condiciones ambientales) entre 20-60 esquejes, cada uno de los cuales puede producir en campo entre 0,5-1Kg de tubérculos.

2.4.- Multiplicación de esquejes de tallo adulto

Estos esquejes, pueden obtenerse de cualquier planta de patata.

Se cortan los tallos cuando la planta empieza a madurar. Cada tallo se corta a su vez en trocitos, cada uno de los cuales debe tener un nudo y una hoja.

Se siembran en el sustrato (no es conveniente usar hormonas de enraizamiento), colocando la yema bajo la superficie y la hoja sobre ella.

Al cabo de 4-6- semanas, la yema axilar se transforma en un tubérculo pequeño (tuberculillo).

Las plantas madres, deben crecer bajo condiciones de día largo (18 h de luz) para promover el máximo crecimiento de los tallos.

El sustrato de enraizamiento debe mantenerse húmedo pero no encharcado, y debe procurarse que las horas de luz sean las menos posibles, ya que este factor tiene un efecto directo en el número y tamaño de los tuberculillos producidos.

Los tuberculillos, tiene normalmente entre 0,5-1cm de diámetro y se recogen cuando las hojas han muerto.

La tasa de multiplicación depende del número de tallos recogidos de cada planta madre, pero como media puede decirse que cada una produce entre 100-120 tuberculillos.

Si estos se siembran en campo o túnel convenientemente preparado y las labores culturales son las adecuadas, pueden producir hasta 500 gr de tubérculos tamaño siembra cada uno.

TECNICAS DE SANEAMIENTO

Hasta ahora, se han descrito técnicas que permiten multiplicar mas o menos rápidamente y con diferentes tasas de multiplicación, el material de partida.

Se ha supuesto también, que una vez analizado este material, se disponía de suficiente cantidad de tubérculos "sanos" como para iniciar cualquier proceso.

Sin embargo, hay dos hechos indiscutibles: por un lado, se ha comprobado que material teóricamente "sano", es decir que

ha pasado todos los análisis correspondientes, al cabo de dos o tres multiplicaciones *in vitro* manifiesta la presencia de virus o bacterias; y por otro lado, especialmente en programas de obtención de variedades o de multiplicación de variedades con virus crónicos, hay ocasiones en las que no se dispone de material "sano".

Por todo ello, vamos a describir una serie de técnicas de saneamiento que permitan aumentar la sanidad teórica del material de partida.

La más importante de estas técnicas es el cultivo de meristemas, que puede complementarse con las técnicas de termoterapia y/o quimioterapia.

En el caso de la eliminación de virus, hay algunos como el virus del enrollado (PRLV), que al ser termolábiles, pueden ser inactivados en los tejidos simplemente por el uso de termoterapia. En otros casos, como el del virus S (PVS), se requiere además el cultivo de meristemas. Si nos referimos a los virus A (PVA), virus M (PVM) o virus Y (PVY), se pueden eliminar con el cultivo de meristemas. También se han utilizado productos químicos para eliminar virus (quimioterapia). Uno de los más usados, ha sido el VIRAZOL.

En lo referente al saneamiento de enfermedades producidas por bacterias, como es el caso de *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus*, también se está utilizando con éxito la técnica de cultivo de meristemas para su erradicación.

1.- Cultivo de meristemas

Un meristemo, es un conjunto de células no diferenciadas en constante reproducción, de metabolismo intenso, con 0,5 mm de tamaño. Su cultivo en medio artificial, se utiliza para la eliminación de patógenos que se transmiten vascularmente, como son los virus y bacterias que atacan a la patata.

El material de partida (madre) para el cultivo de meristemas, puede ser:

- Brote de tubérculo
- Planta desarrollada
- Plántula procedente de cultivo *in vitro*

En todos los casos, lo mejor es aislar el meristemo apical por ser el más fácil de cortar, aunque también pueden utilizarse (y con el mismo éxito) todos los meristemas de una planta, plántula o tubérculo.

El desarrollo de la técnica, como en el caso de la multiplicación rápida *in vitro*, se realiza en condiciones estériles en cámara de flujo laminar.

Se eligen los brotes de los tubérculos o las partes caulinares de las plantas que no procedan de cultivo *in vitro*, y se esterilizan como ya se ha descrito, con alcohol de 70°C + hipoclorito cálcico + tween 20, durante un tiempo aproximado de 10min. A partir de aquí, el tratamiento es el mismo independientemente de la procedencia del material de partida.

En la cámara de flujo laminar en condiciones estériles, se lava el material con agua destilada y estéril 3-4 veces. A continuación, y con ayuda de un lupa se aíslan los respectivos meristemas, que en algunos casos van acompañados de primordios foliares. Se introducen posteriormente en tubo, placa petri etc. y se llevan a una cámara de cultivo para su desarrollo.

El medio de cultivo así como las condiciones de temperatura, humedad y fotoperiodo de la cámara de cultivo, son las mismas que las descritas anteriormente.

El tiempo que tarda una plántula en desarrollar desde la siembra, depende de la variedad con la que se esté trabajando, ya que cada una se comporta de un modo diferente, aunque como generalidad, podemos decir que el tiempo mínimo de desarrollo es de dos meses y el máximo de siete, lo que puede hacer pensar que el medio o las condiciones no son las idóneas.

El porcentaje de éxito, depende del tamaño del meristemo sembrado (cuanto mas pequeño se siembra, menor es el porcentaje de éxito) y de la variedad, oscilando como media entre el 25-90%.

Una vez obtenida una plántula, se puede proceder a su multiplicación rápida por cualquiera de los métodos descritos anteriormente. Después de una primera multiplicación, es conveniente realizar análisis para comprobar la ausencia de los diferentes patógenos.

2.- Termoterapia

El tratamiento de termoterapia, se puede realizar como en el caso anterior en tubérculo brotado, en planta desarrollada o en plántula procedente de cultivo *in vitro*.

Las condiciones en que se realiza el tratamiento son : cámara de luz continua, de una intensidad de 10.000 lux, humedad de aproximadamente el 70% y un termoperiodo de 16 h a 36°C y 8 h a 30°C.

Si el material de partida son tubérculos, éstos se introducen directamente en la cámara una vez brotados. En el caso de planta desarrollada, se siembran los tubérculos en macetas individualizadas en invernadero, y cuando la planta

tiene unos 12 cm, se introducen en la cámara, y en el caso de plántula procedente de cultivo *in vitro*, el tratamiento se realiza en los mismos tubos, tarros o placas en que haya crecido la plantita.

3) Quimioterapia

Son varios los productos que se utilizan en los tratamientos de quimioterapia para la erradicación de virus. Aunque en la mayoría de los casos, estos productos son fitotóxicos, son a su vez efectivos.

Así, podríamos citar la RIBAVIRINA frente a PVX y PVY (Klein and Livingston, 1983). No sucede lo mismo con el BENOMILO, que no tiene efecto frente a PVX, aunque parece tener un efecto débil frente a PVS (Klein and Livingston, 1983).

Estos productos, pueden utilizarse conjuntamente con el medio en el cultivo de meristemos o de ápices, entendiendo como ápice (Lozoya, 1985), el meristemo con uno o mas primordios foliares. Cuando se utilizan estos productos en el medio de cultivo, puede aumentar el tamaño de los explantos producidos.

PRODUCCION DE PATATA POR SEMILLA BOTANICA

La mayoría de los problemas derivados de la producción de patata de siembra (entre ellos su alto coste), podrían soslayarse mediante la utilización de semilla botánica (TPS) en lugar de tubérculos-semilla.

La semilla puede obtenerse mediante polinización libre o a través de polinización artificial (semilla híbrida) (Umaerus, 1987). En ambos casos, se ha comprobado que el castrar las flores femeninas no representa una gran ventaja en la producción de semilla, y sí incrementa en gran manera los costes.

Una vez obtenida y procesada la semilla, puede tener tres destinos: 1.- Sembrar directamente en el campo, 2.- Sembrar en semillero y trasplantar al campo las plántulas obtenidas y 3.- Sembrar en invernadero o túnel para obtener tuberculillos que posteriormente producirán tubérculos.

La producción de patata por medio de TPS, tiene una serie de ventajas (Taylor, 1988) como son:

- El coste de producción por Kg de semilla en considerablemente mas bajo.
- Se necesita menor cantidad de semilla para sembrar una Ha (aproximadamente 100gr TPS/Ha).
- Mayor facilidad de transporte de la semilla.

- No se necesitan grandes almacenes para su conservación.
- Ninguno de los virus ya mencionados, se transmite a través de la semilla botánica, aunque sí lo hace el PSTV (Potato spindle tuber viroid).

Tiene sin embargo otra serie de inconvenientes:

- Pérdida de uniformidad en el cultivo.
- Menores rendimientos.
- Baja capacidad de las plántulas para tolerar estreses ambientales.
- Las labores culturales de presiembra y durante el cultivo deben ser mucho más cuidadosas.

Esta técnica, está teniendo gran éxito en países de Asia y Africa en los que el cultivo de la patata es de muy reciente introducción, es decir en países sin tradición en este cultivo y en los que sí existe tradición en cultivos hortícolas que necesitan trasplante y manejo cuidadoso.

Sin embargo, en los países europeos y en Canadá, USA, etc no pasa de ser una curiosidad y un tema de investigación, ya que el consumidor es muy exigente en cuanto a uniformidad de tubérculos y calidad culinaria, sobre todo en el cultivo para transformación industrial.

No obstante, el futuro en este aspecto es una incógnita, ya que se está obteniendo semilla híbrida cuya producción no es muy diferente de una variedad clásica.

BIBLIOGRAFIA

BRYAN, J.E.; JACKSON, M.T. y MELENDEZ, N. (1981). Técnicas de multiplicación rápida de papa. Publicación CIP.

KLEIN, R.E. and LIVINGSTON, C.H. (1982). Eradication of potato virus X from potato by Ribavirin treatment of cultured potato shoot tips. *Am. Potato J.* 59:359-365.

KLEIN, R.E. and LIVINGSTON, C.H. (1983). Eradication of potato viruses X and S from potato shoot-tip cultures with Ribavirin. *Phytopathology* 73(7):1049-1050.

KLEIN, R.E. and LIVINGSTON, C.H. (1983). Effect of Benomyl on shoot-tip cultures from PVX and PVS infected potatoes. *Am. Potato J.* 60:469-473.

LOZOYA SALDAÑA, H. (1985). Cultivo "in vitro" de ápices para la obtención de plantas libres de patógenos. En *Fundamentos Teórico-Prácticos del Cultivo de Tejidos*. Ed. por V.M. Villalobos, México. pp:89-101

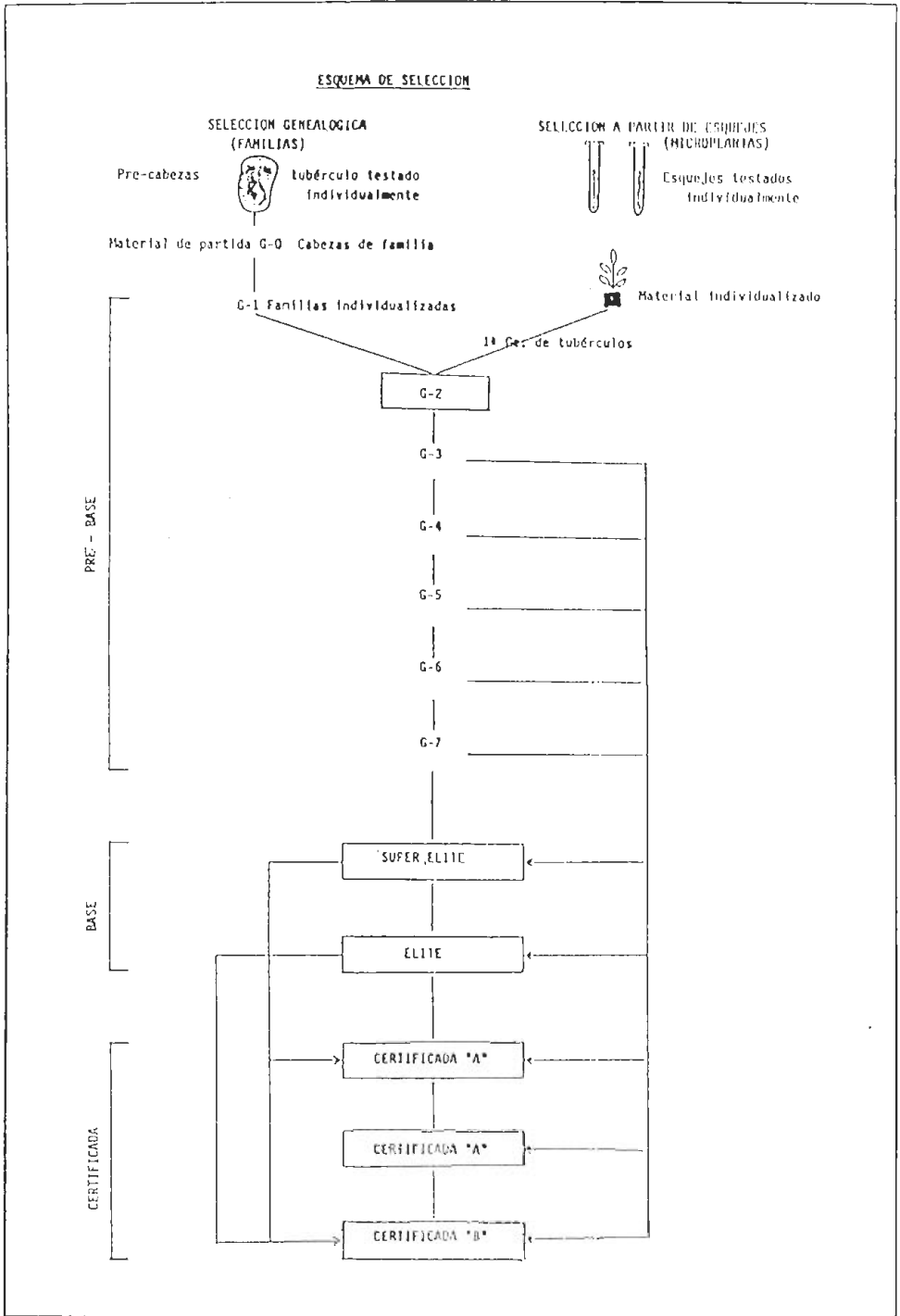
MOREL,G. and MULLER,J. (1964). La culture "in vitro" du meristeme apical de la pomme de terre. C.R.Acad.Sc.Paris 258:5250-5252.

MURASHIGE,T. and SKOOG,F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15:473-497.

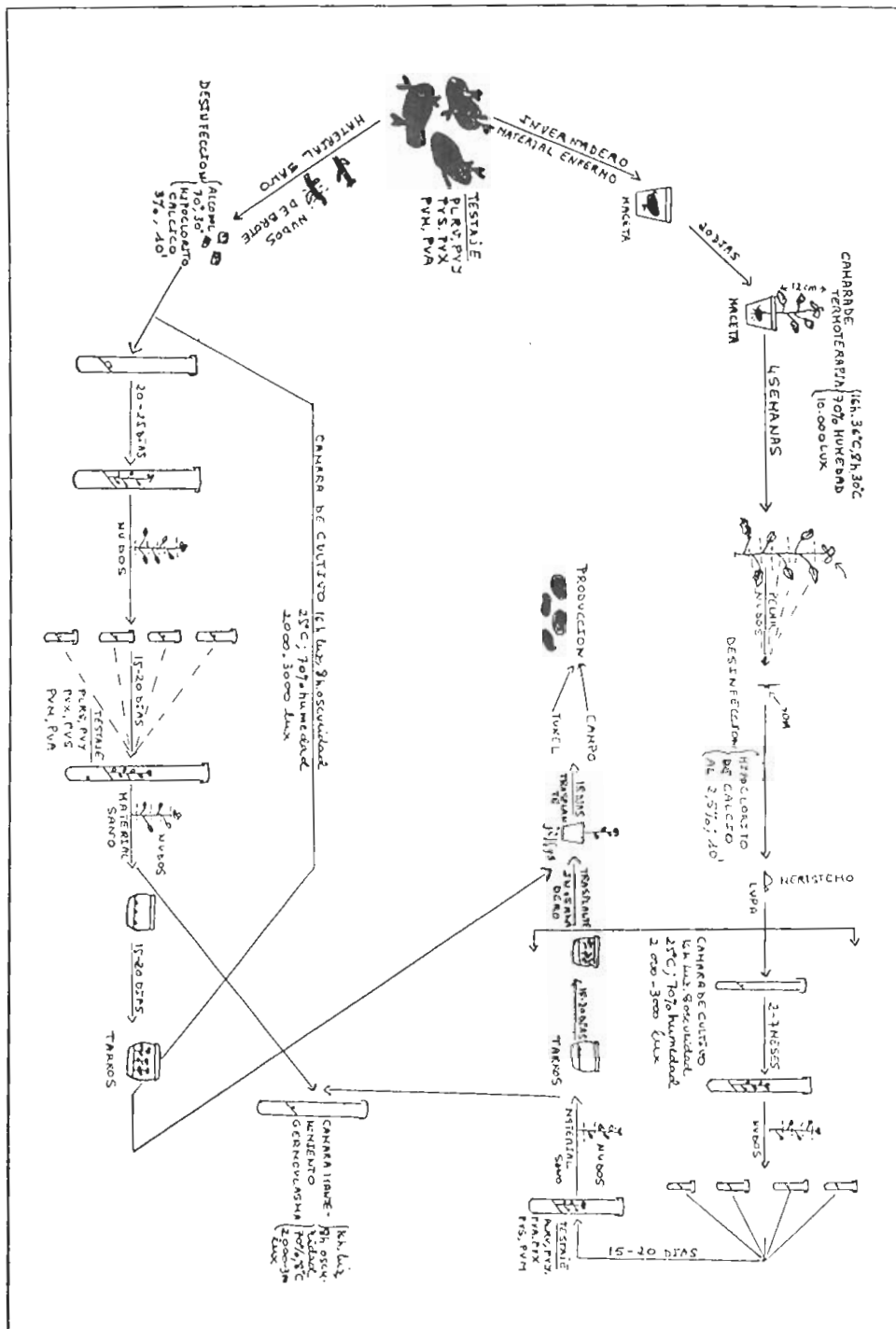
TAYLOR,A.G. (1987). Potato production from true seed: a brief introduction. *HortScience* 23(3):494.

UMAERUS,M. (1987). True potato seeds. Proc. 10th Trien. Conf. EAPR. Aalborg, Denmark.

WHITE,P.R. (1954). The cultivation of animal and plant cells. Ronald Press Co., New York.



3.º SYMPOSIUM NACIONAL DE SEMILLAS - SEVILLA, 1991



TITULO:

ACONDICIONAMIENTO OSMOTICO Y RECUBRIMIENTO DE SEMILLAS

AUTOR (ES):

*GIMENEZ SAMPAIO, T.⁽¹⁾; SAMPAIO, N.V.⁽¹⁾ y
DURAN, J.M.⁽²⁾*

CENTRO DE TRABAJO:

⁽¹⁾ Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico, CNPq,
70750-BRASILIA.

LOCALIDAD:

⁽²⁾ Dpto. P. Vegetal: Fitotecnia, Escuela T.S. Ingenieros
Agrónomos, U. Politécnica, 28040-MADRID.

RESUMEN:

Se describen los fundamentos y las características generales de las técnicas de recubrimiento y acondicionamiento de semillas, así como los materiales más comunmente utilizados en cada caso. Para facilitar la comprensión del texto, se proponen varias definiciones directamente relacionadas con el tema y en seis Tablas se enumeran los materiales, los nombres comerciales y las especies cultivadas más frecuentes. A través de 39 referencias bibliográficas se presentan las aportaciones más recientes y significativas sobre las técnicas descritas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Comité Organizador del III Symposium Nacional de Semillas por haber patrocinado la presente Comunicación, realizada dentro del Proyecto de Recubrimiento de Semillas financiado por la CICYT (Proyecto: AGR88 0221) y CNPq.

1. INTRODUCCION

Es indudable que, a través de todos los tiempos, el hombre ha perseguido siempre alcanzar el máximo perfeccionamiento de los sistemas de cultivo, de tal forma, que le garanticen el éxito técnico y económico de sus actividades agrícolas, en el ámbito de un mercado cada día más exigente y competitivo.

A pesar de los esfuerzos realizados para conseguirlo, muchos de los factores que intervienen en los procesos de producción todavía no se encuentran suficientemente controlados. En este sentido, destacan las dificultades encontradas a la hora de uniformar todos los estados que caracterizan la producción vegetal, que se extienden desde la nascencia hasta la cosecha. En gran medida, ello se debe a las características morfológicas, fisiológicas o genéticas que presentan las semillas.

Si lo anterior expuesto es verdadero para un gran número de especies vegetales, adquiere mayor importancia cuando se trata de semillas hortícolas. Ya sea por su forma, tamaño, peso, falta de uniformidad en la germinación, presencia o ausencia de determinados reguladores del crecimiento, dormición, u otras causas, las semillas hortícolas suelen presentar algunas dificultades que pueden comprometer seriamente el proceso productivo en el que normalmente participan.

Entre las soluciones propuestas a los problemas planteados por las semillas hortícolas en relación con el interés despertado por las denominadas siembras directas (siembras de precisión), frente a las costosas operaciones de trasplante, el primer paso es sin duda el empleo de semillas de mayor calidad.

Para alcanzar este objetivo, varias alternativas están siendo constantemente perfeccionadas, tratando de encontrar mejorías tanto en los aspectos físicos como fisiológicos de las semillas. Dentro de ellas, cobran cada vez mayor importancia los tratamientos dados a las semillas con anterioridad a la siembra.

2. TRATAMIENTOS DIRIGIDOS A LAS SEMILLAS

Dos tipos fundamentales de tratamientos pueden ser realizados: 1) Los de aplicación externa, que normalmente pueden ser practicados sobre cualquier tipo de semillas y 2) los denominados especiales, que afectan el metabolismo interno de las mismas.

El primer caso se puede ejemplificar con: 1) El empleo de tratamientos fitosanitarios (fungicidas, insecticidas, bactericidas, etc.) y 2) la inoculación con microorganismos (*Rhizobium*, micorrizas; etc.), cuya asociación simbiótica a través del sistema radicular de la joven plántula repercutirá benéficamente sobre el cultivo.

Dentro del grupo de tratamientos que afectan el metabolismo de las semillas, es bastante conocido el uso de las denominadas técnicas de escarificación (con ácidos o álcalis concentrados), la estratificación (fría, caliente y/o fría/caliente) y la vernalización. Todas ellas van dirigidas a facilitar la germinación a través de la eliminación de aquellos obstáculos o impedimentos de naturaleza física, química o biológica que, como la presencia de un tegumento duro o los fenómenos de latencia, se oponen a la germinación del embrión, que es en definitiva el que puede y debe germinar.

Otra práctica, utilizada con el objetivo de acortar el ciclo de cultivo y conseguir poblaciones más uniformes, es el uso de semillas pregerminadas, suspendidas en geles apropiados, que se distribuyen en el suelo mediante sembradoras especiales, método que recibe el nombre de siembra fluida.

Debido a dificultades aún no resueltas para su aplicación a gran escala, algunos tratamientos deben ser todavía clasificados como experimentales. Dentro de esta categoría se encuentran todos aquellos que están relacionados con algunas técnicas novedosas, como pueden ser la hidratación y secado, el acondicionamiento osmótico y la infiltración de sustancias útiles para la germinación, o la aplicación de diferentes tipos de radiaciones (rayos γ , rayos X, microondas, UV, R-FR e IR, entre otras).

No pudiendo describir todas las técnicas utilizadas con igual profundidad, en este trabajo hemos centrado la atención en las técnicas de recubrimiento, acondicionamiento osmótico e hidratación y secado de semillas; las dos últimas serán revisadas de forma conjunta.

3. RECUBRIMIENTO DE SEMILLAS

El recubrimiento de semillas consiste en envolverlas con diversos materiales, normalmente inertes, que sean capaces de lograr un conjunto de características favorables que, en condiciones naturales, no se obtendría; de tal forma, que afecten la semilla, el suelo y/o la superficie común a ambos, permitiendo así la oportunidad de acondicionar e influir sobre el microambiente de cada semilla.

3.1. ANTECEDENTES

De acuerdo con la bibliografía clásica en materia de tecnología de semillas (Ver Bibliografía al final del artículo), la primera iniciativa para recubrir semillas es ya bastante antigua. La primera patente relacionada con el recubrimiento de semillas fue emitida en 1868. Sin embargo, su aplicación comercial no despertó gran interés hasta 1940, año en que Vogelsang aparece como uno de los primeros defensores de la "peletización" de semillas. Entusiasmado con los beneficios potenciales de este proceso, Vogelsang organizó la primera compañía comercial con el objetivo de producir y comercializar semillas "peletizadas".

Animadas por los buenos resultados iniciales, otras compañías empezaron a demostrar interés por el tema, y en 1946 CERES registró la primera patente mundial para "peletizar" semillas de remolacha. En 1974, un estudio realizado por ASGROW SEEDS, revela que en Estados Unidos el 43 % de los productores de cultivos hortícolas utilizan técnicas de siembra de precisión y que el uso de semillas recubiertas es el factor clave para tener éxito en la implantaciones de muchos de los cultivos. Actualmente, los esfuerzos de investigación realizados en la área del recubrimiento de semillas abarcan cada vez más un mayor número de especies cultivadas, con especial énfasis en las hortícolas. En los últimos 30 años, las investigaciones han estado especialmente centradas en semillas de leguminosas. La velocidad con que las investigaciones perfeccionan las técnicas de recubrimiento hace que la información, tanto sobre los materiales de recubrimiento como la metodología utilizada en un momento dado cambien rápidamente, y queden de pronto obsoletas, conservando tan sólo un cierto interés histórico.

El constante incremento de la productividad y la búsqueda de innovaciones que permitan disminuir los costes de producción, ha hecho que el recubrimiento de semillas alcance cada vez más una mayor importancia dentro del proceso productivo. Ello se debe fundamentalmente a que el recubrimiento de semillas ofrece la flexibilidad necesaria para resolver cuestiones tan fundamentales como: 1) La protección de las semillas contra ataques exteriores; 2), el aporte o suministro de nutrientes, oxígeno y reguladores de crecimiento; 3) la aplicación localizada de herbicidas o sus antidotos y 4) permitir una siembra de precisión en aquellos cultivos considerados como problemáticos a la hora de pensar en su implantación directa sobre la parcela de cultivo.

3.2. DEFINICIONES

Los rápidos avances ocurridos en tecnología del recubrimiento de semillas a partir de la década de los años 80, han venido acompañados de una cierta confusión terminológica. Muchas veces, una misma técnica aparece descrita utilizando términos distintos. Con frecuencia, técnicas diferentes se describen con el empleo de términos amplios y genéricos que difícilmente consiguen explicar el tratamiento al que la semilla ha sido sometida. Tratando de clarificar estos conceptos, pasamos seguidamente (Tabla I) a describir algunos de los términos que más comúnmente podemos encontrar en la literatura relacionada con el recubrimiento de semillas.

1. *Tratamiento de semillas.* Término amplio y general que no especifica el método seguido para modificar el estado o comportamiento de la semilla. Simplemente indica que la semilla ha sido sometida a un componente (químico, nutricional, hormonal, etc.), a un proceso (imbibición, secado, etc.), o a distintas formas de energía (irradiación, calor, magnetismo, electricidad, etc.). Dentro del concepto de tratamiento de semillas también debe incluirse el término menos comúnmente usado de revestimiento de semillas ("seed dressing"), que se refiere a la aplicación de partículas sólidas (usualmente un fungicida o insecticida), muy finas, pulverizadas sobre la superficie de las semillas en pequeñas cantidades, para protegerlas de plagas y/o enfermedades.
2. *Semilla embebida.* Proceso por el cual las semillas pueden ser conducidas a absorber agua, nutrientes, protectores fitosanitarios, reguladores del crecimiento, u otras sustancias, por inmersión en soluciones apropiadas durante determinados períodos de tiempo y condiciones ambientales.
3. *Semilla revestida.* Se refiere a la consecución de una fina superficie sólida o líquida, mediante la aplicación de sólidos disueltos o suspendidos, de tal forma que de lugar a la aparición de una capa, más o menos continua, que cubra la cubierta natural de la semilla. Las semillas así tratadas se mantienen individualizadas y el tratamiento apenas modifica significativamente el peso y la forma original.

4. *Semilla encostrada*. También reciben el nombre de semilla incrustada. Una vez realizado el tratamiento, las semillas se mantienen individualizadas, con modificación importantes del tamaño y peso inicial, pero no en su forma original.
5. *Semilla peletizada*. Es el resultado de la aplicación de materiales sólidos, en cantidad suficiente, para la formación de gránulos, aproximándose a una forma esférica o elíptica, con una o más (generalmente hasta 4-5) semillas por unidad.
6. *Semilla pildorada*. Se trata de unidades portadoras de semillas, con forma aproximadamente esférica, destinadas fundamentalmente a la siembra de precisión. Cada unidad contiene solamente una semilla, cuyo tamaño y forma han sido modificados de tal modo que no pueden ser reconocidos externamente. Junto con el material inerte utilizado para formar la píldora se pueden añadir otras sustancias tales como, nutrientes, pesticidas, colorantes u otros aditivos. De forma similar a lo que sucede en la industria farmacéutica, las píldoras pueden elaborarse básicamente por dos métodos completamente diferentes, lo que da lugar a los dos términos que se describen a continuación (7 y 8).
7. *Semilla en tabletas*. Son las denominadas "tablet seeds". Se trata de semilla pildorada (6) obtenida por compresión, al ser colocadas, una a una, sobre una plataforma alveolada y rodeadas con una pasta. La forma final viene dada por el molde utilizado en el proceso.
8. *Semilla recubierta*. También reciben el nombre de "coated seeds". Se trata de semilla pildorada (6) obtenida por agitación de la semilla en el interior de un tambor rotativo, al que se van adicionando alternativamente un aglutinante (adhesivo) y el material inerte. El adhesivo puede incorporarse mediante pulverización, nebulización o atomización, mientras que el material inerte suele incorporarse mediante pulverización. El rodamiento y resbalamiento de unas semillas sobre otras hace que el polvo se adhiera a la superficie de las semillas y finalmente se forme una píldora, cuya forma final suele ser esférica.
9. *Semilla encintada*. Son las denominadas "taped seeds". Se obtienen como resultado de un proceso especial de recubrimiento a través del cual las semillas se incorpora de forma mecánica sobre una cinta de celulosa (papel) o plástico, fácilmente disgregable por el agua. La cinta, con las semillas uniformemente espaciadas, puede ser doblada formando un rollo, fácilmente transportable, apto para ser extendido directamente sobre el suelo.
10. *Semilla inoculada*. Se refiere al tipo de semilla que ha recibido la aportación de microorganismos útiles (*Rhizobium*, micorrizas, etc.), con o sin aditivos para prolongar su viabilidad.
11. *Semilla desnuda*. Semilla no recubierta, que presenta íntegros sus tegumentos naturales.

3.3. OBJETIVOS DEL RECUBRIMIENTO DE SEMILLAS

Como objetivo general, la aplicación de técnicas de recubrimiento persigue la modificación de algunas de las características intrínsecas de las semillas de cada una de las especies utilizadas, tales como el pequeño tamaño que presentan algunas semillas, como el tabaco por ejemplo, o la necesidad de protección fitosanitaria que precisan los cereales u otros cultivos. En cualquier caso es preciso tener en cuenta que el objetivo principal es el de salvaguardar, y si cabe mejorar, el normal desarrollo de las semillas, tanto desde el punto de vista fisiológico como económico. A modo de resumen podemos señalar los siguientes objetivos:

1. Modificar el peso, el tamaño y/o la forma inicial de las semillas. Constituye uno de los objetivos más importantes. Estas modificaciones ofrecen las siguientes ventajas: a) Permiten la siembra directa de precisión, incluso con semillas pequeñas, ligeras o de forma irregular, como suelen ser las de numerosas especies hortícolas, ornamentales o forrajeras; b) mejoran la trayectoria y uniformizar la distribución de mezclas a base de semillas y abonos, especialmente en siembras aéreas; c) aumentan la capacidad (velocidad y uniformidad) de penetración de las semillas en el suelo cuando son utilizadas en siembras aéreas, sobre vegetación ya existente o superficies previamente inundadas, como puede ser el caso del arroz y d) facilitan la visibilidad y localización de las semillas, lo que resulta especialmente interesante en el cultivo de especies ornamentales y jardinería, donde la realización de semilleros o el empleo de embalajes especiales es una práctica frecuente.
2. Posibilitar el establecimiento de un microambiente más favorable para que los microorganismos útiles que hayan sido inoculados a las semillas puedan desarrollar plenamente su actividad.
3. Proteger las semillas contra posibles ataques de hongos, insectos, pájaros y roedores, a través de la correspondiente incorporación de productos fitosanitarios y repelentes.
4. Posicionar y dosificar correctamente el suministro de nutrientes adecuados a las necesidades iniciales de cada cultivo.
5. Aportar sustancias especialmente útiles o beneficiosas para la germinación de las semillas y el desarrollo inicial de las plántulas, tales como reguladores de crecimiento, vitaminas o sustancias capaces de liberar oxígeno.
6. Potenciar la captación y el mantenimiento de la humedad en el microambiente que circunda cada semilla, a través de la incorporación de materiales específicos (turba, vermiculita, poliacrilamida, etc.) durante el recubrimiento.
7. Permitir un cierto control del tiempo necesario para que la germinación pueda producirse, a través del uso de sustancias estimulantes o retardantes del crecimiento, según las necesidades del productor o viverista.

8. Facilitar el manejo de las malas hierbas con la incorporación de herbicidas selectivos o antidotos de los mismos.
9. Aumentar la vida media (longevidad) del lote de semillas, manteniendo los beneficios de algún tratamiento suministrado a las semillas durante el período de almacenamiento.
10. Ahorrar "inputs" (mano de obra, labores, semilla, etc.), lo que reduce considerablemente costes totales del cultivo, lo que cada día se hace más necesario, debido al precio unitario excepcional que pueden alcanzar algunos de los elementos que, como las semillas, son parte esencial del proceso productivo.

3.4. MATERIALES UTILIZADOS

En el recubrimiento de semillas se emplean básicamente dos tipos de materiales: 1) Los adhesivos y 2) los materiales de cobertura y acabado.

3.4.1. ADHESIVOS

La agitación de semillas en un tambor rotatorio, cualquiera que sea el proceso seguido para el recubrimiento, desencadena una serie de fuerzas de distinta naturaleza (cohesión mecánica, Van der Waals y electrostáticas) que favorecen el aglutinamiento natural de las semillas con el material de recubrimiento, incluso sin adhesivos.

A pesar de lo anteriormente indicado, durante los procesos subsiguientes de secado, embalaje, almacenamiento, transporte y siembra, las semillas suelen sufrir diversos tipos de impactos, por lo que deben estar protegidas de forma especial. En estas etapas, si el recubrimiento hubiera sido realizado sin la utilización de adhesivos, resultaría frágil y sería propenso a quebrarse, convirtiéndose nuevamente en polvo, perdiéndose así muchos de sus componentes activos. Por ese motivo, es preciso mantener la integridad física de la semilla recubierta, lo que se alcanza a través de la utilización de sustancias aglutinantes.

La tecnología actual de los adhesivos permite que sean seleccionados de acuerdo con sus características especiales, encaminadas a satisfacer las distintas necesidades buscadas en cada recubrimiento, a saber: a) Mayor afinidad para determinados sustratos; b) distintos grados de solubilidad (o insolubilidad) en agua; c) resistencia y plasticidad para evitar fracturas y pulverulencia y d) viscosidad apropiada para facilitar su aplicación.

3.4.2. MATERIALES DE COBERTURA Y ACABADO

Al igual que en el caso de los adhesivos, los materiales que pueden ser utilizados como elementos de cobertura en el recubrimiento de semillas son muy numerosos. La elección de uno de ellos depende normalmente de varios factores, como pueden ser: a) La especie a ser recubierta; b) los objetivos perseguidos con el recubrimiento; c) las condiciones ambientales a que será expuesto el cultivo y d) las posibles compatibilidades con otros materiales y tratamientos suministrados de forma combinada a las semillas.

Los materiales utilizados para el recubrimiento pueden ser de minerales (arcillas) u orgánicos. Estos últimos a su vez pueden ser de origen vegetal (serrín, cascarillas, etc.) o animal (harina de huesos).

Intimamente relacionadas con los materiales de cobertura y los aditivos, están las técnicas de acabado que constan fundamentalmente del pulido y tinte o coloración final de las semillas recubiertas.

Normalmente, el pulido no tiene otra función que mejorar el aspecto externo de la semilla y preparar su superficie para recibir el acabado final del proceso de recubrimiento con la aplicación de algún colorante.

La coloración, representa la última fase del recubrimiento. Además de mejorar el aspecto general de las unidades portadoras de semillas, lo que representa una importante ventaja comercial y de marketing, facilita al productor o viverista el seguimiento de la colocación de las semillas en el lecho de siembra (profundidad y espaciamento) y permite una diferenciación fácil y práctica entre distintos tratamientos. Según algunos autores, también puede llegar a ejercer una acción repulsiva ante la presencia de pájaros y roedores.

Normalmente, las empresas que poseen el dominio del recubrimiento de semillas mantienen en secreto todas las especificaciones relacionadas con las técnicas que acabamos de señalar, siendo en su mayor parte objeto de patentes nacionales o internacionales. Lógicamente, razones comerciales estratégicas y comerciales suelen impedir la divulgación de las características que poseen la mayor parte de los materiales utilizados en el recubrimiento (materiales de relleno, aglutinantes, aditivos, colorantes, etc.), como pueden ser: tipo, origen, dosificación, mezclas, granulometría y metodología utilizada para su aplicación.

Por las razones anteriormente expuestas, los avances obtenidos en los trabajos de investigación en el ámbito del recubrimiento de semillas no suelen estar plenamente disponibles a la comunidad técnico-científica, lo que dificulta tremendamente el intercambio de información, tan necesario para poder resolver de forma rápida y eficiente los principales problemas que la técnica del recubrimiento de semillas plantea.

En cualquier caso, los conceptos básicos de los procesos inherentes a las técnicas de recubrimiento hasta hoy utilizadas, son perfectamente conocidos y se encuentran descritos a través de la abundante literatura que existe publicada al respecto (ver referencias bibliográficas al final de la comunicación). Un resumen de las materias primas más comúnmente utilizadas en el proceso de recubrimiento constituye la Tabla 2.

3.5. ESPECIES QUE SE RECUBREN

Las primeras referencias ampliamente divulgadas que se conocen, apuntan hacia el recubrimiento a gran escala de leguminosas y otras especies forrajeras con la finalidad de inocular y aumentar el tamaño y peso de esas semillas a través de la peletización.

Dentro de los cultivos extensivos, la remolacha azucarera constituye el cultivo pionero en esta técnica, posibilitando así la siembra directa de precisión, lo que sin duda contribuyó a rentabilizar el cultivo. Los grandes éxitos conseguidos con el cultivo de la remolacha dirigieron rápidamente el interés de la técnica hacia otras especies, que también exigían soluciones para distintos problemas de implantación, como por ejemplo: a) El pequeño tamaño de las semillas de tabaco; b) la forma irregular de las semillas de pimiento y tomate, o c) el poco peso, la forma alargada, y los problemas relacionados con la termolabilidad de las semillas de lechuga.

A partir de los avances tecnológicos que poco a poco se han ido produciendo, tanto en la selección de materiales como en el manejo de los procedimientos y metodologías de recubrimiento y ante las numerosas ventajas que esta práctica ofrece a la hora de resolver muchos de los problemas que se plantean en la moderna Agricultura, su interés es generalizado y se halla prácticamente difundido entre todas las especies cultivadas que gozan de una cierta importancia económica (Tabla 3).

De acuerdo con lo anteriormente descrito, las semillas pueden verse implicadas en varios tipos de recubrimiento, desde un simple revestimiento hasta la formación de estructuras más complejas, como la pildoración ("tablet" y "coated") o la distribución en cintas ("taped"). Las empresas productoras de cada uno de los posibles tipos de semillas suelen adoptar nombres comerciales específicos para referirse a los distintos recubrimientos y tratamientos recibidos por las semillas que ponen a disposición de los productores (Tabla 4).

4. ACONDICIONAMIENTO OSMOTICO

El tiempo que transcurre desde la siembra hasta el establecimiento de la densidad final de plantas por parcela, constituye una fase crucial para todos los cultivos. Lo anteriormente indicado es significativamente importante para algunas especies, dentro de las cuales se encuentran las hortalizas, donde la falta de uniformidad y la irregularidad de la nascencia pueden tener un importante impacto en todas las fases posteriores del proceso productivo, así como sobre la calidad final del producto.

Generalmente, el suelo no ofrece las condiciones propicias para que las semillas superen, por si solas, las dificultades con las que deben de enfrentarse a la hora de la germinación y nascencia. Por ello, con cierta frecuencia, las semillas permanecen expuestas a condiciones desfavorables y pueden sufrir un estrés (temperaturas extremas, déficit o exceso de humedad, salinidad, pH desfavorable, costra, ataque de plagas y/o patógenos, etc.) más o menos acusado que impida la consecución de un nivel poblacional adecuado. Lo que acabamos de exponer cobra mayor importancia para algunas especies que, además de los problemas ambientales adversos a los que pueden verse expuestas durante las primeras fases de desarrollo nascencia, poseen algún mecanismo fisiológico que impide o bloquea la germinación normal de la semilla.

La alta competitividad del mercado, unida a la búsqueda de cultivos cada vez más rentables, está propiciando la aparición de nuevos tratamientos de presiembra destinados a mejorar el desarrollo de las semillas en el campo.

Tratando de acortar el tiempo transcurrido entre la germinación propiamente dicha y la emergencia del cultivo, la bibliografía reciente contempla diversos métodos para estimular la germinación de semillas y/o desarrollo de plántulas. Incluso en el caso de que muchos de esos tratamientos no son estrictamente de recubrimiento de semillas, son prácticas que están íntimamente relacionadas con ellos y no pueden ser ignoradas. Dentro de tales tratamientos, realizados siempre antes de la siembra, se encuentra el uso de sustancias hormonales, la hidratación y secado y el acondicionamiento osmótico.

La imbibición y secado es una técnica que se fundamenta en el conocimiento del proceso de absorción de agua que tiene lugar durante la germinación. En este proceso pueden distinguirse tres etapas distintas: 1) La imbibición rápida y pasiva de agua; 2) un período transitorio, caracterizado por una pequeña entrada de agua, y 3) el estado final, que coincide con la fase inicial de crecimiento o protusión de la radícula.

De las tres fases señaladas en el párrafo anterior, la tercera es irreversible, puesto que en ella la semilla ya se considera como germinada. No obstante, si la imbibición se interrumpe en la segunda fase, la semilla puede ser desecada nuevamente hasta recuperar su contenido inicial de humedad, sin que en la mayor parte de los casos se observen daños irreparables desde el punto de vista de su germinación en condiciones controladas de laboratorio o de campo. Las semillas así obtenidas son clasificadas como semillas listas o preparadas para poder germinar, también denominadas "primed seeds". Se trata de semillas acondicionadas, aptas para germinar rápidamente cuando sean sembradas.

El acondicionamiento que acabamos de describir puede ser conseguido a embebiendo las semillas en soluciones que presentan diferentes potenciales osmóticos o simplemente, a través de una hidratación con agua destilada/desionizada, seguida del posterior secado de las mismas.

El acondicionamiento osmótico de semillas constituye una de las técnicas más recientemente desarrolladas. Consiste en realizar una hidratación de las semillas en condiciones controladas, exponiéndolas para ello a una solución acuosa con un potencial osmótico conocido. El proceso debe realizarse de tal forma que permita a las semillas absorber suficiente volumen de agua para activar el metabolismo germinativo, sin que lleguen a producirse situaciones de anoxia (falta de oxígeno para respirar), fermentaciones o se desencadenen procesos desfavorables que puedan comprometer el buen funcionamiento de cualquier mecanismo que, directa o indirectamente se halle implicado en la germinación.

Desde el punto de vista físico, la absorción de agua se detiene justo en el momento en que se igualan las concentraciones osmóticas que desencadenan la absorción inicial de agua por parte de las semillas a través de sus tegumentos. En ese momento, que coincide con la segunda fase de la germinación, el proceso se detiene. Todo ello sucede antes de que la protusión de la radícula pueda observarse.

A pesar de que los fundamentos de la técnica son bien conocidos, todavía quedan muchos aspectos básicos por esclarecer y lo que, desde el punto de vista aplicado es más importante, todavía falta una tecnología concreta que permita su aplicación correcta. No obstante, la técnica ha despertado tal interés que la literatura especializada en este tema ofrece constantes innovaciones. De forma similar a lo que ocurre en el caso del recubrimiento de semillas, el número de especies que han sido ensayadas es ya muy elevado.

La mayor parte de los estudios realizados apuntan hacia alguno de los siguientes objetivos: 1) Encontrar las sustancias osmoacondicionantes más adecuadas para cada especie; 2) conocer cuales son las concentraciones óptimas para cada sustancia; 3) determinar la temperatura y el tiempo óptimo de imbibición; 4) encontrar el método de aireación y secado más conveniente y 5) simplificar el proceso al máximo hasta convertirlo en algo completamente factible de ser llevado a la práctica a gran escala. A modo de ilustración, las Tablas 5 y 6 recogen algunos ejemplos de las especies cultivadas (Tabla 6) y de las sustancias (Tabla 5) más comúnmente descritas.

En términos generales se puede señalar que los resultados obtenidos han sido tan prometedores que, en el momento actual, el acondicionamiento osmótico de semillas representa una técnica de vanguardia y quizás de futuro en lo que a tecnología de semillas se refiere. Basándose en los conceptos clásicos de vigor y en los resultados de sus propias investigaciones, algunos autores incluso ven en este método la capacidad de "revigorar" semillas.

Cualesquiera que sean los puntos de vista que puedan mantenerse al respecto, hay que tener muy en cuenta que todavía queda un largo camino por recorrer, especialmente en lo que se refiere a dilucidar cuales son los mecanismos que operan en las semillas osmóticamente acondicionadas y a los posibles efectos que este tipo de tratamientos producen sobre ellas. Sólo con el esclarecimiento de tales premisas podrá hacerse un uso más efectivo de esta nueva herramienta puesta a disposición del sector productor o comercializador de semillas, de forma que, aplicada sólo o conjuntamente con el recubrimiento, venga a mejorar el comportamiento de las semillas para cada una de las condiciones específicas que pueden encontrarse.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALJARO, U. A. y WYNEKEN, H. L. (1985) Acondicionamiento osmótico de semillas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) y sus efectos sobre la germinación y emergencia. **Agricultura Técnica**, 45, 293-302.
2. ALVARADO, A. D., BRADFORD, K. J. and HEWITT, J. D. (1987). Osmotic Priming of Tomato Seeds: Effects on germination, field emergence, seedling growth, and fruit yield. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, 112, 427-432.
3. ANONIMO (1982). Americans increase seed viability with herbicide coating. **World Crops.**, 30-31.
4. ANTONOV, I., SLAVOV, K., PURVANOV, P. and STANCHEV, S. (1978). Pelleting of sugar beet seed and of some other crops. **Plant Sci.**, 15.
5. ARGERICH, C.A. and BRADFORD, K.J. (1989). Priming, ageing and seed vigour. **J. Exp. Bot.**, 40, 543-598.
6. BACON, J.R. and CLAYTON, P.B. (1986). Protection for seeds: A new film coating technique. **Span**, 29, 54-56.
7. BARANOV, M. (1985). Sowing qualities of pelleted tomato seeds. **Hort. Abst.**, 55, 628.

8. BAXTER, L. (1986). Effect of a hydrophilic polymer seed coating on the field performance of sweet corn and cowpea. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, 111, 31-34.
9. BORDERON, M.A. (1989). Enrobage et pelliculage: La semence habillée. **Cultivar**, 246, 77-78.
10. BRADFORD, K.J. (1986). Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. **HortSc.**, In: Proc. Sym. Seed Germination under Environmental Stress, 21, 1105-1112.
11. BROCKLEHURST, P.A. and DEARMAN, J. (1983). Effects of calcium peroxide as a supplier of oxygen for seed germination and seedling emergence in carrot and onion. **Seed Sci. & Technol.**, 11, 239-299.
12. BURGASS, R.W., and POWELL, A.A. (1984). Evidence for repair processes in the invigoration of seeds by hydration. **Ann. of Bot.**, 53, 753-757.
13. CHATEL, D.L. (1987). Techniques for inoculation and lime pelleting. **Western Australian Dept. Agric.**: 6.
14. DEARMAN, J., BROCKLEHURST, P. A. and DREW, R. L. K. (1987). Effects of osmotic priming and ageing on the germination and emergence of carrot and leek seed. **Ann. Appl. Biol.**, 111, 717-722.
15. DURAN, J.M. (1989). Pre-acondicionamiento y recubrimiento de semillas hortícolas. **Agricultura**, 679, 128-131.
16. EDWARDS, R.L., and SUNDSTROM, F.J. (1989). Pepper seed respiration, germination, and seed development following seed priming. **HortSc.**, 24, 343-345.
17. ELAD, Y. (1982). Control of *Rhizoctonia solani* in cotton by seed coating with *Trichoderma* spp. spores. **Plant and Soil**, 66, 279-281.
18. FAY, P.K. (1980). Coating sodium azide granules to enhance seed germination. **Weed Science**, 28, 674-677
19. FOLSTER, E., POTZ, H. and SCHILDMEYER, A. (1987). Do pelleted seeds germinate later?. **Hort. Abst.**, 57, 895-896.
20. HENDRICKS, S.B. and TAYLORSON, R.B. (1974). Promotion of seed germination by nitrate, nitrite, hydroxylamine, and ammonium salts. **Pl. Physiol.**, 54, 304-309.
21. HENRIKSEN, K. (1987). Seed type and sowing techniques for onion. **Hort. Abst.**, 57, 263.

22. INCOTEC-RAMIRO ARNEDO (1989). Tecnología de semillas y de empildorado. Divulgación comercial de semillas selectas Ramiro Arnedo S.A., 9p.
23. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRARIAS (1988). Siembra directa de pimiento. Mesa redonda "Siembra Directa en Pimiento", Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, 39 p.
24. KHAN, A.A. and TAYLOR, A.G. (1986). Polyethylene glycol in-corporation in table seed pellets to improve emergence and yield in wet soil. **Hort. Abst.**, 56, 1026.
25. LASKA, P., BARTOS, J. and ROD, J. (1986). Pelleting of cabagge seed using carbofuran, benomyl and thiram with sacrust against pests and diseases. **Hort. Abst.**, 56, 739.
26. LOWTER, W.L. (1979). Coating materials for commercial inoculated and coated clover seed. **New Zealand J. Agr. Res.**, 22, 475-478.
27. MACCHIA, M., BENVENUTI, A. and NESTI, E. (1985). Germination characteristics of pelleted seeds of several vegetable spe-cies. **Hort. Abst.**, 55, 261.
28. MOLZAHN, G. and RAISS, G. (1985). Seed pelleting of wild flower species. **Hort. Abst.**, 55, 286.
29. MURRAY, G. A. (1990). Priming sweet corn seed to improve emergence under cool conditions. **HortSc.**, 25, 231.
30. NUVOLI, S., SERRA, G., and TOGNONI, F. (1990). Primingand storage of celery (*Apium graveolens* L.) seeds. **XXIII Int. Hort. Congress, Abstracts**, 3156.
31. PILL, E. and EVANS, T.A. (1991). Seedling emergence and economic yield from osmotically primed or hydrated seeds of carrot (*Daucus carota* L.). **J. Hort. Sci.**, 66, 67-74.
32. RHODES, E.R. (1979). Effects of pelleting cowpea and soybean seed whit fertilizer dust. **Exp. Agric.**, 15, 27-32.
33. ROBINSON, F.E. (1977). Seed coating, precision planting, and sprinkler irrigation for optimum stand establishment. **Agron. J.**, 68, 694-695.
34. ROOS, E.E. (1979). Storage behavior of pelleted, tableted, andtaped lettuce seed. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, 104, 283-288.
35. SCOTT, J.M. (1989). Seed coatings and treatments and their effects on plant establishment. **Adv. Agron.**, 42, 43-83.

36. THANOS, C.A., GEORGHIOU, K. and PASSAN, H.C. (1989). Osmoconditioning and ageing of pepper seeds during storage. *Ann. Bot.*, 63, 65-69.
37. TONKIN, J. H. B. (1979). Pelleting and other presowing treatments. *Adv. Seed Technol.*, 4, 84-105.
38. TULLY, E.R., MUSGRAVE, M.E. and LEOPOLD, A.C. (1981). The seed coat as a control of imbibitional chilling injury. *Crop. Sci.*, 21, 312-317.
39. VALDES, V.M. and BRADFORD, K.J. (1987). Effects of seed coating and osmotic priming on the germination of lettuce seeds. *J. Amer. Soc. Hort. Sc.*, 112, 153-156.

Tabla 1. Clasificación de las semillas recubiertas según sus características y tipo de utilización.

TIPO		CARACTERISTICAS	SIEMBRA DIRECTA
Revestidas		Peso, tamaño y forma inicial poco modificados	Adecuadas o no para la siembra directa de precisión.
Encostradas		Peso y tamaño inicial poco modificados. Forma modificada.	
Peletizadas		Gránulos que pueden portar una o más semillas.	
Pildoradas	Tabletas	Recubrimiento realizado por prensado.	Producidas especialmente para la siembra directa de precisión.
	Revestidas	Recubrimiento realizado por aglutinación de materiales en un tambor rotatorio.	
Encintadas		Las semillas se disponen sobre una cinta de material soluble al agua.	

Tabla 2. Materiales frecuentemente utilizados en el recubrimiento de semillas, clasificados según el papel que desempeñan en el proceso.

ADHESIVOS	COBERTURA	COLORANTES	ADITIVOS
ORGANICOS: Aceite vegetal Almidón Azúcares Caseína Etilcelulosa Gelatina Goma arábica Leche en polvo Miel Metilcelulosa MINERALES Y SINTETICOS: Aceites minerales Acetato de polivinilo Alcohol polivinílico polivinilo Oxidos de polietileno Polielectrolitos insolubles Poliuretanos Resinas plásticas	MINERALES: Arcillas Bauxita Bentonita Dolomita Montmorillonita Vermiculita Arena Carbonato cálcico Coloides hidrófilos Fosforita Talco Tierra de diatomeas Trípoli Turba Yeso ORGANICOS: Animales Harina de huesos Gallinaza Mucílago Sangre Vegetales Carbón Cascarillas Serrín Musgos	CAA⁽¹⁾: Amarillo limón T Amarillo de quinolefna Azul V Clorofila soluble Clorofilina soluble Eritrosina G Naranja PAL Negro BBN Rojo fresa AM Punzo 3RF Rosalina FA OTROS: Esmaltes Lacas Tintas	NUTRIENTES: Aminoácidos Azúcares Minerales PLAGUICIDAS: Antídotos Bactericidas Fungicidas Herbicidas Insecticidas Nematicidas Repelentes REGULADORES CRECIMIENTO: Auxinas Citoquininas Giberelinas Etileno Ac. abscísico OTROS: Cofactores C. hidrófilos C. hidrófobos Peróxidos Vitaminas

⁽¹⁾ Colorantes Alimentarios Autorizados

Tabla 3. Especies cultivadas cuyas semillas han sido recubiertas, clasificadas por grupos de cultivos y objetivos perseguidos con el recubrimiento.

ESPECIE	OBJETIVOS ⁽¹⁾
CEREALES:	
Avena	B
Cebada	B,J
Maíz	B,C,E
Trigo	B,E,J,K
FORRAJERAS:	
Alfalfa	A,D,K,J
<i>Festuca</i> sp.	A,E,K
<i>Lolium</i> sp.	A,B,K
<i>Medicago polymorfa</i>	A,K
<i>Trifolium</i> sp.	A,K,D
HORTICOLAS:	
Cebolla	A,G,H,I,J,K
Coles	B
Endivia	K
Guisante	B,D
Lechuga	A,B,F,H,J,K
Maíz dulce	B,C,E,J,K
Perejil	F,G,K
Pimiento	A,K,I
Rábano	J,K
Tomate	A,K,I
Zanahoria	A,F,G,H,J,K
INDUSTRIALES:	
Algodón	A,D,F,K
Remolacha	A,B,E,F,I,K
Tabaco	A,K
LEGUMINOSAS:	
Altramuz	A,B,D,E
Cowpea	B,D,J
Soja	B,C,D,F,J,K
Otras	A,D,E,I
OLEAGINOSAS:	
Colza	B
Girasol	B,F,G
OTRAS:	
Flora silvestre	A,I,K

Tabla 3. Especies cultivadas cuyas semillas han sido recubiertas, clasificadas por grupos de cultivos y objetivos perseguidos con el recubrimiento (Continuación).

- (1) Clasificación y descripción de los objetivos perseguidos en el recubrimiento de semillas:
- A Modificación de forma, tamaño, aspecto y peso de la semilla para su identificación y realización de la siembra de precisión.
 - B Incorporación de fungicidas, insecticidas y/o bactericidas.
 - C Incorporación de herbicidas o sus antídotos.
 - D Incorporación de microorganismos simbióticos (*Rhizobium* sp., micorrizas, etc.), capaces de formar una asociación con las plántulas.
 - E Incorporación de nutrientes minerales u orgánicos.
 - F Incorporación de reguladores del crecimiento (auxinas, giberelinas, citoquininas, agentes liberadores de etileno, ac. abscísico) u otras sustancias capaces de ejercer algún control sobre la germinación.
 - G Incorporación de sustancias liberadoras de oxígeno (peróxidos).
 - H Incorporación de sustancias capaces de mantener la viabilidad y prolongar el periodo de almacenamiento.
 - I Ahorro de la cantidad de semilla consumida en la siembra y mano de obra en su realización.
 - J Estudios relacionados con el control de la humedad en un entorno próximo al que se colocan las semillas en el suelo y absorción de agua durante la germinación.
 - K Estudio del comportamiento de los materiales utilizados en el recubrimiento frente a distintas condiciones de cultivo.

Tabla 4. Algunos ejemplos de denominaciones comerciales, especies cultivadas recubiertas y empresas que las producen.

DENOMINACION	ESPECIE	EMPRESA
BETAKOTE	Remolacha	Royal Sluis Co.
EB ₃ y EB ₅	Remolacha	Germain's Inc.
FILCOAT	Cebolla, lechuga, remolacha, zanahoria	Germain's Inc. Germain's Inc. Ferry Morse Co.
LITE-COAT II	Cebolla, lechuga	Asgrow Seed Co.
MARIBO	Remolacha	Maribo Seed Co.
MINICOAT	Zanahoria Zanahoria	Asgrow Seed Co. Germain's Inc.
MORANCOAT y MORAN MINICOAT	Lechuga	Moran Seed Inc.
OPTIMUMCOAT	Cebolla, remolacha	Asgrow Seed Co.
QUICK PILL	Apio	Royal Sluis Co.
SANOKOTE	Cebolla, puerro, zanahoria	Royal Sluis Co.
SPLIT PILL	Achicoria, begonia, col, endivia, escarola, puerro	Royal Sluis Co.
SPLIT PILL MICRO	Endivia, escarola, lechuga	Royal Sluis Co.
SPLIT PILL SPECIAL	Berenjena, hinojo, pimiento, tabaco, tomate	Royal Sluis Co.
SPLITKOTE	Cebolla, col, endivia, escarola, lechuga, puerro, rábano, zanahoria	Royal Sluis, Co.
SPLITKOTE D	Lechuga	Royal Sluis Co.
SPLITKOTE SPECIAL	Pimiento, tomate	Royal Sluis Co.
TABLET	Lechuga	3M Co.
TAPE	Lechuga	Union Carbide Co.

Tabla 5. Sustancias frecuentemente empleadas en el acondicionamiento de semillas.

SUSTANCIAS	FORMULA
INORGANICAS:	
Cloruro sódico	NaCl
Fosfato disódico	Na ₂ HPO ₄
Fosfato monopotásico	KH ₂ PO ₄
Fosfato potásico	K ₃ PO ₄
Nitrato amónico	NH ₄ NO ₃
Nitrato cálcico	Ca(NO ₃) ₂
Nitrato de aluminio	Al(NO ₃) ₃
Nitrato de cobalto	Co(NO ₃) ₂
Nitrato potásico	KNO ₃
Nitrato sódico	NaNO ₃
Sulfato magnésico	MgSO ₄
ORGANICAS:	
Glicerol	C ₃ O ₃ H ₈
Manitol	C ₆ O ₆ H ₁₄
Polietilenglicol	PEG: 400-6000

Tabla 6. Especies cultivadas frecuentemente descritas en la bibliografía consultada para realizar el acondicionamiento osmótico de sus semillas.

HORTICOLAS	CULTIVOS EXTENSIVOS
Apio	Cebada
Brocoli	Maíz
Col de Bruselas	Soja
Cebolla	Sorgo
Espinaca	Trigo
Guisante	
Lechuga	
Melón	
Pastinaca	
Perejil	
Pimiento	
Puerro	
Repollo	
Sandía	
Tomate	
Zanahoria	

VIABILIDAD, GERMINACION Y VIGOR: TRES CONCEPTOS DISTINTOS PARA UN MISMO LOTE DE SEMILLAS

TITULO:

AUTOR (ES):

LUIS MARTINEZ VASSALLO⁽¹⁾ y
JOSE M. DURAN ALTISENT⁽²⁾

CENTRO DE TRABAJO:

⁽¹⁾ Estación de Ensayo de Semillas, INSPV,
Carretera N-VI, km 7,5, 28000-MADRID.

LOCALIDAD:

⁽²⁾ Dpto. Producción Vegetal: Fitotecnia,
Escuela T.S. Ingenieros Agrónomos, UPM,
C. Universitaria, 28040-MADRID.

RESUMEN:

A partir de los conceptos de viabilidad, germinación y vigor, definidos de acuerdo con las Reglas Internacionales de la ISTA (*International Seed Testing Association*) y de la Asociación Oficial de Analistas de Semillas (AOSA), se presenta la metodología seguida en la Estación de Ensayo de Semillas del Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero (INSPV) para analizar las muestras representativas de lotes de semillas y se discute la problemática existente, ilustrándolo con algunos ejemplos.

INTRODUCCION

Es frecuente encontrar muestras de lotes de semillas que sometidas a condiciones favorables en el ensayo de **germinación** no se desarrollan debido fundamentalmente a una falta de **viabilidad**. Por otra parte, muestras sometidas a las mismas condiciones y que alcanzan elevados porcentajes de germinación posteriormente no emergen o no se desarrollan satisfactoriamente en campo e incluso se desarrollan menos que otras muestras con porcentaje de germinación igual o inferior; es decir, son menos **vigorosas** que estas últimas. En esta comunicación pretendemos facilitar la explicación de estos casos y otros similares mediante la aclaración de tres conceptos esenciales: **viabilidad, germinación y vigor**.

Antes de pasar a clarificar los mencionados conceptos y su medida en el laboratorio es conveniente señalar que cuando hablamos de **lote de semillas** nos referimos a una cantidad específica de semillas, físicamente identificable y que de acuerdo con las Normas Internacionales vigentes (ISTA, 1985) puede variar hasta un máximo de 10.000 kg para semillas de tamaño inferior al trigo y hasta 40.000 kg. para especies de semillas de tamaño superior.

La mayoría de los trabajos, tanto experimentales como de ensayos oficiales de rutina, se realizan sobre **muestras de trabajo** obtenidas mediante homogeneización y reducciones sucesivas de la **muestra global** formada a su vez por **muestras elementales** tomadas de forma representativa, con criterios estadísticos, de los distintos recipientes o envases de semillas que forman el lote. Con lo anterior queremos dejar bien claro que siempre que hablemos de muestra de semillas suponemos que es la representación estadística del lote de la cual procede y en consecuencia lleva consigo un previsible error de muestreo.

VIABILIDAD

En una muestra de semillas, el concepto de viabilidad no se suele establecer de forma rígida sino en función del objetivo que se pretende conseguir. Así por ejemplo, en el caso de un lote de semillas para producción de malta interesa saber su viabilidad desde el punto de vista de emergencia y no la posterior evaluación de la plántula; en cambio, desde el punto de vista de la siembra de un lote de semillas, interesa conocer la capacidad de las mismas para producir plantas en el campo.

En esta Comunicación vamos a considerar semillas viables las que son capaces de transformarse en plántulas aceptables en el campo, incluso bajo condiciones no del todo favorables y como semillas no viables no sólo las semillas totalmente muertas sino aquellas que pueden dar lugar a plántulas anormales y que presumiblemente no van a formar parte del porcentaje de germinación ni van a contribuir a la cosecha bajo condiciones de campo.

La estimación de la viabilidad en el laboratorio se realiza por diversos métodos, siendo los más extendidos el ensayo de germinación que detallaremos más adelante y el ensayo al tetrazolio.

En el ensayo al tetrazolio, las semillas son embebidas en una solución del indicador 2,3,5-cloruro de trifenil tetrazolio, preparado en forma de líquido incoloro que al aceptar hidrógeno procedente de la actividad enzimática que se desarrolla en las células vivas se transforma en una suspensión líquida de color rojo, estable y no difusible, denominada trifenil-formazan, lo que permite distinguir las partes coloreadas, vivas, de las necrosadas o muertas. Además de semillas viables, completamente teñidas, pueden aparecer semillas muertas o no viables, sin colorear y semillas parcialmente teñidas. La localización y tamaño de las áreas necrosadas (no teñidas) en las estructuras esenciales del embrión y/o endospermo y no necesariamente la intensidad de coloración permite clasificar las semillas en viables y no viables, y obtener una medida de la viabilidad de la muestra de semilla.

El método del tetrazolio, además de su rapidez tiene la ventaja de que permite determinar la viabilidad de las semillas con dormancia o latentes y detectar la presencia de ciertos daños mecánicos producidos durante la recolección y/o procesamiento del lote de semillas. No obstante, tiene el inconveniente de que no refleja necesariamente las infecciones por hongos, ni los efectos tóxicos producidos por los tratamientos; por otra parte, no es muy exacto si se realiza el ensayo con semillas que hayan comenzado a germinar.

La muestra de semilla que se utiliza en este método debe proceder lógicamente de la fracción de semilla pura del análisis de pureza específica y su preparación para posterior evaluación varía según la especie que se desee analizar. En algunas especies es necesario humedecer las semillas para reblandecer los tejidos y facilitar la penetración de la solución, en otros casos puede ser necesario manipular las semillas con el fin de exponer el embrión al contacto con la solución. En el Manual de Ensayos al Tetrazolio publicado por la Asociación Internacional de Ensayos de Semillas (ISTA), se especifican par la mayoría de las especies: pretratamientos previos, concentración y tiempos de exposición a la solución de las estructuras esenciales, criterios de evaluación, etc.

Además de los métodos mencionados existen otros para estimar la viabilidad, como la evaluación por Rayos X, basado en la localización del cloruro de bario en las células (no penetra en las células vivas y si lo hace en las muertas), la exudación de azúcares, aunque son de menor difusión.

GERMINACION

Anteriormente hemos mencionado la germinación en laboratorio como uno de los métodos más conocidos de medida de la viabilidad de las semillas. Internacionalmente se entiende como germinación de una semilla en laboratorio, la emergencia y desarrollo de la plántula hasta alcanzar un estado tal que el aspecto de sus estructuras esenciales permita indicar si es capaz o no de transformarse en una planta bajo condiciones favorables en el suelo (Normas ISTA, 1985).

Los resultados del ensayo de germinación en laboratorio se expresan como el porcentaje de semillas puras que han producido plántulas capaces de continuar su desarrollo y convertirse en plantas, cuando han sido sometidas a condiciones normalizadas de sustrato, temperatura, humedad y aireación.

Evidentemente, la germinación y/o su expresión en el laboratorio se utilizan como índice de comparación entre muestras y lotes de semillas y por acuerdo internacional en las transacciones comerciales de semillas, pero siempre teniendo presente que indican únicamente que una muestra de semillas colocada en condiciones normalizadas y generalmente favorables produce un mayor o menor número de plántulas capaces de desarrollarse posteriormente en campo si las condiciones son favorables.

El porcentaje de germinación nos indica el valor de la muestra y en consecuencia del lote para la siembra y sus posibilidades de desarrollarse en campo, pero nunca debe considerarse como un valor absoluto en el sentido de que siempre se van a obtener tantas plantas en el campo como indica el porcentaje de germinación, ya que obviamente no coincidirán nunca, ni el sustrato, ni las condiciones ambientales, con el método utilizado en el laboratorio.

Las Reglas Internacionales de la ISTA, a las que España esta adscrita, y de la Asociación Oficial de Analistas de Semillas (AOSA) describen las condiciones, prácticamente similares por ambas asociaciones, bajo las cuales han de ponerse a germinar las distintas especies.

En el porcentaje de germinación figuran las plántulas denominadas normales, que incluyen las plántulas intactas con todas las estructuras esenciales bien desarrolladas, plántulas con ligeros defectos en sus estructuras y plántulas con infección secundaria, es decir aquellas en las que se aprecia claramente que no son el origen de la infección. Entre las plántulas anormales o que no figuran en el porcentaje de germinación, se incluyen las plántulas dañadas, plántulas deformadas o desequilibradas y plántulas enfermas.

Al finalizar el período del ensayo de germinación generalmente prescrito, aparecen otro tipo de semillas que no han germinado y no puede apreciarse su capacidad de desarrollo a simple vista. En este grupo se incluyen las semillas duras, semillas latentes o durmientes y las semillas muertas. Para evaluar su capacidad de desarrollarse existen diversos tratamientos: en el caso de semillas duras o con impermeabilidad de los tegumentos se obtienen buenos resultados mediante la escarificación mecánica, humidificación, aplicación de ácido sulfúrico o nítrico. En el caso de semillas latentes la aplicación de: almacenamiento en seco, baja temperatura, precalentamiento, luz, nitrato potásico, ácido giberélico, o recubrirlas con envases de polietileno puede ser suficiente para facilitar su posterior evaluación.

La aplicación a estas semillas que permanecen sin germinar, del método del tetrazolio, permite tener un conocimiento de su viabilidad, lo que complementa la información sobre el lote de semillas.

VIGOR

La germinación tal como se ha establecido su concepto permite comparar lotes de semillas en cuanto al valor para su siembra, pero sólo cuando esta se realiza bajo condiciones favorables en el suelo, lo cual como hemos indicado raramente ocurre e incluso aún cuando existan condiciones adecuadas de temperatura, humedad y aireación, existen otros factores que influyen en el desarrollo de la plántula como puede ser la capa y textura del suelo, la microflora existente etc. El resultado de la interacción de todos estos factores es que la proporción de semillas que producen plántulas en el suelo es frecuentemente menor que la capacidad de germinación e incluso variable según las condiciones ambientales.

En principio, se trató de establecer un concepto que agrupase las semillas que no solo germinan bien sino que además se desarrollan bien en el campo. Este fenómeno recibió diversos nombres (energía germinadora, vitalidad, fuerza, etc.); pero hoy en día se acepta comúnmente con el nombre de vigor. El Comité de Vigor de la ISTA, lo define como "la suma total de aquellas propiedades de la semilla que determinan el nivel de actividad y capacidad de la semilla o del lote de semillas durante la germinación y emergencia de la plántula". Las semillas que presentan un buen comportamiento se denominan de alto vigor y aquellas que lo presentan disminuido se consideran de bajo vigor.

Las causas de las variaciones en el vigor son varias y diversas. Los factores conocidos que influyen sobre el mismo son:

- 1) Constitución genética
- 2) Condiciones ambientales y nutrición de la planta madre
- 3) Estado de madurez de la cosecha
- 4) Tamaño de la semilla, peso y densidad
- 5) Integridad mecánica
- 6) Deterioro y envejecimiento
- 7) Patógenos

Con el fin de estimar el vigor de una muestra de semillas se han desarrollado una serie de técnicas que de una manera general se pueden dividir en ensayos directos e indirectos (ISTA: Handbook of Vigour Test Methods 1987)

En los ensayos directos, los factores de estrés que se esperan reduzcan la emergencia en el campo se establecen en el laboratorio bajo condiciones controladas. Por ejemplo, el ensayo de frío ("cold test") para el maíz, en el cual las semillas se someten a bajas temperaturas en un suelo agrícola que contiene patógenos (*Phytium*) o bien el ensayo de Hiltner en el cual fragmentos de ladrillo picado y esterilizado opone un obstáculo mecánico a la emergencia de las plántulas.

Los ensayos indirectos son aquellos en que la característica de la semilla medida en el laboratorio se compara con su comportamiento en campo. Ejemplos de este tipo de ensayo lo constituyen la evaluación de los primeros conteos en el ensayo de germinación o bien la velocidad de crecimiento de las plántulas. En este caso, el vigor se estima midiendo las plántulas después de un determinado período. Otro índice indirecto de vigor sería el proporcionado por una valoración más estricta en el ensayo del tetrazolio o el ensayo de conductividad en el cual se establece una correlación entre la cantidad de solutos que pierde una semilla y su capacidad para transformarse en una planta normal en condiciones de campo.

ALGUNOS EJEMPLOS

Con objeto de ilustrar alguno de los aspectos que acaban de exponerse, en las Tablas 1, 2 y 3 se presentan los resultados obtenidos como consecuencia de los trabajos experimentales realizados con semillas de girasol, maíz y pimiento, así como los resultados a los que se llega cuando se utilizan determinados modelos para predecir la viabilidad que cabe esperar en un lote de semillas de cebada (Fig. 1) y cebolla (Fig. 2) después de haber transcurrido un determinado período de tiempo de conservación en un ambiente dado.

Germinación y emergencia de plántulas

Atendiendo al concepto de germinación anteriormente expuesto, la germinación de un lote de semillas puede oscilar entre 0 % , cuando todas las semillas que contiene la muestra que lo representa son incapaces de germinar en las condiciones definidas por las Reglas Internacionales de la ISTA, AOSA u otras que pudieran llegar a definirse, y 100 % , cuando todas sus semillas son viables, germinan y son capaces de transformarse en plántulas normales. Por lo tanto, en las pruebas de germinación realizadas sobre muestras representativas de un lote de semillas cabe encontrar cualquier resultado comprendido entre 0 y 100 % . No obstante, la mayor parte de los resultados que se obtienen en una Estación de Ensayo de Semillas suelen estar próximos o superan normalmente los límites fijados para cada especie para que una partida de semillas de la misma pueda ser admitida a efectos de certificación. Obviamente, ello se debe fundamentalmente a la selección previa que las Empresas realizan antes de solicitar los ensayos correspondientes.

Si además de realizar un test de germinación sembramos las semillas procedentes del mismo lote en el campo y tras varios días de cultivo (de dos a cuatro semanas), evaluamos el número de plántulas que han emergido bajo las condiciones propias del lugar, del año y de la forma en que se ha llevado el cultivo, normalmente nos encontraremos con que el porcentaje de plántulas presentes en el suelo es inferior al porcentaje de germinación que conocíamos para dicho lote (Tabla 1).

Las diferencias obtenidas pueden llegar a ser importantes ($> 10\%$), como ocurre por ejemplo con el lote 1 de las semillas (aqueños) de girasol que nos sirve de ejemplo. Las causas que pueden haber generado dicha diferencia pueden ser muy numerosas: Almacenamiento de la semilla en condiciones desfavorables, tiempo transcurrido desde la realización del ensayo de germinación hasta la siembra en el campo, efectos nocivos o deletéreos ocasionados por la aplicación de algunos productos fitosanitarios dirigidos a proteger la semilla, preparación del terreno de siembra poco esmerada o deficiente, profundidad de siembra inadecuada, falta de humedad en el suelo en el momento de iniciarse la germinación, condiciones meteorológicas poco favorables para la germinación y/o nascencia, ataques de plagas y/o enfermedades que afectan al cultivo en las primeras fases de desarrollo, competencia por las malas hierbas, etc.

Consecuentemente con lo anteriormente expuesto, uno de los parámetros que más interesa al agricultor, como es la densidad de plantas que presentará el cultivo en condiciones reales de campo, no puede ser completamente estimado conociendo tan sólo el porcentaje de germinación obtenido en el laboratorio. La única forma de llegar a conocerlo sería realizando ensayos paralelos en el mismo momento en que se efectúa la siembra, lo que normalmente carece de interés para quien tiene que decidir la cantidad de semilla que va a utilizar para la siembra.

Aunque a primera vista puede parecer sorprendente, la germinación que presenta un lote de semillas puede ser mejorada, como lo ponen de manifiesto los resultados presentados en la Tabla 2. Este hecho cobra especial importancia en las semillas hortícolas, ya sean híbridos (F_1) o variedades población. Algunos tratamientos, como pueden ser los de acondicionamiento osmótico de semillas. De este modo, lotes de semillas que serían rechazados si se atendiera exclusivamente a un test normal de germinación, pueden llegar a alcanzar e incluso superar, el porcentaje mínimo de germinación que exige la legislación vigente para poder ser comercializados como semilla certificada o, como en el caso de muchas especies hortícolas, circular como semilla standard.

Germinación y vigor

Los resultados presentados en la Tabla 3 ponen claramente de manifiesto que el porcentaje de germinación que presenta un lote de semillas, obtenido a partir de las Normas de la ISTA (1985) casi nunca coincide con el vigor expresado en los mismos términos porcentuales, que puede ser estimado utilizando métodos directos como pueden ser el test del frío (test A) y el de Hiltner (test B) preconizados por la ISTA (1987) o a partir de otras estimaciones indirectas como pueden ser el porcentaje de plántulas emergidas en el campo en un momento determinado (test C) o la medida de la conductividad eléctrica que presentan los lixiviados de las semillas bajo determinadas condiciones. Por lo general, los resultados que normalmente se obtienen al aplicar un test de vigor suelen estar sensiblemente por debajo del porcentaje de germinación alcanzado en condiciones óptimas.

Estimación de la viabilidad

Actualmente existe diversos modelos que permiten estimar de forma teórica, y por lo tanto predecir, la viabilidad residual que presentará un lote de semillas tras un determinado período de conservación bajo condiciones constantes. Para ello, además de las características específicas o varietales de las semillas, tan sólo es preciso conocer las condiciones de almacenamiento, supuestamente constantes durante todo el período considerado, y el tiempo transcurrido desde el momento inicial. A modo de ejemplo, las Fig. 1 y 2 ilustran como cabe esperar que evolucione la viabilidad de un lote de semillas de cebada (Fig. 1) y cebolla (Fig. 2), al ser conservados bajo diferentes condiciones de desecación (humedad: 5 y 10 %) y temperatura (desde -15 hasta 25 C). El modelo utilizado para este ejemplo ha sido el propuesto por Ellis & Roberts (1981) para semillas ortodoxas:

$$V = K_i - p / 10 \exp (K_c - C_w \log m - C_h t - C_q t^2)$$

donde: K_c , C_w , C_h y C_q representan cuatro constantes que dependen de cada especie; m , el contenido en humedad de la semilla, expresado en porcentaje; t , la temperatura media, expresada en grados centígrados; p , el período de conservación, expresado en días y K_i y V , la viabilidad inicial y final respectivamente, expresadas ambas en unidades Probit.

DISCUSION

Aunque la característica fundamental de una semilla es que sea viable, ya que si no lo es, no tendría ningún valor ni de germinación ni de vigor, la medida de la viabilidad de una muestra de semillas dista de ser un índice adecuado para estimar el valor para la siembra de un lote de semillas ya que se prescinde de la reacción de las semillas a condiciones favorables de siembra obviando incluso las interferencias de la microflora presente en la propia semilla, lo que si puede estimarse en el ensayo de germinación.

En la normativa internacional, el índice ampliamente utilizado es el porcentaje de germinación obtenido bajo condiciones normalizadas de humedad, temperatura y aireación, descritos en las distintas Normas Internacionales de Análisis y aunque este índice hay que tomarlo con todas sus limitaciones (condiciones favorables, sustratos estériles, etc.) es fácilmente reproducible por los distintos laboratorios empleando los mismos métodos y trabajando con muestras de semillas representativas del mismo lote.

Dada la interacción de los múltiples factores que intervienen en el vigor de las semillas, conviene hablar de índices comparativos de vigor frente a obstáculos concretos, o lo que es lo mismo, reacción de una muestra de semillas frente a un estrés determinado en comparación a otra muestra de semillas frente al mismo estrés que de repetirse en las condiciones de campo se obtendrían resultados comparables al laboratorio.

Aunque sería de desear una mayor información de los lotes de semillas desde el punto de vista de su valor para la siembra, que el proporcionado por el índice de germinación, el desconocimiento de las condiciones reales a las que va a estar sometido en el campo hacen inviable por el momento la aceptación generalizada de un índice normalizado de vigor que nos acercara aún más al conocimiento de la emergencia posterior en el campo.

En la actualidad y por diversos Comités de Vigor prosiguen los trabajos encaminados no solo a normalizar métodos directos de determinación del vigor, sino tratando de medir la capacidad de la propia semilla frente a otro tipo de condiciones que no sean exclusivamente las ambientales.

Como conclusión y hasta la aparición de un índice de vigor adecuado y que podríamos llamar absoluto en el sentido de que valorase la reacción de la semilla frente a cualquier tipo de obstáculo, los valores del porcentaje de germinación complementados con la medida de la viabilidad de la semilla pueden ser validos para ~~comparar~~ lotes de semillas desde el punto de vista de su valor para la siembra.

BIBLIOGRAFIA

ANONIMO (1979). Manual de Evaluación de Plántulas. ISTA.

ANONIMO (1985). Reglas Internacionales de Ensayos de Semillas de la Asociación Internacional de Ensayos de Semillas.

ANONIMO (1985). Manual de Ensayos al Tetrazolio. ISTA.

ANONIMO (1987). Manual de Ensayos de Vigor. ISTA.

ELLIS, R. and ROBERTS, E.H. (1981). The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Sci. & Technol.*, 9, 373-409.

ROBERTS, E.H. (1972). Viability of Seeds. Chapman and Hall, London.

Tabla 1. Comparación entre la germinación de aquenios de girasol en condiciones controladas y emergencia de plántulas en condiciones de campo.

LOTE	GERMINACION ⁽¹⁾ (G)	EMERGENCIA ⁽²⁾ (E)	DIFERENCIA (G-E)
1	66	54	12
2	72	63	9
3	74	67	7
4	75	70	5
5	78	72	6
6	86	83	3
7	89	85	4
8	92	89	3
9	96	93	3
10	97	96	1

⁽¹⁾ Porcentaje de germinación bajo condiciones controladas (ISTA, 1985).

⁽²⁾ Porcentaje de plántulas emeergidas en condiciones de campo.

Tabla 2. Germinación de semillas de pimiento (*Capsicum annuum* L.), según las Normas de la ISTA (1985), en función de diferentes tratamientos de acondicionamiento osmótico recibidos.

TIPO DE ACONDICIONAMIENTO OSMOTICO ⁽¹⁾	GERMINACION (%)	
	7 DIAS	14 DIAS
Testigo	58	86
H ₂ O	82	87
KNO ₃ K (0,3 M)	87	88
KNO ₃ K (0,5 M)	85	85
KH ₂ PO ₄ (0,3 M)	89	93
KH ₂ PO ₄ (0,5 M)	88	91
PEG (100 g/l)	71	88
PEG (200 g/l)	61	86

⁽¹⁾ PEG: Polietilenglicol-6000

Tabla 3. Germinación y test de vigor en semillas de maíz (*Zea mays* L.).

LOTE	G ⁽¹⁾	TEST DE VIGOR ⁽²⁾		
		A	B	C
1	63	69	59	62
2	68	65	63	66
3	70	64	65	62
4	74	70	70	68
5	76	73	69	70
6	89	82	83	84
7	93	85	88	86
8	94	90	87	85
9	97	93	91	90
10	98	93	95	92

⁽¹⁾ Germinación (%) según las Normas Internacionales de la ISTA (1985).

⁽²⁾ Test de vigor según las Normas Internacionales de la ISTA (1987): A, Test del frío ("cold test"); B, test de Hiltner y C, emergencia de plántulas en condiciones de campo.

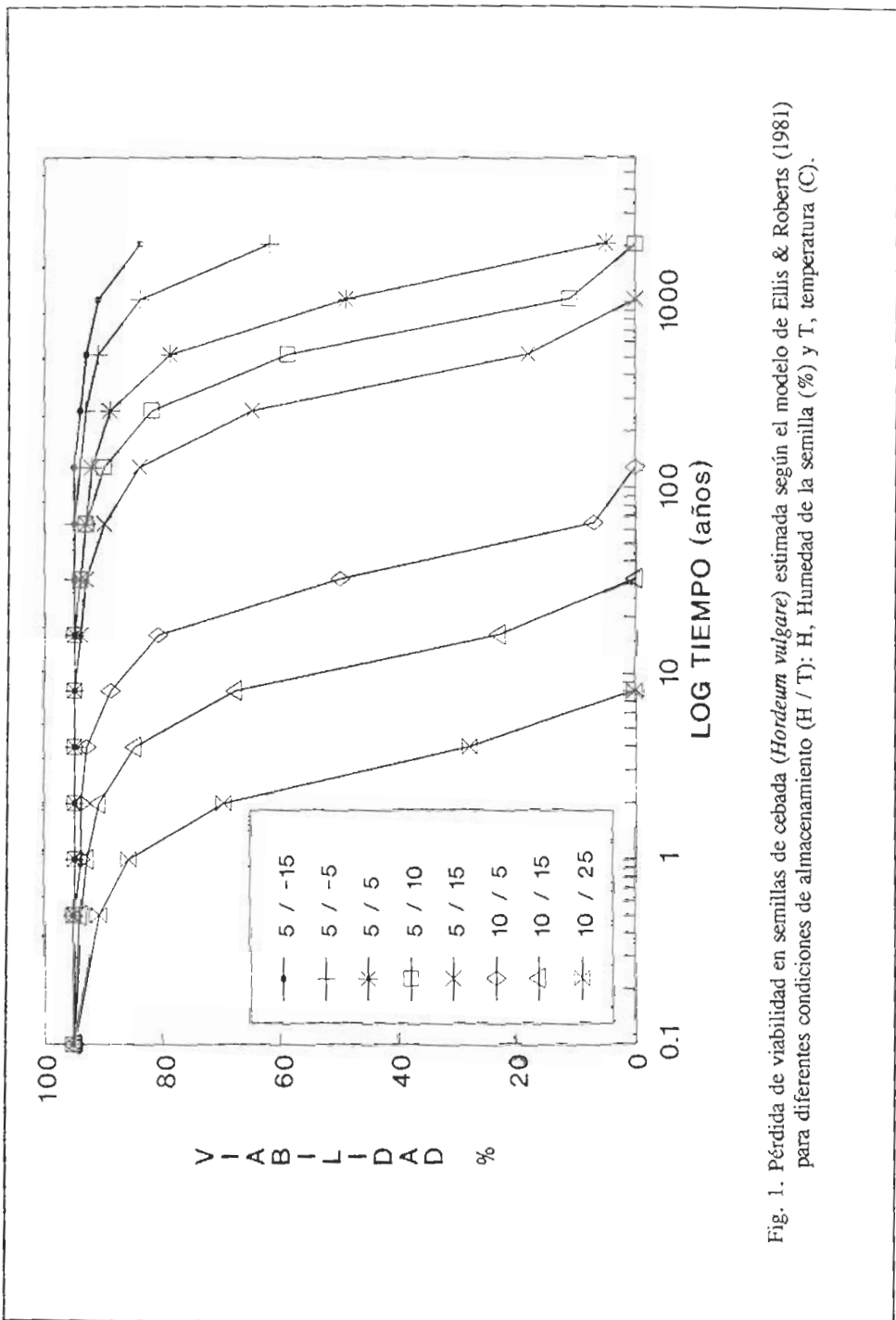


Fig. 1. Pérdida de viabilidad en semillas de cebada (*Hordeum vulgare*) estimada según el modelo de Ellis & Roberts (1981) para diferentes condiciones de almacenamiento (H / T): H, Humedad de la semilla (%) y T, temperatura (C).

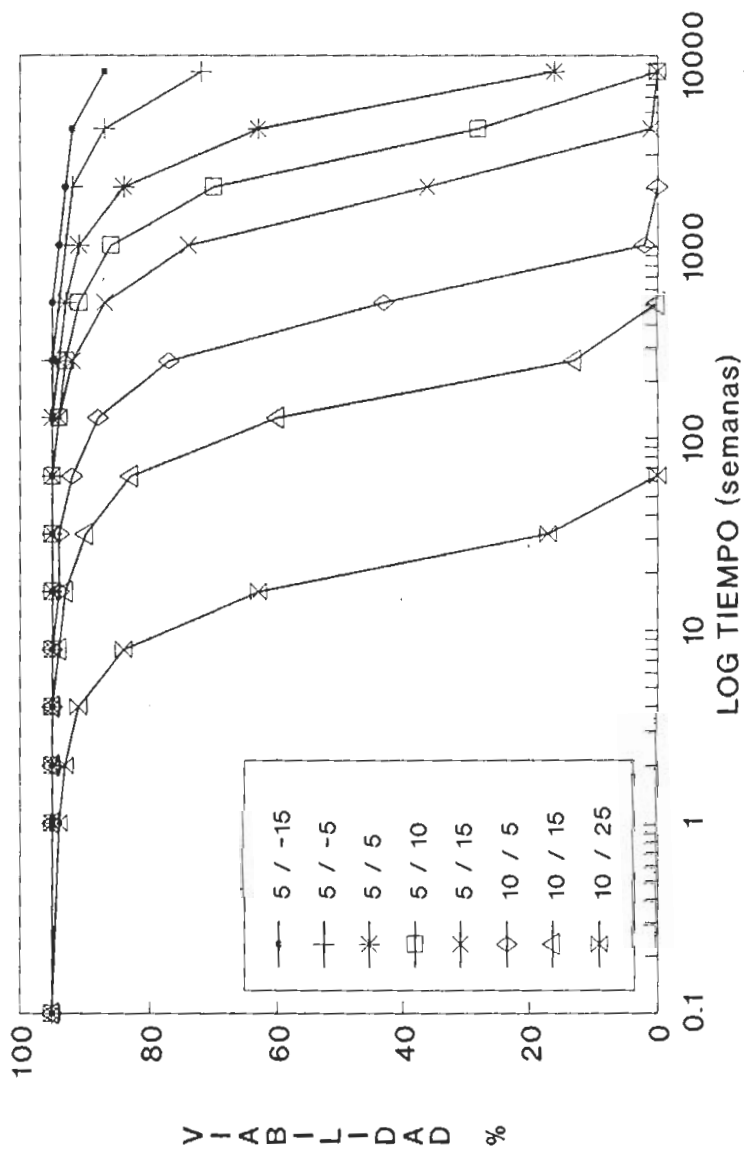


Fig. 2. Pérdida de viabilidad en semillas de cebolla (*Allium cepa*) estimada según el modelo de Ellis & Roberts (1981) para diferentes condiciones de almacenamiento (H / T): H, Humedad de la semilla (%), T, temperatura (C).

TITULO: EMBRIOGENESIS SOMATICA Y SEMILLAS ARTIFICIALES

AUTOR (ES): Fernando Pliego Alfaro Araceli Barceló Muñoz

CENTRO DE TRABAJO:

Dpto. Biología Vegetal C.I.D.A. Churrriana
Universidad de Málaga/C.I.D.A.

LOCALIDAD:

29140 Churrriana (Málaga)

RESUMEN:

El embrión somático es una estructura bipolar obtenida a partir de una célula somática. El fenómeno de embriogénesis se ha observado tanto en la naturaleza como en condiciones in vitro, siendo el genotipo, explanto y medio de cultivo, los factores que juegan un papel fundamental en la ocurrencia del proceso in vitro. La desecación o encapsulación en hidrogeles de los embriones somáticos ha dado lugar al concepto de semilla artificial, que es sin duda alguna el proceso de micropropagación con mayor potencial en el futuro. Sin embargo, en la actualidad, y de cara a la aplicación comercial del sistema, parece necesario solventar el problema de formación de estructuras anómalas que tiene lugar durante el proceso de embriogénesis y que es la causa de la aparición de plantas con características no deseadas.

EMBRIOGENESIS SOMÁTICA Y SEMILLAS ARTIFICIALES

Fernando Pliego Alfaro
Dpto. de Biología Vegetal
Universidad de Málaga/C.I.D.A.
Cortijo de la Cruz s/n
29140 Churriana, Málaga

Araceli Barceló Muñoz
C.I.D.A. Churriana
Cortijo de la Cruz s/n
29140 Churriana, Málaga

Embriogénesis somática.

Definición. Ocurrencia del fenómeno in vivo e in vitro.

Embriogénesis somática es el proceso por el cual, se produce una estructura bipolar a partir de una célula somática. El fenómeno está bastante extendido en la naturaleza, habiéndose observado en más de 60 familias diferentes. Reinert y Steward en 1958, fueron los primeros investigadores que observaron su ocurrencia in vitro en cultivos celulares de *Daucus carota*, y actualmente, más de 30 familias han mostrado capacidad embriogénica en estas condiciones. La embriogénesis somática in vitro puede ser:

Directa: Desarrollo del embrión a partir de células somáticas del explanto original, v.g., tejido nucelar de cítricos poliembrionicos.

Indirecta: Desarrollo del embrión a partir de callo, v.g., tejido de floema de zanahoria.

El proceso in vitro tiene dos fases claramente diferenciadas.

Fase I: A partir de células competentes (células con capacidad para expresar su potencial) se forman centros embriogénicos en presencia de auxina. Estos centros embriogénicos están formados por racimos de células pequeñas, con núcleo y citoplasma densos, y poco vacuolizadas.

Fase II: Al transferir estos centros embriogénicos a medio sin auxina comenzarán a diferenciarse embriones globulares, que posteriormente pasarán por los estados de corazón y torpedo dando lugar finalmente a plantas.

Factores que afectan la formación de embriones in vitro.

Los factores que afectan la ocurrencia del proceso in vitro son varios: genotipo, explanto, medio de cultivo y factores físicos.

El genotipo tiene un efecto bastante claro, habiéndose observado que aquellas especies que en la naturaleza muestran el fenómeno, tienen buena capacidad morfogénica in vitro, v.g., *Citrus sinensis* y *Mangifera indica*.

El explanto juega también un papel fundamental; normalmente en especies recalcitrantes se suelen utilizar embriones inmaduros, ya que al estar formados por células poco diferenciadas muestran una excelente capacidad morfogenética; no obstante, y dado que los individuos que se obtienen a partir de estos explantos no tienen un valor agronómico probado, es conveniente utilizar como material de partida células somáticas de plantas maduras, v.g., tejido de nucela, inflorescencias inmaduras o secciones de hojas jóvenes.

En cuanto al medio de cultivo, hemos de señalar que se utilizan medios diferentes para cada una de las fases. En Fase I se utiliza un medio con alta concentración de auxina, normalmente 2,4 D (ácido 2,4 diclorofenoxiacético), o una combinación auxina-citoquinina. La presencia de estos reguladores tiene por objeto estimular la formación de callo e inducir en las células competencia embriogénica. También es importante en esta fase la presencia del ión amonio, aunque según Kamada y Harada, su papel está restringido a la formación de embriones multicelulares a partir de células ya determinadas.

En Fase II, es crítica la ausencia de auxina, ya que en caso contrario no se produce la maduración de los embriones. Ammirato recomienda añadir al medio ácido abscísico para impedir la formación de embriones secundarios, aumentar el porcentaje de embriones normales (dos cotiledones) y evitar la germinación prematura. Este mismo autor también sugiere la utilización de altos niveles de sacarosa u otros compuestos como inositol, sorbitol o manitol, para aumentar el nivel de osmolaridad del medio de cultivo ya que de este modo se ralentizan la división y elongación celulares, favoreciéndose la formación de embriones normales.

La embriogénesis somática tiene lugar tanto en medio sólido como en medio líquido, aunque normalmente se utiliza el segundo. En este caso, el mantenimiento de una densidad celular elevada es también un factor crítico, tanto para la formación de centros embriogénicos como para el desarrollo de los embriones.

Finalmente, y en cuanto a condiciones de incubación, el proceso de formación de centros embriogénicos tiene lugar tanto a la luz

como en obscuridad, utilizándose unas condiciones u otras en función de la especie con la que se esté trabajando. La temperatura adecuada para que tenga lugar el proceso, se sitúa alrededor de los 25 °C, aunque a veces son necesarios tratamientos cortos a baja temperatura para favorecer la germinación de embriones ya maduros.

Aspectos bioquímicos e histológicos del proceso de embriogénesis.

Raghavan señala que en medio sin auxina, se observa un incremento en la síntesis de mRNAs, responsables de la síntesis de proteínas en los primeros estados de la embriogénesis, mientras que los mRNAs que aparecen en ausencia de auxina juegan su papel en fases posteriores del desarrollo de los embriones. Se han detectado proteínas específicas del proceso, en cultivos embriogénicos de alfalfa, arroz, guisante, y zanahoria, entre otros.

Los embriones somáticos se pueden formar a partir de células individuales o grupos de células predeterminadas. En medio con auxina, tras divisiones sucesivas se forman masas pro-embriogénicas, con células de citoplasma denso en el exterior y vacuolizadas en el interior. En más baja concentración de auxina, cada pro-embrión dará lugar a uno o varios embriones globulares. Al avanzar en su desarrollo, estos embriones pueden dar lugar a embriones adventicios.

Según Ammirato, el proceso de maduración de los embriones somáticos tiene las mismas fases que el de los embriones zigóticos. Sin embargo, durante su transcurso suelen ocurrir una serie de anomalías (división celular en todo el embrión, formación precoz de vacuolas, división mitótica en células alargadas previamente, retraso en la iniciación de cotiledones y ápice caulinar), que normalmente no ocurren en el desarrollo de embriones zigóticos. Esta serie de alteraciones tienen como consecuencia: a) la aparición de embriones secundarios, a partir de los nuevos centros de crecimiento que se originan en los jóvenes embriones, b) la existencia de embriones con varios cotiledones debido a la formación de un anillo de tamaño superior al normal y que tiene varios centros de crecimiento, y c) la aparición de embriones con ápices anormales por vacuolización prematura de sus células.

Producción de embriones somáticos mediante tecnología convencional o en biorreactores.

La tecnología convencional para producción de embriones somáticos utiliza matraces Erlenmeyer de 125-250 ml de capacidad. La formación de centros embriogénicos se hace en cultivo semi-continuo, mientras que la producción de embriones se lleva a cabo mediante transferencia de los centros embriogénicos a un nuevo medio donde permanecen desde el inicio hasta el final del

proceso. El principal inconveniente de este método, además del pequeño volumen, radica en la dificultad para mantener condiciones de cultivo uniformes durante todo el proceso. La utilización de biorreactores en serie tiene la ventaja de su mayor volumen, permite un sistema de cultivo continuo, y además, en muchos casos, se pueden controlar mejor otros factores como pH, nivel de O₂, etc.

La aplicación más importante del sistema de embriogénesis somática es la propagación de plantas. De acuerdo con Ammirato y Styer, mediante este proceso se pueden obtener hasta 60.000 embriones/litro de medio. La rapidez del sistema, unida al hecho de que se obtienen estructuras bipolares, con meristemo apical y de raíz, han servido de base para el desarrollo de las semillas artificiales.

Semillas artificiales.

Concepto.

El concepto de semilla artificial se ha venido desarrollando durante los últimos 15 años. A finales de la década de los 70 el profesor Murashige señala que para su aplicación a gran escala, un método de propagación in vitro, ha de ser extremadamente rápido, capaz de generar varios millones de plantas al día y económicamente competitivo con las técnicas convencionales de multiplicación por semillas. En los años siguientes, queda establecido el concepto de semilla artificial como un embrión somático rodeado de una cubierta artificial. La cubierta debe proteger al embrión de daños mecánicos permitiendo su posterior germinación y conversión en plántula. La semilla artificial puede también incluir un endospermo sintético con nutrientes y reguladores de crecimiento que favorezcan los procesos de germinación de los embriones y crecimiento de las plántulas.

Tipos de semillas.

En la actualidad se utilizan fundamentalmente dos técnicas para producción de semillas artificiales: a) Deseccación de embriones, y b) encapsulado de éstos con cubiertas a base de hidrogeles.

Deseccación de embriones.

Kitto y Janick fueron los primeros en desecar grupos de embriones somáticos de zanahoria envueltos en una delgada cubierta de polioxietileno (2,5 %). Tras la posterior rehidratación fue posible recuperar algunas plantas in vitro. Otros autores, Gray, Conger y Songstad, han obtenido mejores resultados desecando los embriones directamente.

En la actualidad se han obtenido plántulas a partir de embriones desecados de especies como alfalfa, zanahoria, apio, soja, trigo y vid (*Vitis longii*). En general, parece que los embriones se dañan durante el proceso de desecación, quizás porque los protocolos actuales de deshidratación y posterior rehidratación no sean los más adecuados para este tipo de material. Sin embargo, en el caso de *Vitis longii* se ha observado una mejora en la germinación del material deshidratado respecto al control, quizás debido, como señala Gray, a que la desecación podría tener un efecto positivo en la salida del reposo de semillas en esta especie.

Encapsulación con hidrogeles

La puesta a punto de técnicas de encapsulación mediante hidrogeles la han llevado a cabo en su mayor parte Redenbaugh y colaboradores en la compañía Plant Genetics Inc. de California. El mejor agente gelificante encontrado hasta el momento parece ser el alginato de sodio, debido a su facilidad de manejo, bajo costo y nula toxicidad. Para realizar la encapsulación, los embriones mezclados con alginato de sodio se introducen individualmente en una solución de nitrato de calcio, teniendo lugar una reacción de intercambio iónico en la que el calcio sustituye al sodio obteniéndose cápsulas en forma de esfera que después de treinta minutos están completamente gelificadas.

Las cápsulas de alginato de calcio se secan rápidamente cuando se exponen al aire, por lo que es necesario envolverlas en una cubierta hidrófoba que actúa como barrera e impide la pérdida de agua. Para lograr este objetivo las semillas se sumergen dos veces en una solución que contiene el polímero Elvax 4260 (Dupont, Inc.). Con esta cubierta las semillas se pueden mantener al aire libre durante 24 horas hasta su almacenamiento en contenedores herméticos.

En condiciones in vitro, el porcentaje de conversión de semillas artificiales en plantas es similar al de los embriones sin encapsular (50-60 %), aunque esta cifra disminuye hasta un 10 % cuando la germinación se lleva a cabo directamente en suelo.

El almacenamiento si hace disminuir de forma drástica la viabilidad de las semillas, quizás debido a que la respiración del embrión puede ser inhibida por la cubierta de alginato.

Cultivos para utilización de semillas artificiales.

Parece lógico pensar que las primeras semillas artificiales serán utilizadas en aquellos cultivos en los que el coste de las semillas obtenidas por técnicas convencionales sea alto, y además sea técnicamente posible producir embriones somáticos de buena

calidad. De hecho, y aunque el coste de la semilla artificial sea elevado, su uso puede conllevar importantes ventajas, v.g., mayor uniformidad, al ser material clonal, o mayor resistencia a enfermedades que puedan haberse incorporado a la planta madre mediante selección de variantes somaclonales o técnicas de ingeniería genética.

En la actualidad existen algunos cultivos que carecen de interés desde el punto de vista comercial, en los que la tecnología para producción de embriones está bastante avanzada, v.g., alfalfa, zanahoria. En alfalfa, un cultivo modelo desde el punto de vista tecnológico, las fases del proceso son las siguientes:

1 Crecimiento de callo	21 días
2 Inducción de los embriones	3 días
3 Regeneración de embriones	28 días
4 Maduración	21 días
5 Encapsulación	1 día
6 Plantación en invernadero	1 día
7 Crecimiento en invernadero	60 días

Mediante este sistema el costo de una semilla artificial es considerablemente mayor, al de una semilla obtenida mediante tecnología convencional, aunque en esta especie el precio unitario de semillas estándar es bajo. En otros casos, coliflor, geranio, lechuga, tomate, etc., en los que el precio de las semillas es muy alto, la tecnología de producción de embriones somáticos no está puesta a punto. Finalmente, existe un grupo de cultivos, v.g., apio, café, maíz, mango, palmera datilera y palmera de aceite, en los que una sólida base tecnológica va unida a una gran demanda a nivel comercial convirtiéndolos en buenos candidatos para una posible aplicación del sistema a gran escala.

Perspectivas futuras.

En el momento actual, la calidad global del embrión somático es un factor crítico para obtener un elevado porcentaje de conversión de embriones somáticos a plantas. Por consiguiente, parece esencial evitar la aparición de embriones anormales, v.g., dobles, triples, en racimo, con varios cotiledones, o con malformaciones en el meristemo, durante el proceso de embriogénesis. El sistema de encapsulación, aunque importante, no parece ser factor limitante en el sistema de producción de semillas. En general, se observan grandes descensos en la tasa de conversión de embriones somáticos a plantas, al realizar el proceso en condiciones de suelo, respecto a los resultados obtenidos in vitro, por lo que esta fase necesita también ser estudiada en profundidad. Asimismo, un aumento del periodo de almacenamiento, que no vaya unido a una disminución de la viabilidad parece también un factor crítico. En principio parece

necesario conseguir que las semillas se puedan almacenar al menos durante 6-12 meses sin que ello suponga pérdida de calidad. En la actualidad, periodos de almacenamiento de una semana ya acarrearán disminuciones drásticas en la viabilidad de las semillas, por lo que en este sentido trabajar con semillas desecadas, en lugar de encapsuladas, puede ayudar a solventar el problema.

Bibliografía.

AMMIRATO, P.V. 1983. Embryogenesis. En: Handbook of Plant Cell Culture, (D.A. Evans, W.R. Sharp, P.V. Ammirato, Y. Yamada, eds.), Vol.1, pp. 82-123, Macmillan, New York.

AMMIRATO, P.V. 1987. Organizational events during somatic embryogenesis. En: Plant Tissue and Cell Culture, (C.E. Green, D.A. Sommers, W.P. Hackett, D.D. Biesboer, eds.), pp. 57-81, Alan R. Liss, New York.

AMMIRATO, P.V. 1989. Recent progress in somatic embryogenesis. I.A.P.T.C. Newsletter, 57: 2-16.

AMMIRATO, P.V., STYER, D.J. 1985. Strategies for large-scale manipulation of somatic embryos in suspension culture. En: Biotechnology in Plant Science. Relevance to Agriculture in the Eighties, (M. Zaitlin, P. Day, A. Hollaender, eds.), pp. 161-178, Academic Press, New York.

FUJII, J.A.A., SADE, D.T., REDENBAUGH, K., WALKER, K.A. 1987. Artificial seeds for plant propagation. TIBTECH, 5: 335-339.

KOMAMINE, A., MATSUMOTO, M., TSUKAHARA, M., FUJIWARA, A., KAWAHARA, R., ITO, M., SMITH, J., NOMURA, K., FUJIMURA, T. 1990. Mechanism of somatic embryogenesis in cell cultures: Physiology, biochemistry and molecular biology. En: Progress in Plant Cellular and Molecular Biology, (H.J.J. Nijkamp, L.H.W. Van der Plas, J. Van Aartrijk, eds.), pp. 307-313, Kluwer Academic, London.

RAGHAVAN, V. 1983. Biochemistry of somatic embryogenesis. En: Handbook of Plant Cell Culture, (D.A. Evans, W.R. Sharp, P.V. Ammirato, Y. Yamada, eds.), Vol. 1, pp. 655-671. Macmillan, New York.

REDENBAUGH, K., FUJII, J.A., SLADE, D. 1988. Encapsulated plant embryos. En: Biotechnology in Agriculture, (A. Mizrahi, ed.), pp. 226-248, Alan R. Liss, New York.

REDENBAUGH, K., SLADE, D., VISS, P., FUJII, J.A. 1987. Encapsulation of somatic embryos in synthetic seed coats. HortScience 22, 803-809.

SONDAHL, M.R., CALDAS, L.S., MARAFFA, S.B., SHARP, W.R. 1980. The physiology of asexual embryogenesis. Horticultural Reviews, 2: 268-310, AVI, Newport.

TISSERAT, B., ESAN, E.B., MURASHIGE, T. 1979. Somatic embryogenesis in angiosperms. Horticultural Reviews, 1: 1-78, AVI, Westport.

TITULO: INSTALACIONES DE ENSACADO Y PALETIZACION DE SEMILLAS

AUTOR (ES): JAVIER ARQUES GRAU

CENTRO DE TRABAJO: PAYPER S.A.

LOCALIDAD: LERIDA

RESUMEN:

La variedad del producto, tamaño de los sacos, gama de pesadas, etc., hace que el ensacado y paletizado de semillas deba tratarse de forma especial.

En este escrito se exponen de forma resumida los principales puntos de interés sobre este tipo de instalaciones.

1.- INTRODUCCION

PAYPER, empresa española ubicada en Lérida desde 1.972 tiene por actividad el DISEÑO y FABRICACION de instalaciones industriales para PESAJE, ENSACADO Y PALETIZACION de todo tipo de productos en sacos de gran contenido (habitualmente de 5 a 50 kg.).

Como especialistas en este tema, les presentamos un resumen de consideraciones que deben tenerse en cuenta en una INSTALACION PARA ENSACADO Y PALETIZACION DE SEMILLAS (composición, requisitos y prestaciones).

2.- CONSIDERACIONES GENERALES

El principal objetivo de una instalación debe ser la CALIDAD:

- Calidad en el DISEÑO y FABRICACION de los equipos que asegure una larga vida útil y un amplio abanico de prestaciones.
- Calidad de la MANIPULACION DEL PRODUCTO desde su fabricación hasta la recepción por el usuario evitando:
 - * mermas de producto
 - * errores de peso
 - * roces y roturas de producto.
- Calidad en la IMAGEN EXTERIOR del producto acabado. Generalmente suelen presentarse:
 - * roturas en el saco
 - * costura de cosido deficiente
 - * mala situación de la etiqueta
 - * palets inclinados, cargas inestables
 - * plástico de protección del palet con quemaduras, despegado.

3.- ELEMENTOS QUE DEFINEN UNA INSTALACION

Deben tenerse en cuenta los siguientes datos:

- Características del producto (granulometría, fluidez, humedad, densidad, ...).
- Tipo de saco (de boca abierta o válvula; papel, polietileno o polipropileno).
- Gama de pesadas (50, 25 ... 5 kg.)
- Producción.
- Inversión.

4.- COMPOSICION DE UNA INSTALACION DE ENSACADO DE SEMILLAS

Para cada centro de selección debe establecerse la capacidad de los equipos necesarios así como el grado de automatización adecuado. Solamente en los centros de gran capacidad puede rentabilizarse una instalación como la que se describe y que puede considerarse formado por los siguientes elementos:

- Pesadora-ensacadora. De peso neto (pesaje previo al ensacado) o de peso bruto (pesaje simultáneo al ensacado). Sistemas de pesaje mecánicos, electrónicos con posibilidad de autotarado y corrección automática de pesos.
- Colocador automático de sacos regulable de forma que admita sacos de medidas muy variadas. El estirador-planchador, para dar total fiabilidad al sistema, debe estar situado en la misma boca de ensaque y no en un punto posterior.
- Cosedora automática prevista de arrastrador motorizado.
- Etiquetadora automática, de arrastre o de ventosa. Por lo general, la colocación de la etiqueta oficial suele ser automatizada, mientras que la del fabricante va impresa directamente en el saco o pegada a él.
- Paletizador automático de gran versatilidad que permita la realización de palets con mosaicos muy variados (adaptados a diferentes medidas del saco). El punto más importante del paletizador, dada su aplicación en este caso, es el sistema de orientación, que debería ser del tipo cruz o parrilla inferior giratoria. En la mayoría de los casos deben descartarse los sistemas por tope neumático o del tipo "garra" superior.
- Protección del palet mediante una capa de plástico. Mantiene unida la carga sobre el palet permitiendo una mayor manipulación, a la vez que proporciona un aislamiento respecto del exterior (humedad, polvo...). Existen dos tipos de protecciones:
 - * Enfardado: protección del palet mediante film de polietileno estirable que lo envuelve en una o varias capas.
 - * Retractilado: protección mediante una funda de polietileno situada sobre el palet que después de someterse a la acción del calor se retrae adheriéndose a la carga.

5.- NECESIDADES DE UN CENTRO DE SELECCION

Una instalación de ensacado de semillas debe basarse en los tres conceptos siguientes:

- PRODUCCION. Dado que la selección de semillas es una actividad estacional, debe pensarse en una producción alta (acorde con la capacidad del centro).

- PRECISION. Por motivos de coste del producto y de garantía por parte del fabricante, cada saco debe contener la cantidad de semillas estipulada con la máxima precisión posible.
- VERSATILIDAD. Debe permitir realizar una gama muy variada de pesadas y el uso de sacos de muy diversos tamaños.

6.- PRESTACIONES DE UNA INSTALACION AUTOMATICA

La evolución de las instalaciones de ensacado de semillas ha sido constante y rápida en los últimos años, ampliando continuamente las prestaciones de los equipos.

En la actualidad una instalación de ensacado puede garantizar de forma totalmente automatizada y con absoluta fiabilidad una amplia gama de prestaciones.

- Producción: hasta 12 ÷ 14 sacos/minuto
- Gama de pesadas: de 5 a 50 kg. (según densidad de la semilla).
- Precisión: en un conjunto de pesadas se obtienen desviaciones típicas $1\sigma = \pm 15\div 30$ gramos.
- Versatilidad: permiten el uso de sacos con medidas comprendidas entre:
 - * Ancho: 350 ÷ 600 mm.
 - * Largo: 550 ÷ 1050 mm.

Cualquier otro caso particular puede tener una solución apropiada después de un estudio por parte del fabricante de los equipos.

COMUNICACION: EL REGISTRO Y LA CERTIFICACION VOLUNTARIA DE
SEMILLAS Y PLANTAS DE VIVERO.

AUTOR: FERNANDO BIGERIEGO MARTIN DE SAAVEDRA.

CENTRO DE TRABAJO: DIRECCION GENERAL DE LA PRODUCCION
AGRARIA.
UNIDAD REGIONAL DE SEMILLAS Y PLANTAS DE
VIVERO.

LOCALIDAD: BADAJOZ.

EL REGISTRO Y LA CERTIFICACION VOLUNTARIA DE SEMILLAS Y PLANTAS DE VIVERO.

Autor : Fernando Bigeriego Martín de Saavedra.
Ingeniero Agronomo .

Tal vez, lo primero que pueda decirse es que : " Merece la pena intentarlo " . Y digo que merece la pena intentarlo, aunque se es consciente de que el cambiar no va a ser fácil, pues habrá que empezar por convencer a / la propia Comunidad Económica Europea, algunos de cuyos países miembros / fueron los que pusieron en práctica hace años, el actual sistema de control oficial de la producción de semillas y plantas de vivero, y cuya eficacia/ en sus inicios pudo ser válida, pero que en la actualidad, en mi opinión , está totalmente desbordado.

Y está desbordado, porque han ido creciendo y creciendo las especies a controlar, porque las cantidades de semilla y material vegetal certificado aumenta constantemente o bien porque la moderna dinámica de las variedades, su número, características similares de muchas de ellas, su corta vida en/ el mercado o incluso simplemente la moda, hacen que los Organismos Oficiales de Control que intervienen, tanto en el registro de variedades, como / en la certificación, se vean incapaces en muchos casos de garantizar con / realismo la bondad de las variedades o de las semillas que salen al mercado.

Incluso la propia C.E.E., parece haberse dado cuenta de la magnitud / del problema, y en los últimos tiempos, está tratando de hacer unos experimentos tendentes a estudiar la forma de liberalizar un poco el sistema. // Desgraciadamente, no solo en mi opinión, sino en la de otros muchos técnicos , la validez y la información que se pueda obtener de éstos experimentos, es mas que dudosa, ya que no abordan el problema de fondo.

Sin embargo, éste leve resquicio a la esperanza, se desvanece cuando,/ por otra parte, es la misma Comunidad la que nos amenaza con la publicación de unos nuevos reglamentos, que exigirán entre otras muchas cosas , / la colocación de una etiqueta oficial a todas las categorías de material / vegetal de especies frutales, ornamentales e incluso plantales de hortalizas y que entrará en vigor, si nadie lo remedia, a finales del próximo año.

Y merece la pena intentarlo por parte de los Organismos de la Administración, tanto central, como autonómica, encargadas del / control de la producción de semillas, que nos quejamos de los pocos medios con que se cuenta para hacer un seguimiento eficaz de la normativa que teóricamente exigen los reglamentos técnicos. Como/ inspeccionar, p.e. con un mínimo de rigor, las miles de hectáreas destinadas a la producción de semilla de cereales en Andalucía y/ Castilla la Mancha, o en Extremadura la producción de híbridos de girasol y maíz, como controlar el etiquetado oficial de plantas de vid o frutales en la Comunidad Valenciana o la planta certificada de fresa en Castilla y León, o que control puede hacerse de la / producción de semilla de alfalfa en Aragón y no digamos cuando / llega la hora de plantear y hacer el seguimiento de un ensayo de/ valor agronómico en una especie con más de cien variedades y que/ a veces va repetido en varias localidades dentro de la misma Comu- nidad Autónoma. Todo ésto, debería hacer reflexionar a los distin- tos órganos de la Administración.

También creo, que merece la pena que las propias casas de semilla, promuevan y presionen para que éstos cambios se produzcan, pues ellos son los primeros interesados en que la etiqueta sea eso, una etiqueta de garantía y no como muchas veces les hemos oido decir, un simple colgajo.

¿ En qué consistiría pues básicamente ésta voluntariedad ?

En el caso de la certificación , el productor decidiría, qué/ especies o variedades de semilla o planta de vivero quiere some- ter a todo el proceso actual de certificación oficial y que otras no. También pudiera darse el caso, que fuera la propia Administra- ción, a la vista de sus limitaciones para realizar un control efi- caz en alguna especie en concreto, la que admitiera que el proceso de producción se realizarã de forma privada. Esto tampoco es nuevo en España o en la C.E.E., pues la semilla de hortícolas, cuya im- portancia económica no tiene nada que envidiar al de otros grupos de especie, no está sometida a precintado oficial.

En éste caso, dicho proceso de producción, sería responsabilidad de / la entidad, incluido la colocación de una etiqueta del productor en / la que no se haga referencia a ningún Organismo Oficial. Esto no significa que la Administración no pudiera inspeccionar o intervenir en / cualquier momento del proceso productivo. Es decir, que seguiría sien / do obligatorio declarar los cultivos y producir la semilla de acuerdo con lo que marcan las reglas y normas de la C.E.E. .

Esta no obligatoriedad de la certificación, facilitaría por otra / parte, el que los Organismos de Control pudieran intensificar y mejõ / rar los controles y exigencias de la semilla que se certificara ofi / cialmente. Pero sobre todo, sería el propio usuario el que pondría a cada uno en su sitio, comprando la semilla o el material vegetal que / más garantía le ofreciera.

En cuanto al Registro de variedades, la voluntariedad disminuiría la presión que existe actualmente sobre la Administración por parte / de los productores, a la hora de inscribir nuevas variedades en la / Lista Nacional, y que por las causas que indicabamos anteriormente, / hacen que muchas veces entren en lista, variedades sin tener suficien / tes elementos de juicio para comprobar que aportan algo nuevo.

La inscripción voluntaria, consistiría en líneas generales, en / que algunas variedades, que logicamente hayan superado los ensayos ofi / ciales de identificación, y con un cierto valor agronómico, pero / que no llegue a los topes de significación establecidos por la Adminis / tración, pudieran inscribirse en lista a petición de la entidad. Estas variedades que serían incluidas, pero no recomendadas por la Adminis / tración en las Listas Nacionales, no podrían tampoco ser certificadas oficialmente .

Ya sin la presión a que antes aludiamos, se podrían seguir ensayan / do oficialmente algunas de éstas variedades en los siguientes años, / al cabo de los cuales con más elementos de juicio o comprobando aspec / tos específicos de la variedad, se decidiría si incluirlas en el grupo de las recomendadas, y por tanto, certificarlas oficialmente.

Pero a fin de cuentas, sería el agricultor, como en el caso de la certificación voluntaria, el que decidiría que variedad sembrar dependiendo de la garantía que le mereciera éstas recomendaciones.

Aún cuando no se me escapa el difícil trabajo que representaría el articular éste nuevo sistema, tanto desde el punto de vista legal como técnico, creo que por parte de todos los sectores implicados en la producción y control de semillas y plantas de vivero, merece la pena intentarlo.

Badajoz, Septiembre-1.991 .

