

JORNADAS NACIONALES DE PLASTICOS EN AGRICULTURA

CARTAYA (Huelva)
7 al 9 - OCTUBRE-86



JUNTA DE ANDALUCIA

Consejería de Agricultura y Pesca

DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION Y EXTENSION AGRARIAS

**JORNADAS NACIONALES
DE PLASTICOS
EN AGRICULTURA**

**CARTAYA (Huelva)
7 al 9 - OCTUBRE-86**

PONENCIAS

- N.º 1. Tipos de filmes de polietileno y Copolimero Eva para usos en Agricultura.
Por: FELIX ROBLEDO DE PEDRO
ALCAUDIA, S. A.
- N.º 2. Estructuras de invernaderos.
Por: JOAQUIN PELEGRIN GALIANA
Ingeniero Agrónomo
- N.º 3. Microclima en invernadero de plástico sin calefacción.
Por: FRANCISCO BRETONES CASTILLO
Ingeniero Técnico Agrícola
- N.º 4. La Calefacción por suelo radiante de invernaderos.
Por: JUAN IGNACIO MONTERO
Dr. Ingeniero Agrónomo M. S.
- N.º 5. Manejo del riego localizado.
Por: J. BERENGENA
- N.º 6. Fertirrigación del fresón.
Por: ANTONIO FLORES DOMINGUEZ
- N.º 7. Programación del riego localizado y fertirrigación en cítricos y frutales de hueso.
Por: JUAN R. CASTEL
Instituto Valenciano Investigaciones Agrarias. Moncada (Valencia)
- N.º 8. El riego localizado en olivar, programación de riego y fertirrigación.
Por: JAIME REVILLA NARVAEZ
- N.º 9. El control de calidad de plásticos utilizados en aplicaciones agrícolas.
Por: L. MARTIN VICENTE
Vicepresidente del CEPLA
- N.º 10. Situación actual de las tuberías de polietileno de baja densidad empleadas en microirrigación.
Por: SANTIAGO ESCALADA
- N.º 11. El cultivo de las plantas ornamentales en invernaderos.
Por: RAFAEL JIMENEZ MEJIAS
Ingeniero Agrónomo Deleg. Agr. Almería, J. A.
- N.º 12. Cultivos para flor cortada en invernadero.
Por: ZOILO SERRANO CERMEÑO
Departamento de Horticultura. Centro de Investigación y Desarrollo Agrario de Las Torres - Sevilla

- N.º 14. Construcción e impermeabilización de embalses con materiales plásticos.
- N.º 15. Utilización de plásticos en la protección del cultivo del fresón.
Por: MANUEL VERDIER MARTIN
- N.º 16. Cultivos hortícolas alternativos al fresón en Huelva.
Por: JOSE MANUEL LOPEZ ARANDA
Director del Centro de Capacitación y Experimentación Agraria de Chipiona (Cádiz)
- N.º 17. Le developpement de la plasticulture aujourd'hui et demain.
Por: JEAN - CLAUDE GARNAUD
Secrétaire général CIPA, Paris

Empresas colaboradoras

ALCUDIA, S. A.

ASPLA, S. A. - REYENVAS, S. A.
SILVALAC, S. A.

CIDEPLAST, S. A.

DOW CHEMICAL IBERICA, S. A.

MACRESA - MACRESUR, S. A.

NEOPLAST, S. A.

PLASTIMER, S. A.

CIBA GEIGY, S. A.



C. E. P. L. A.

Raimundo Fernández Villaverde, 57
28003 MADRID

TIPOS DE FILMES DE POLIETILENO Y COPOLIMERO EVA PARA USOS EN AGRICULTURA

Por: Félix Robledo de Pedro
ALCUDIA, S.A.

Numerosos son los productos derivados del petróleo, con los que hoy día se fabrican diversos artículos que prestan grandes servicios en Agricultura y que la mayoría de las personas que los utilizan, no los conocen por su nombre, denominándolos de forma simple por PLASTICOS.

¿Quién no ha oído decir en el medio rural, de manera repetitiva, expresiones tales como: "voy a echar el plástico al invernadero", "Este plástico tiene mucha goma". "Quiero un plástico que dure más tiempo o que sea térmico, etc.

En general, el agricultor no conoce el verdadero nombre del plástico que está usando, pero también sucede con relativa frecuencia, que tampoco alguna de las personas que se lo vende lo conoce de forma clara. A lo más que se llega es a diferenciar los plásticos por su color o por su mayor o menor suavidad al tacto, propiedad que la conocen con el nombre de "gomosidad".

Esta falta de conocimiento pudiera quedar justificada hace quince años cuando tan solo se estaba utilizando para "usos agrícolas" las láminas de polietileno del tipo normal.

Hoy, esta falta de conocimiento en algunos agricultores, no debería existir, pues van siendo muchos los años que están utilizando los plásticos para cubrir invernaderos, túneles ó para acolchar suelos, y les conviene conocer la existencia que hay en el mercado de los distintos plásticos, puesto que en estos últimos diez años, la tecnología de los plásticos ha evolucionado considerablemente.

A los plásticos ya existentes, se les ha dotado de ciertas propiedades fisi-

co-químicas exigidas por su propia utilización, por el clima de la región - donde se aplica, o por los propios cultivos. Este es el caso de los filmes de polietileno con propiedades termoaislantes ó de larga duración. Por otro lado han hecho acto de aparición otros tipos de plásticos, tales como los Copolímeros EVA, que sin llegar a ser sustitutivos de los anteriores, pueden desplazarlos en determinadas aplicaciones agrícolas, particularmente en las técnicas de protección de cultivos.

El hablar, por lo tanto, de los distintos materiales plásticos que hay en el mercado dando a conocer sus propiedades y las aplicaciones para las que han sido específicamente desarrollados, es un tema que no cabe duda, interesa al agricultor, particularmente al de aquellas zonas geográficas de gran consumo de plásticos para invernadero, como son Almería y Murcia, donde de la noche al día, están ofreciendo al agricultor plásticos de confusa procedencia, ó apoyada en algunos casos su venta, bajo una publicidad sensacionalista, incurriendo sin darse cuenta, en errores que dejan al descubierto la poca fiabilidad de los mismos. Más adelante, cuando se hable de la propiedad térmica de los plásticos, podremos tratar de nuevo este tema que tiene una gran importancia. Así pues, a continuación se hace una clasificación de los materiales plásticos que hay en el mercado junto con sus principales propiedades y sus recomendaciones de uso.

TIPOS DE PLASTICO

Dos son los principales plásticos que se están utilizando o se pueden utilizar en invernaderos, túneles de cultivo y acolchamiento de suelos:

- Polietileno (de baja densidad ó lineal)
- Copolímero EVA (de 6% - 12% ó 18% de Acetato de Vinilo)

El polietileno es el material plástico más conocido por los agricultores dado que, por lo común, es el que viene utilizando asiduamente para estas aplicaciones. Es el plástico por excelencia para usos agrícolas ya que si se com

parara su relación calidad/precio con la de otros plásticos más costosos, -
veríamos que es óptima.

El polietileno ha sido quizá el primer material plástico utilizado en Agri-
cultura. Las láminas de plástico obtenidas con materia prima virgen sin lle-
var incorporado ningún aditivo, tienen una duración muy corta en climas de
alta radiación solar, como son todos los de las regiones agrícolas meridio-
nales de España. Por otro lado son muy transparentes a la radiación que emi-
te el suelo y las plantas por la noche, con lo cual los cultivos cubiertos
con este material quedan poco protegidos por la noche y expuestos a la ac-
ción destructora de las bajas temperaturas.

Estos son los dos grandes problemas que tienen las láminas de polietileno -
fabricadas con materia prima considerada del tipo normal, (sin que se la ha-
ya incorporado ningún aditivo que modifique sus propiedades.)

Ahora bien, como ya se ha dicho anteriormente, ésto era lo que ocurría hace
10 ó 15 años. Hoy día y tras una labor investigadora realizada por la indus-
tria de materias primas en colaboración con centros de investigación agrónó-
mica, se ha logrado dotar al polietileno de propiedades termoaislantes y de
larga duración, de tal manera que partiendo de uno de los materiales plásti-
cos más baratos del mercado, se logra dotarle de propiedades similares a -
las que puedan tener otros materiales más costosos, tales como el PVC.

En la Tabla I queda establecido los tipos de polietileno existentes junto -
con sus principales ventajas e inconvenientes.

TABLA I

TIPOS DE POLIETILENOS, VENTAJAS E INCONVENIENTES

TIPOS	APLICACION	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Poliétileno "Normal"	Invernaderos Túneles Acolchados	Precio bajo	<ul style="list-style-type: none"> - Escasa duración en climas soleados. - Poca protección térmica para cultivos de invernaderos y túneles. - Posibilidad de inversiones térmicas. - Riesgo de helada.
Poliétileno "Larga Duración"	Invernadero	<ul style="list-style-type: none"> - Precio medio. - Duración de 2 a 4 años según climas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Comportamiento térmico similar al poliétileno normal.
Poliétileno "Térmico de Larga Duración"	Invernaderos Macro túneles	<ul style="list-style-type: none"> - Duración de 2 a 4 años según el clima. - Gran protección térmica. - Escasa posibilidad de inversión térmica. - Reducción considerable del riesgo de helada. - Mayor precocidad de cosechas. - Aumento en la producción. - Disminución del goteo. - Gran difusor de la luz. 	<ul style="list-style-type: none"> - Precio alto en comparación con el poliétileno normal. - Necesidad de dar una mayor ventilación a los invernaderos en épocas calurosas.

COPOLIMERO EVA

El Copolímero EVA es el segundo de los materiales plásticos que se está utilizando en España para la protección de cultivos. Aunque su aplicación se inició hace ya algunos años en el cultivo del fresón, particularmente en la región catalana de El Maresme, y luego se extendió de forma esporádica por el Norte para cubrir grandes túneles, su consumo no llegó a ser importante hasta el pasado año.

Los Copolímeros EVA son materiales gomosos, tenaces y termoplásticos que se trabajan con las mismas técnicas y maquinarias de transformación del polietileno. Sus propiedades dependen fundamentalmente de dos factores: el peso molecular y el contenido en Acetato de Vinilo (A.V).

Precisamente los primeros filmes de EVA que se utilizaron en España tenían un alto contenido en AV (18-20%) y su procedencia por lo general era francesa, dado que en el país vecino, al tener un clima más frío que el español, lo utilizaban para cubrir invernaderos. Hay que hacer la observación que el comportamiento térmico de una lámina de Copolímero EVA es superior a la de un polietileno del tipo normal (sin aditivos), y por lo tanto las plantas de invernadero están mejor protegidas contra las bajas temperaturas. También hay que anotar que según el contenido de acetato de vinilo, la lámina de plástico será más o menos térmica.

Estos materiales con alto contenido en Acetato de Vinilo (18-20%), no tuvieron eco en las regiones españolas más plásticas como son las de Almería, Murcia, Valencia, etc. debido a la alta radiación solar que reciben la cual origina en el plástico, una gran dilatación dando lugar a que se afloje sobre las estructuras y se rompa si el viento azota al invernadero.

Ante este grave inconveniente que planteaban las láminas de EVA, se inició una investigación por parte de una de las empresas españolas productoras de materias primas, para buscar una solución que permitiera su uso en in

vernaderos y túneles, y de esta manera, aprovechar las excelentes propiedades termoaislantes de este producto.

Esta investigación dió como resultado, el desarrollo de dos compuestos, uno para invernaderos y otro para pequeños túneles aunque también puede ser este último utilizado en invernaderos. Ambos productos ó compuestos pueden de finirse como una combinación de polietileno y copolímero EVA, modificados con determinados productos que contribuyen a aumentar su propiedad termoaislante.

El primero de estos compuestos tiene un contenido en Acetato de Vinilo de un 12% y está especialmente indicado para invernaderos de regiones frías del centro y norte de España donde es más difícil se produzca las dilataciones mencionadas debido a que el sol es menos intenso. En estas regiones su duración puede ser de tres a cuatro años.

El segundo de estos compuestos, basado en un Copolímero EVA de bajo índice de fluidez (6%), está especialmente indicado para cubiertas de pequeños túneles e invernaderos que precisan láminas de plástico poco gruesas, o en las que se realizan perforaciones para su mejor ventilación y que por lo tanto, sólo lo utiliza el agricultor durante un año.

Con este compuesto se pueden obtener láminas muy finas, mucho más térmicas que con cualquier otro material de los utilizados hasta ahora.

Precisamente este material plástico es el que ha dado origen a que se consu ma Copolímero EVA en España de manera importante. Las buenas propiedades termoaislantes de dicho material, se pusieron de manifiesto de manera circunstancial. Durante 1984 se establecieron una serie de ensayos en distintas regiones españolas, entre las cuales se encontraban Huelva y Valencia, cubriéndose varias hectáreas de fresón con pequeños túneles. A primeros de Enero de 1985, como algún agricultor tristemente recordará, se presentó en toda España una ola de frío, que perduró durante varios días, y que terminó por arr-

sar los cultivos, incluso los protegidos con determinados plásticos. Tan solo se defendieron de las heladas aquellos túneles que estaban cubiertos con este Copolímero EVA. La promoción de este producto se hizo por si sola ante la evidencia de sus excelentes propiedades térmicas. Hoy día el uso de este material es casi obligado entre los cultivadores de fresón.

Con el afán de dejar los conceptos bien claros, hay que insistir que estos dos compuestos especiales de EVA ya comentados, son más térmicos que cualquier polietileno, no por el mero hecho de llevar un 6 ó 12% de Acetato de Vinilo, sino por llevar incorporados otros productos que en su conjunto comunican la propiedad termoaislante.

A continuación se comentan algunas de las propiedades que determinados plásticos tienen y que agrónomicamente son importantes:

TRANSPARENCIA Y DIFUSION DE LUZ

La transparencia en las láminas de plástico es un factor importante a tener en cuenta, sobre todo en regiones de clima nuboso donde la luminosidad es menor, o cuando el cultivo que se encuentra bajo plástico, tiene su desarrollo principal en épocas de invierno, caso del fresón, donde los días son más cortos y con frecuencia nubosos.

Todos conocen la importancia que tiene la luz para que las plantas puedan efectuar la fotosíntesis, por eso cuanto mayor intensidad de luz reciban los cultivos, mayor será el desarrollo, y en consecuencia, mayor será la precocidad de cosechas. Ahora bien, el porcentaje de transmisión global de luz visible en los plásticos que actualmente se vienen utilizando en la protección de cultivos es un tanto similar, pudiendo variar entre un 83% a un 92%, según tipos y espesores. Lógicamente cuanto mayor espesor tienen los plásticos su transparencia va siendo menor. Por ejemplo, una lámina de un compuesto especial de Copolímero EVA, utilizado para túneles que tiene un 6% de AV, con un espesor de 75 micras (300 galgas), tiene una transmisión

de luz visible del 92%; dicha lámina con un espesor de 125 micras (500 galgas), su transmisión descendería al 89%.

También está claro, que las láminas de Copolímero EVA son más transparentes que las de polietileno. En el ejemplo siguiente, se pone de manifiesto la transmisión global de luz que tienen los plásticos considerados como térmicos, en los espesores normalizados.

TABLA II

TRANSMISION GLOBAL DE LUZ DE LAMINAS DE PLASTICO

<u>MATERIAL</u>	<u>ESPESOR</u>	<u>% TRANSMISION GLOBAL DE LUZ VISIBLE</u>
Polietileno térmico	200 micras (800 galgas)	83 %
Copolímero EVA con 12% AV	180 micras (720 galgas)	90 %
Copolímero EVA con 6% AV	125 micras (500 galgas)	89 %

Ahora bien, si importante es que los plásticos dejen pasar el máximo porcentaje de luz, más importante resulta aún, que ésta pase de forma difusa, es decir, que el rayo solar al atravesar el plástico sufra la mayor dispersión posible con el fin de que la planta se encuentre iluminada en todo su contorno y no solamente en la parte foliar superior. En estas condiciones de trabajo, la planta tiene una actividad química superior y su mayor desarrollo favorece la precocidad y producción de frutos. El porcentaje de dispersión de luz visible en los plásticos, es por lo tanto un factor que se le debería dar mayor importancia de la que actualmente se le está dando. En el caso de pequeños túneles, la transmisión de luz de los plásticos y sobre todo su dispersión, es un factor a tener en cuenta, pues no hay que olvidar, no solo lo dicho anteriormente, sino que en épocas de frío, en el interior de los túneles o invernaderos, se manifiesta una gran condensación de agua en la cara inter-

na del plástico, que reduce el paso de la luz.

A continuación, también se dan datos relacionados con la dispersión de la luz de aquellos materiales plásticos existentes en el mercado y que son utilizados para la sobertura de túneles e invernaderos.

TABLA III

DISPERSION DE LA LUZ DE ALGUNAS LAMINAS DE PLASTICO AGRICOLA

<u>MATERIALES</u>	<u>ESPESOR</u>	<u>DISPERSION LUZ (%)</u>
Poliétileno normal (sin aditivos)	150 micras (600 galgas)	15 %
Poliétileno térmico	200 micras (800 galgas)	55 %
Copolímero EVA (12% de AV)	180 micras (720 galgas)	45 %
Copolímero EVA (8% de AV)	125 micras (500 galgas)	65 %

Observando detenidamente los datos que se dan en la tabla II y III, se saca la conclusión de que el Copolímero EVA del 8% de Acetato de Vinilo (AV), material que se utiliza para la cobertura de túneles, tiene un comportamiento optico superior al de los otros plásticos.

Veamos ahora cuál es el comportamiento de estos materiales en cuanto a su duración y efecto termoaislante.

DURACION

Las láminas de polietileno y Copolímero EVA fabricados con materias primas vírgenes, sin que estén modificadas con otro productos, tienen una corta duración en los climas soleados como son los del Sur de España. En Almería con

148 Kcal/cm²/año dichos materiales pueden durar seis meses aproximadamente. Este mismo material en climas del norte peninsular, con radiaciones de 115 Kcal/cm²/año su duración puede ser doble.

Hoy día existen en el mercado varios tipos de plástico que llevan incorporados aditivos que los protegen de la degradación solar y que por lo tanto - tienen mayor duración que las del polietileno normal.

Según la norma española UNE 53,328 la duración de los plásticos se mide por años naturales (12 meses).

- Plástico de 1 año. Duración 12 meses en Almería. Radiación 148 Kcal/cm²/año.
- Plástico de 2 años. Duración 24 meses en Almería. Radiación 296 Kcal/cm².
- Plástico de 3 años. Duración 36 meses en Almería. Radiación 444 Kcal/cm².

En la tabla V se indica la duración de aquellos tipos de plástico que vienen utilizándose para la cubierta de invernaderos, tomando como zona de aplicación Almería, cuyo clima es extremado.

TABLA V

DURACION DE PLASTICOS NORMALIZADOS PARA INVERNADEROS

<u>TIPO DE PLASTICO</u>	<u>ESPESOR</u>	<u>DURACION</u> (en Almería)	<u>RADIACION SOLAR</u> <u>RECIBIDA</u>
* Polietileno "Normal"	150 micras (600 galgas)	6-8 meses	Menor de 148 Kca/cm ²
* Polietileno "Larga Duración"	180 micras (720 galgas)	2 años	296 Kcal/cm ²
* Polietileno "Térmico de Larga Duración"	200 micras (800 galgas)	2 años	296 Kcal/cm ²
Copolímero EVA (12% AV) "Térmico Larga Duración"	200 micras (800 galgas)	2 años	296 Kcal/cm ²
Copolímero EVA (6% AV) "Térmico"	100 micras (400 galgas)	1 año	148 Kcal/cm ²

* Plásticos normalizados UN-53.328

TERMICIDAD

El saber si un plástico tiene la propiedad térmica es importante por dos aspectos. En primer lugar el económico, puesto que el térmico es más caro que el que no lo es. En segundo lugar el agronómico, puesto que si se va a utilizar en zonas más o menos frías, o en la protección de cultivos exigentes en temperatura, puede encontrarse el agricultor, cuando llegan los meses fríos, con la desagradable sorpresa de que puedan llegar a helarse las plantas, o frenar su desarrollo. Por lo tanto, es fundamental estar informado y conocer, cuándo un plástico está considerado como térmico y cuando no lo es.

Según la norma española UNE 53.328, el "efecto termoaislante" de las láminas consideradas como térmicas, debe ser inferior al 20% cualquiera que sea su espesor. Ahora bien, ¿Qué se entiende por efecto termoaislante? según dicha norma:

"Es la propiedad que tienen algunas láminas de plástico de ser relativamente opacas a las radiaciones infrarrojas de larga longitud de onda emitidas por el suelo, las plantas y las estructuras de los invernaderos, disminuyen o eliminando la inversión térmica y mejorando el efecto de abrigo".

Todo esto quiere decir que un plástico tendrá la propiedad termoaislante cuando tan solo deje escapar por la noche menos del 20% del calor acumulado durante el día en el interior del invernadero o túnel.

En la tabla VI puede apreciarse el comportamiento termoaislante de distintas láminas de polietileno y copolímero EVA. Que quede claro que un plástico será más térmico que otro cuanto menor es su transmitancia, y ésta deberá ser según la Norma, menor del 20%.

TABLA VI

COMPORTAMIENTO TERMOAISLANTE DE DISTINTAS LAMINAS DE POLIETILENO Y COPOLIMERO EVA

<u>ESPESOR</u>		<u>TRANSMITANCIA %</u>			
		<u>Copolímero</u>	<u>Copolímero</u>	<u>Polietileno</u>	<u>Polietileno</u>
<u>Micras</u>	<u>Galgas</u>	<u>EVA(6% AV)</u>	<u>EVA(12% AV)</u>	<u>Térmico</u>	<u>Normal</u>
40	160	39	45	50	71
100	400	20	26	30	63
180	720	8	13	15	56
200	800	7	11	13	55

Observando con detenimiento los datos de la Tabla VI, se pueden sacar conclusiones realmente importantes.

Si se rebaja el espesor en las láminas de plástico, el efecto térmico disminuye considerablemente, incluso proporcionalmente es menor. Por ejemplo un polietileno térmico de 200 micras (800 galgas) de espesor, tiene una transmitancia del 13%. Si se disminuyera el espesor a la mitad, su transmitancia sería del 30%. Con espesores de 720 micras (800 galgas), el efecto térmico descendería al 15% que aún puede considerarse como válido dentro de la Norma Española, pero entraría en juego la duración del plástico, dado que para tener garantía de que un polietileno térmico dure dos años en Almería debe tener un espesor de 200 micras (800 galgas). Con espesores menores, se corre el riesgo de que el plástico no dure ese tiempo.

Llama poderosamente la atención el comportamiento térmico del Copolímero - EVA que lleva el 6% de AV más otros aditivos. Este es un material desarrollado específicamente para cubrir pequeños túneles en los que se emplean láminas de bajo espesor y en donde el volumen de aire calentado es muy pequeño. También puede emplearse para cubrir invernaderos, pero sabiéndose que tiene solo la duración de un año en climas como el de Almería.

Observese que el efecto térmico de estas láminas con espesores de 40 micras (160 galgas) es del 39% frente al 71% de un polietileno del tipo normal; casi es el doble. La diferencia es aún más importante si se compara dicha lámina con un polietileno del tipo normal de 200 micras (800 galgas). Este último tiene un 55% de transmitancia frente al 39% del Copolímero EVA.

Es importante aclarar que la larga duración y la propiedad térmica en un mismo plástico dependen del espesor que se utilice, dado que hay que buscar un equilibrio entre los distintos aditivos que se incorporan al plástico para lograr aunar ambas propiedades.

El dar con formulaciones adecuadas para la fabricación de estos plásticos

llevan su tiempo de estudio y sobre todo una larga experimentación en el propio campo donde intervienen otros muchos agentes, físicos o químicos que pueden dar lugar a fracasos importantes.

El recomendar espesores de 200 (800 galgas) para filmes que deban durar dos años y que a su vez sean térmicos, no es mero capricho de los industriales del plástico. Es fruto de una experiencia y del equilibrio entre los aditivos incorporados para que cada uno de ellos actúe en su campo.

En la venta de los materiales térmicos, hay que informar claramente al agricultor del efecto termoaislante que tienen y no decirles, como se ha visto escrito recientemente en los medios publicitarios de Almería, y en folletos distribuidos por una empresa de plástico, que la tenacidad o efecto termoaislante en el producto X (es copia literal de lo escrito en la propaganda) "se dan en función a la petición de cada cliente, para las necesidades de su explotación". Según el anuncio se trata de un plástico con una duración "Super larga". Una propaganda en la que todas las propiedades se marcan en grado superlativo, ya de por sí hay que aceptarlo con cierto recelo. Cuesta trabajo creer que se puede vender un plástico de larga duración con un espesor único, donde la termicidad puede ser variable puesto que puede suceder una de estas dos cosas; o no dura el tiempo marcado o no tiene el efecto térmico exigido. Tal vez con el tiempo, se logre combinar aditivos que permitan fabricarlos.

RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta lo hablado sobre los distintos materiales plásticos usados en Agricultura, sólo queda por señalar las recomendaciones de los mismos según su campo de aplicación.

a) ACOLCHAMIENTO DE SUELOS

Para la cobertura de suelos se utiliza por lo general filmes de polietileno

no bien de color natural (transparentes) ó negros suelen estar fabricados - con polietileno de baja densidad ó mezclado con polietileno lineal, lo cual facilita que pueda reducirse el espesor de la lámina.

Para determinados cultivos de primor tales como el fresón o el espárrago, - la utilización de láminas térmicas de bajo espesor, fabricadas con Copolímero EVA, puede resultar beneficioso por tener, como ya se ha visto, un excelente efecto térmico.

b) TUNELES DE CULTIVO

Aunque por lo general es el polietileno del tipo "normal", el que más se emplea para cubiertas de túneles, resulta más aconsejable utilizar láminas de Copolímero EVA (del 6% de AV) debido a su mayor protección térmica. Ya se vió en la tabla VI el comportamiento térmico de este plástico frente a los tradicionales.

El empleo de este material se hace necesario en el cultivo del fresón, donde se emplea cada día más y en regiones con riesgo de heladas.

No hay que olvidar que con bastante frecuencia en el interior de los túneles cubiertos con polietileno del tipo normal, se suele producir inversión térmica que ocasiona graves perjuicios a las plantas.

En regiones frías se hace imprescindible el uso de este material termoaislante.

c) INVERNADEROS

A pesar de que algunos agricultores siguen utilizando para cubrir los invernaderos polietileno del tipo normal o simplemente de larga duración, no cabe duda de que el más adecuado es el "térmico de larga duración" con espesores de 200 micras (800 galgas) tal como señala la Norma UNE 53.328.

La no utilización de este material obedece a un problema de tipo económico.

El polietileno es un material plástico con excelentes propiedades mecánicas y no ofrece los problemas que tienen los EVA de dilataciones en regiones de alta radiación solar.

ESTRUCTURAS DE INVERNADEROS

=====

Por

JOAQUIN PELEGRI GALIANA

Ingeniero Agrónomo

" Si pensamos en el avance experimentado por las superficies protegidas por plástico para forzamiento de cultivos en otros países mediterráneos, en los últimos años, es posible que a primera vista empalidezca nuestro entusiasmo por el auge alcanzado en el empleo de protecciones del mismo material a lo largo de nuestras comarcas almerienses.

Sin embargo, observando la serie de circunstancias en que se ha producido esta evolución, la difusión de los invernaderos de plástico en las comarcas de Roquetas, Dalias y Adra, experimentada en un periodo inferior a los tres años, a partir de los ensayos realizados por el I.N.de C. en el Parador de la Asunción puede calificarse de prodigiosa, pasando de apenas dos agricultores que empezaron a utilizar, intencionadamente, la cubierta protectora en 0.1 Ha a más de 70 que lo hacen actualmente en una superficie superior a las 25 Has.

Con estas consideraciones y cifras empezaba D. José Martínez Capel en 1969 su conferencia en las Primeras Jornadas Regionales de Plásticos en Agricultura en Almería.

Almería tiene hoy en día en cultivo unas 12000 Has. bajo plástico. El incremento en superficie es, ciertamente, espectacular pero la evolución de las estructuras de los invernaderos no guarda correlación con tan notable aumento y es precisamente en estos momentos cuando se deja sentir con mayor agudeza la necesidad de reconvertir las estructuras pasivas y dar paso a otras que permitan mayores rendimientos unitarios, una mejora en la calidad

de los productos y que liberen al agricultor de las plagas endémicas propias de este tipo de construcción.

LAS NORMAS

Afortunadamente Almería, tiene en su Caja Rural, la máquina que tira de ese tren haciendo que en su finca de las Palmerillas se vayan a experimentar nuevas estructuras que vengán a dar la solución a este problema.

Si España hubiese tenido unas normas de construcción de Invernaderos, como tienen todos los países europeos y hasta inclusive Arabia Saudita, los beneficios de su aplicación hubiesen alcanzado a los usuarios de invernaderos.

En 1972 hicimos denodados esfuerzos para que las normas de construcción de invernaderos viesen la luz y hoy en 1986 volvemos a insistir sobre su acuciante necesidad para lo cual reitero el ofrecimiento de la Colaboración por parte del Comité Español de Plásticos en Agricultura.

La norma exige que la flecha máxima de los elementos estructurales sea inferior a $1/150$ ó $1/200$ del vano ó que un canalón sea capaz de soportar en su mitad cargas de 80 ó 120 kg. ó que las sobrecargas a considerar en las hipótesis de cálculo, se determinen en función de las regiones o de un emplazamiento expuesto.

La norma determina las superficies de ventilación mínimas para cada zona los espesores del galvanizado ó el tratamiento anticorrosivo mínimo de la tornillería.

LAS FORMAS

La acción estética del viento cuya dirección se considera horizontal se traduce en presión y depresión actuando normalmente a la superficie ya sea externa como interna de los elementos que componen el invernadero. Para determinar la acción sobre cada elemento,

se considera la combinación más desfavorable de la P_e actuando sobre la superficie externa y la presión P_i actuando sobre la superficie interna de los elementos.

La acción total ejercida por el viento sobre un invernadero está dada por la resultante de las acciones sobre cada elemento considerado, regularmente, como dirección del viento, aquella que actúa normalmente al eje longitudinal del invernadero.

La presión P viene dada en función de C , K y q siendo c el coeficiente de exposición y forma del invernadero K es el coeficiente de esbeltez valorado alrededor de 1. q es la presión cinética cuyo valor oscila normalmente entre 30 kg/m² y 40 kg/m². para alturas de cumbrera de 4 a 6 m., pero que toma mayores valores en construcciones singulares sobre relieves o en zonas particularmente ventosas

El coeficiente de exposición y forma c toma valores determinados según los supuestos:

a) Para invernaderos con cubierta de vidrio o placa rígida de plástico de construcción rectangular a dos aguas con un ángulo de inclinación α (ver fig. nº 1).

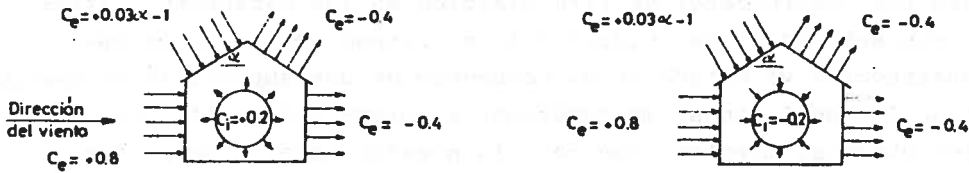


Fig. 1

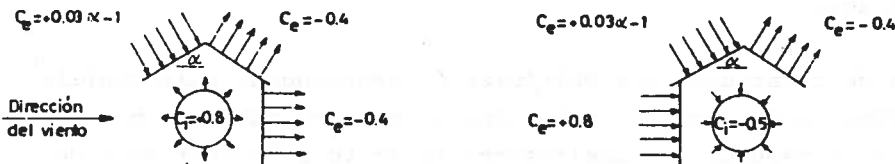


Fig. 2

Para la valoración de la presión externa se debe tomar

- Para los elementos a barlovento, es decir acometidos directamente por el viento con una inclinación sobre la horizontal $\alpha \geq 60^\circ$

$$C_e = \pm 0.8$$

Mientras que para los elementos a barlovento, con una inclinación sobre la horizontal $20^\circ < \alpha < 60^\circ$

$$C_e = \pm 0.03 \alpha^2 - 1 \quad (\alpha \text{ en grados})$$

Para los elementos a barlovento, con inclinación sobre la horizontal $0^\circ < \alpha < 20^\circ$ y para elementos a sotavento entendiendo como tal que son acometidos directamente por un viento α sante

$$C_e = - 0.4$$

Para la valoración de la presión interna se debe tomar

$$C_i = \pm 0.2$$

escogiendo el signo que dé lugar a la condición más desfavorable

b) Para los invernaderos de film plástico en los paramentos laterales y cubierta de placa, vidrio o film, cuando consideremos que la construcción va dotada en su paramento de una superficie de apertura menor de 1/3 de la total mantendremos la misma valoración para la presión externa, mientras que para la presión interna deberemos tomar (Fig. nº 2)

$$C_i = \pm 0.8 \quad \text{ó bien} \quad C_i = - 0.5$$

escogiendo el coeficiente que dé lugar a la condición más desfavorable.

En caso de construcciones múltiples ó invernaderos multicapilla adoptaremos estos coeficientes para la primera cubierta mientras que para la segunda, el coeficiente relativo a la vertiente de

barlovento viene reducido en un 25%.

Para todas las cubiertas siguientes, los coeficientes relativos a ambas vertientes vienen reducidos en un 25%.

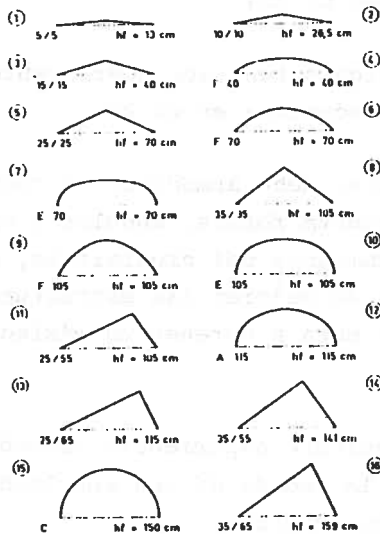
El proyectista de estructuras debe armonizar la robustez con la luminosidad, teniendo en cuenta formas, angulos y orientaciones. Siendo la luz un factor limitante del crecimiento, se aprecia claramente la conveniencia de mejorar las estructuras bajo el punto de vista luminoso de cara a obtener un máximo de transmisión de luz.

Resulta concluyente la siguiente experiencia llevada a cabo con 16 cubiertas diferentes y la medida de los resultados que se contempla en los siguientes cuadros.

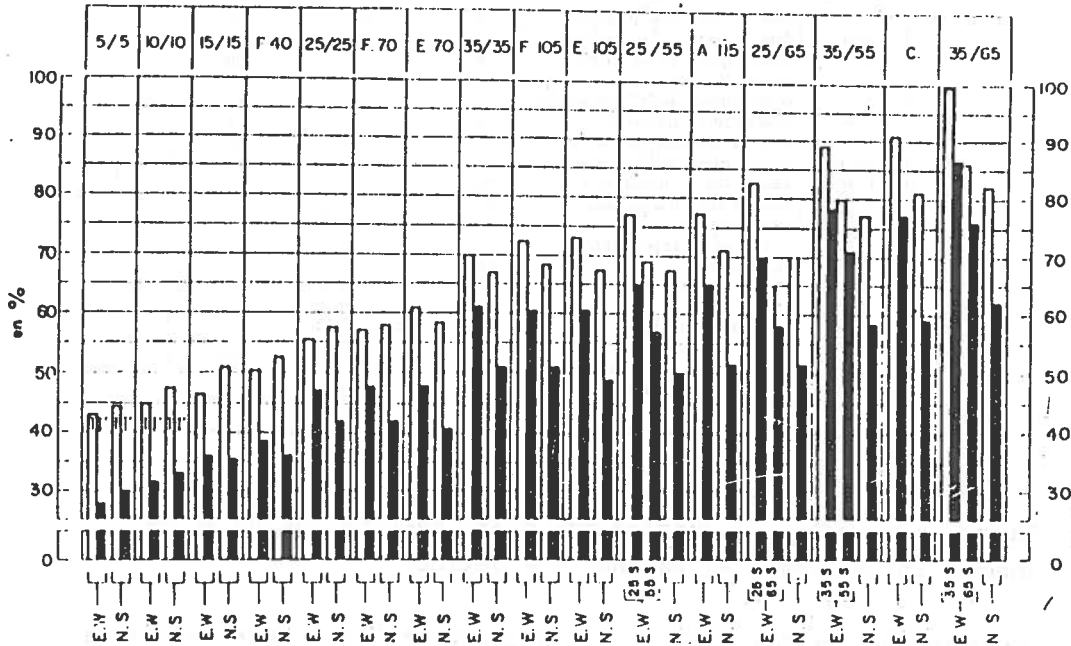
Simbolo	Descripción (ancho = 3 m)	Altura max. (cm.)	Superficie lateral (m ²)	S/s (s. lat./superf. cubierta)
5/5	doble vertiente 5° de pendiente	13	3,02	1,01
10/10	doble vertiente 10° de pendiente	26,5	3,05	1,02
15/15	doble vertiente 15° de pendiente	40	3,10	1,03
F 40	huso de 40 cm al máximo	40	3,24	1,08
25/25	doble vertiente de 25° de pendiente	70	3,32	1,11
F 70	huso de 70 cm al máximo	70	3,36	1,12
E 70	elipse de 70 cm al máximo	70	3,60	1,20
35/35	doble vertiente de 35° de pendiente	105	3,66	1,22
F 105	huso de 105 cm al máximo	105	3,90	1,30
E 105	elipse de 105 cm al máximo	105	1,08	1,36
25/55	vertientes desiguales, una de 25°, otra de 55° de pendiente	105	(2,50 + 1,30) = 3,80	1,27
A 115	asa de cesto	115	4,20	1,40
25/65	25° y 65° de pendiente	115	(2,72 + 1,26) = 3,98	1,33
35/55	35° y 55° de pendiente	141	(2,16 + 1,72) = 4,18	1,39
C	medio punto de 1,5 m de radio	150	4,70	1,57
35/65	35° y 65° de pendiente	159	(2,76 + 1,76) = 4,52	1,51

Bueno, pues esto que aparece tan claro resulta que no lo es cuando introducimos el balance energético.

La relación luminosidad temperatura nocturna/diurna determinan



Algunas formas de estructura.
Luz de las naves: 3 m.



Luminosidad de las estructuras durante el solsticio de invierno:

I Luz incidente

I' Transmisión de luz con poder absorbente del material de cubierta nulo e índice de refracción 1,5

la asimilación de la planta. No se necesita la misma temperatura nocturna después de un día nublado que después de un día soleado y la reacción química que es el proceso de asimilación se tendrá que activar mediante la calefacción. El manejo de los invernaderos escapa al ámbito de esta conferencia y volviendo a las estructuras habrá que conjugar la más luminosa con la más económica de calefaccionar.

Desde que Peter Stickler del Instituto Nordwürttemberg, Stuttgart, dio a conocer en el Congreso Internacional de Plásticos en Agricultura de Buenos Aires, en 1974 las primeras medidas de ahorro energético se han desarrollado sistemas de pantallas térmicas que ahorran hasta el 70% del combustible.

Esto nos lleva a considerar, aparte de la estructura portante del invernadero, la de anclaje de cubierta y la de ventilación una nueva, consistente en las pantallas térmicas.

LOS MATERIALES

1.- de MADERA:

1.1.- En forma de rollizos con los que se consiguen armaduras robustas y de gran economía, aunque con alto porcentaje de sombras. Su gran ventaja, es que pueden ser construidos por los propios agricultores. En contrapartida está su limitada duración, a pesar de los tratamientos protectores.

1.2.- Simbiosis de alambrado con rollizos de madera: son los clásicos parrales, en forma de carpa a los cuales pueden aplicarse los mismos comentarios que en el anterior caso. Adolecen de deficiente ventilación y normalmente es únicamente lateral con una engorrosa manipulación y bandas fijas de tela mosquitera. Es el tipo invernadero pasivo. Su cubierta es inferior a los 2'5 m³/m².

1.3.- Madera trabajada: muy extendido hace años en U.S.A. y países madereros de Europa, es prácticamente inexistente en España.

Más perfeccionado en sus formas, pendiente, altura uniforme, ventilación....Se utilizó mucho como soporte de vidrio. -

Actualmente está desplazado, aunque hay que reconocer la ventaja que la poca transmisión de calor supone para el invernadero por la inexistencia de puentes térmicos.

2.- HORMIGON

Los invernaderos de estructura de HORMIGON, tienen a los ojos de sus partidarios el resultar muy robustos y de poco entretenimiento consiguiendo unas naves de elevada altura media. Suelen llevar poca ferralla y dado su elevado peso propio pandean ostensiblemente al poco tiempo. -

Cabe aclarar, que en la construcción de invernaderos es muy frecuente la utilización de varios materiales que realizan las tres funciones de soporte, cubierta y anclaje. -

3.- INCHABLES

Existen experiencias sobre invernaderos INCHABLES, en los que se sustituye la función de soporte de la estructura por la sobrepresión debida al aire insuflado mediante un ventilador. Tiene este invernadero gran luminosidad y diafanidad, pudiendo alcanzar una elevada altura media por lo aerodinámico de sus formas y reducido coeficiente eólico. Con un buen anclaje al suelo soporta los más fuertes vendavales, comportándose como una "burbuja", nombre con el que familiarmente se le conoce. Requieren energía eléctrica constante, lo que supone un continuo aporte de dinero y un riesgo por la falta de fluido en zonas rurales. -

En contrapartida permite el control de las renovaciones de aire, temperatura y humedad. Son instalaciones vulnerables a roturas y con un tiempo, de utilización inferior a los otros invernaderos que conservan el plástico aunque esté degradado. -

Existen invernaderos de características intermedias, como son los semihinchables, dotados de estructura y sobrepresionados interiormente, que hoy están de gran actualidad y tienen un excelente aislamiento.

4.- ESTRUCTURA METALICA:

A base de tubo soldado de acero y normalmente galvanizado bien por el sistema Sendzimir o en caliente por inmersión consiguiendo un espesor de 50 micras.

4.1.- TUNELES es la forma más sencilla constructivamente, y el hecho de que se instale sin obra de cimentación, puesto que es el film de polietileno, el que ancla la estructura, lo hace atrayente dado su bajo costo. Debido a su gran superficie de intercambio es de difícil control térmico y no se utiliza el terreno de separación entre túneles.

4.2.- MULTITUNELES constituyen naves adosadas unas a otras y con bóveda circular a base de arcos con paramentos rectos. En las limahoyas se disponen canalones para la evacuación de las aguas y que se aprovechan para tareas de montaje y mantenimiento incluyendo la reposición de plástico.

También se cubren con placas rígidas de material plástico: poliestrificado, polimetacrilato de metilo, policloruro de vinilo y policarbonato siendo la separación de correas función del material de cubierta y del emplazamiento.

an dotados de sistemas de ventilación continua según el eje longitudinal, tanto lateral como central.

Es sin duda, el tipo de invernadero más versátil.

4.3.- MULTICAPILLAS, es la acepción aplicada a los invernaderos con vertientes a dos aguas y que se cubren con vidrio o placas

rigidas de material plástico.

Esta estructura se caracteriza por ser rígida y dimensionada -
para pesos propios del material de cubierta de 10 kg/m². para -
vidrio impreso catedral de 4 mm. de espesor.

Estas estructuras se aligeran muy notablemente cuando van a -
soportar plásticos, bien sea film ó placa.

MICROCLIMA EN INVERNADERO DE PLASTICO SIN CALEFACCION

Francisco Bretones Castillo

CAJA RURAL PROVINCIAL

Ingeniero Técnico Agrícola

Estación Experimental "Las Palmerillas"

ALMERIA

Al construir un invernadero el agricultor busca el contar con / un recinto en el que poder modificar las condiciones climáticas para hacer las más adecuadas al desarrollo de los cultivos que se implanten en él.

Alguien definió al invernadero como un "islote ecológico" cuyo microclima es totalmente diferente del de el espacio que lo rodea, pero este microclima conseguido en el interior no siempre y en todo momento corresponde con las exigencias del cultivo, con desviaciones notables en humedad y temperatura de los óptimos deseables.

Los invernaderos de plástico que se destinan a la producción / hortícola, ya sea comestible u ornamental, son de estructuras muy simples y por lo general no cuentan con mecanismos para el control del clima interno que permitan manejarlo de forma conveniente y de esta forma potenciar / eficazmente todos los medios de producción de que se disponga, incluido el potencial productivo de la especie y variedad cultivada.

Podemos considerar al invernadero como una construcción pasiva cuyo clima dependerá de las condiciones climáticas del punto en que se haya implantado, de su orientación, dimensiones, geometría de cubierta y material de cobertura.

Muchos de los problemas que se pueden presentar en los invernaderos, desde el punto de vista climático, arrancan de la mala elección de su emplazamiento. Por ello deberá elegirse un terreno expuesto durante todo el día al sol, huyendo de las vaguadas, quebradas, barrancos o edificaciones que puedan dar sombra en algún momento al invernadero.

Igualmente se huirá del fondo de los valles, donde puedan depositarse masas de aire frío en los meses invernales y de los lugares donde sean frecuentes las nieblas o la contaminación del aire por industrias próximas que impidan que la radiación solar llegue al suelo con toda su intensidad.

Importante es también la correcta elección de la orientación o sentido del eje mayor del invernadero. Siempre y cuando no haya otros límites de mayor peso específico, tales como topografía del terreno, vientos dominantes, etc, se elegirá la N-S que proporcionará una iluminación / más perfecta y homogénea en invernaderos grandes a dos cubiertas, que la / E-0, la cual origina una gran desigualdad entre el lado sur y norte del invernadero especialmente en los periodos de día corto, cuando el sol se encuentra muy bajo sobre la línea del horizonte.

En cuanto a dimensiones, en nuestra latitud no es aconsejable pasar de los 25-30 metros, siendo tanto menor la anchura cuanto más húmeda sea la zona, al objeto de conseguir una mayor eficiencia de la ventilación lateral.

Donde las precipitaciones sean intensas la pendiente de la cubierta será la suficiente para la fácil evacuación del agua caída y esto / limitará la anchura, a igualdad de altura de cumbre.

En otras Conferencias de estas mismas Jornadas se tratarán más en profundidad y por prestigiosos profesionales todo lo relativo a geometría de cubiertas y materiales de cerramiento, aquí solo queremos dejar esbozados estos puntos por su relación e influencia en la climatología del / invernadero.

Como decíamos al principio, la construcción del invernadero // conlleva la modificación del clima interno del recinto, y por ello queremos centrar el significado de la palabra clima definiéndolo como el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en determinado lugar.

Así pues el clima no es la temperatura, ni la humedad, ni la / luminosidad, ni el viento, etc, sino el compendio de todos estos factores.

La climatología sólo estudia las capas de la atmósfera en contacto inmediato con la superficie terrestre, a diferencia de la meteorología, cuyo estudio abarca toda la atmósfera.

Durante el día, el balance es positivo a favor del invernadero que actúa como captador y ejerce un efecto trampa, en cambio por la noche/ la temperatura interna y externa tienden a equilibrarse, pudiendo incluso/ llegar a ser este balance negativo produciéndose "inversión térmica", cuando el material de cerramiento permite el paso de la energía calorífica almacenada en el invernadero en forma de radiación infrarroja larga hacia la atmósfera, pudiendo incluso en noches claras y bajas temperaturas, producirse helada dentro del invernadero, con temperaturas exteriores por encima de los 0° C.

Para atenuar y evitar esta inversión térmica la primera medida a tomar será la de dotar al invernadero de un material de cobertura que // tenga características termoaislantes suficientes para retener un alto porcentaje de las radiaciones infrarrojas de larga longitud de onda (entre 6,9 y 13,7 μm según la norma española UNE 53328) emitidas por el suelo, plantas y estructura de los invernaderos.

La norma citada exige una transmitancia en esta banda igual o menor del 20% para que un material sea considerado termoaislante.

A lo largo del día y por el movimiento aparente del sol la temperatura del invernadero varía constantemente, pudiendo llegar en determinados momentos y circunstancias a desbordar los valores considerados como óptimos para los cultivos hortícolas, no sólo por arriba sino por debajo / de dichos valores, registrándose también grandes oscilaciones térmicas día noche con diferencias entre máximas diurnas y mínimas nocturnas del orden de 20° C o más.

- Temperatura del aire exterior (°C)
- - - Humedad relativa del aire en invernadero (%)
- · - · Temperatura del aire en invernadero (°C)

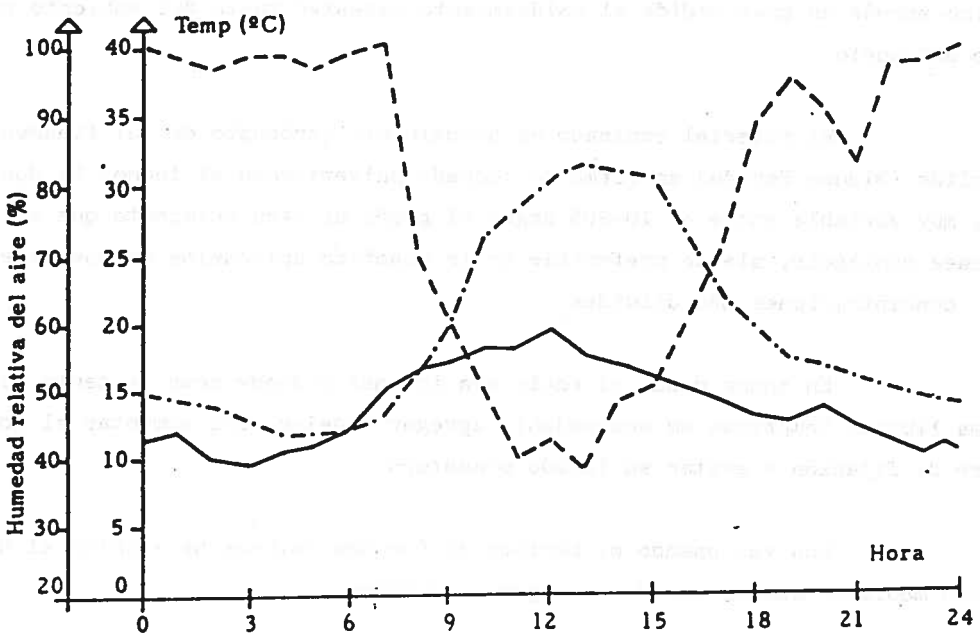
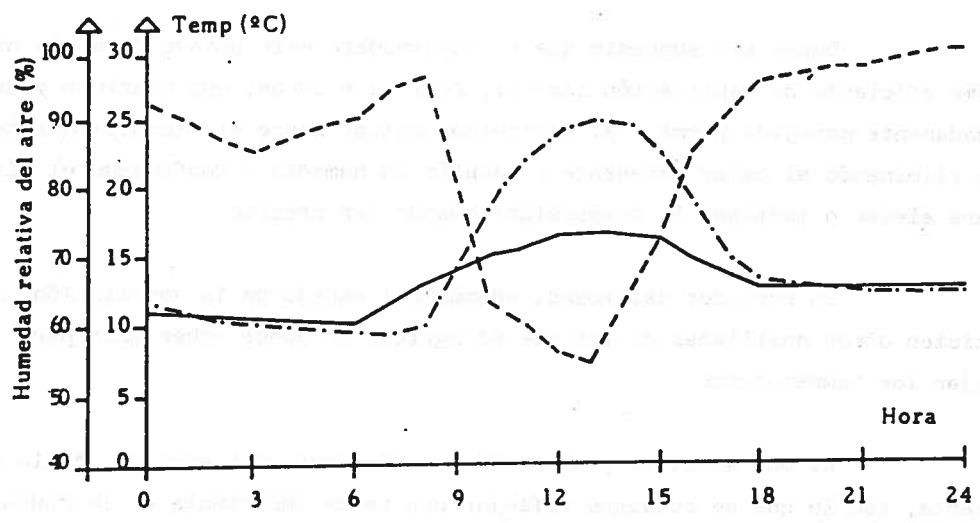


Figura 2 --Evolución de temperatura y humedad relativa del aire en invernadero y temperatura del aire al exterior, un típico día de Diciembre (arriba) y de primavera (abajo),

Para atenuar estas oscilaciones y mantener la temperatura del recinto lo más próxima posible a las necesidades de los cultivos el agricultor debe intervenir, auxiliándose de técnicas de manejo o materiales // auxiliares.

Damos por supuesto que el invernadero está dotado de algún sistema eficiente de ventilación lateral, cenital o ambos, que oportuna y adecuadamente manejado permite al agricultor actuar sobre el microclima interno eliminando el calor excedente y también la humedad o confinando el aire para elevar o mantener la temperatura cuando sea preciso.

En periodos calurosos, además del manejo de la ventilación, // existen otros auxiliares de los que el agricultor puede echar mano para // bajar las temperaturas.

El más sencillo y difundido es el blanqueo o encalado de la cubierta, con lo que se consigue reflejar una parte importante de la radiación incidente, reduciendo de esta forma no sólo la intensidad luminosa // sino además en gran medida el caldeamiento excesivo tanto del ambiente como del suelo.

El material empleado es normalmente carbonato de cal finamente molido (Blanco España) en forma de lechada pulverizando el techo. La dosis es muy variable entre el 10-20% según el grado de oscurecimiento que se // desee conseguir, siendo preferible en la práctica aplicarlos en dos veces en concentraciones más diluidas.

En zonas donde el rocío sea intenso o donde sean de temer algunas lluvias tempranas es aconsejable agregar caseína para aumentar el poder de fijación y evitar su lavado prematuro.

Una vez pasado el periodo de fuertes calores se elimina el blanqueo mediante simple lavado con agua a presión.

No se empleará nunca cal apagada para este blanqueo, pues una vez seca, se carbonata y endurece siendo muy difícil su eliminación posterior.

Pueden emplearse también, con el mismo fin, mallas de sombreado de polipropileno tejido, de las que existen en el mercado tipos de diferente porcentaje de paso de luz.

Estas mallas deberán emplearse siempre colocándolas sobre la cubierta del invernadero, nunca en su interior, cuando se busque reducir la temperatura.

Si la malla se colocase interiormente, formando un doble techo no impedirá la entrada de la radiación solar y habrá un exceso de calor entre la cubierta del invernadero y la malla, que paulatinamente se irá diluyendo en el ambiente del invernadero elevando su temperatura, en cambio colocada exteriormente impedirá su entrada.

Con tiempo frío, el problema se invierte, debiéndose entonces tomar medidas para captar y retener el máximo calor posible.

Se procurará, entonces ventilar el invernadero en las horas de máxima insolación, cerrando la ventilación cuando el sol empieza a declinar después del mediodía para hacer acopio de calor que nos permita mantener una temperatura adecuada hasta el nuevo día.

A esto nos ayudarán los plásticos con características termoaislantes, que nosotros consideramos indispensables y de cuyas características se hablará extensamente en otra Comunicación.

También se están desarrollando y difundiendo más cada día, sistemas de aislamiento de techos y laterales con sistemas fijos o móviles / utilizando plásticos con o sin características termoaislantes (P.E., P.E+aditivos IR, E.V.A., etc...) filmes aluminizados, mallas y tejidos que se colocan interiormente en el invernadero doblando laterales y cubierta.

Según experiencias llevadas a cabo en la Estación Experimental "Las Palmerillas" y tal como se aprecia en el gráfico, se compararon dos invernaderos idénticos ambos con P.E. térmico de 0,2 mm en segundo año de colocación, uno con doble techo de p.E. sin aditivación de 0,1 mm de espesor y el otro sin él, los datos de temperaturas medias nocturnas dieron // una diferencia a favor del doble techo entre 2 y 3° C.

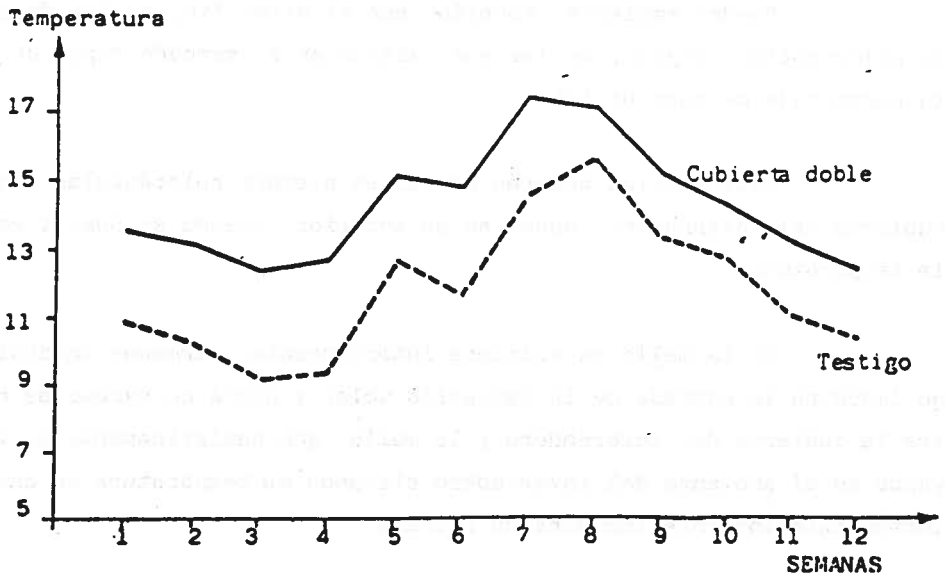


Figura 3 -Temperatura de aire (Medias nocturnas) Lados N.

La primera semana corresponde del 23 al 30/12/84. la noche más fría correspondió al 15/1/85 y con temperatura mínima exterior de 0,7°C // dió en el testigo sólo con plástico térmico 1,8° C y bajo cubierta doble / 5,8° C, es decir una ganancia frente al testigo de 4°C.

En la Campaña 85-86, con invierno más suave se registraron las siguientes medias mensuales máximas:

	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.
Cubierta doble	28,9	28,3	24,4	26,3
Testigo	27,6	27,4	24,0	25,4

Cuadro I.- Medias mensuales de temperaturas máximas Campaña 1.985-86.

En invernaderos de grandes dimensiones es posible que la doble cubierta aumente las temperaturas máximas debido a la dificultad de ventilar eficazmente.

Debemos señalar que con la doble cubierta se disminuye grandemente la condensación interior del invernadero.

Temperatura del suelo: Dentro del invernadero la temperatura / del suelo es también más alta que en el suelo exterior por el mismo efecto trampa provocado por la pantalla del material de cubierta.

Horizontalmente se registran diferencias, sobre todo en las // cercanías del perímetro, más patente en invierno ya que el flujo de calor se mueve horizontalmente hacia el exterior por conducción, teniendo esta / pérdida de calor una gran importancia en invernaderos pequeños o estrechos en los que la relación perímetro/superficie es grande.

Verticalmente la temperatura del suelo tiene una mayor inercia con diferencias menores entre las distintas capas a medida que aumenta la / profundidad.

Citaremos como factores que pueden influir en las oscilaciones térmicas, el sombreado del suelo por el cultivo y el contenido de agua del suelo.

Humedad: Como consecuencia de la radiación solar que penetra / en el invernadero y dependiendo de su intensidad se produce el fenómeno de la evaporación o más ampliamente la evapotranspiración.

Cuando observamos un gráfico de un termohigrógrafo vemos que / las líneas de humedad registrada y temperatura no son paralelas sino simétricas. A mayor temperatura menor H.R. y viceversa, ya que cuanto mayor es la temperatura del aire mayor cantidad de vapor de agua necesita para saturarse y el valor que nos dan los registradores o los higrómetros son valores porcentuales del punto de saturación.

Al descender la temperatura se pueden producir condensaciones en las paredes del invernadero o en la vegetación por llegarse al punto de saturación 100% H.R. y tener las superficies citadas una temperatura inferior al punto de rocío del aire.

Cuando se produce esta condensación sobre paredes, techo o /// plantas, se crean unas condiciones favorables al desarrollo de enfermeda- / des criptogámicas cuando coincide esta alta humedad con temperaturas idó- / neas para el desarrollo de las mismas.

Durante la noche la condensación actúa como barrera protectora o filtro I.R. evitando la pérdida de estas radiaciones caloríficas, por el contrario durante el día reflejará una parte de la radiación solar frenando la entrada de la luz y a la vez de energía calorífica, por ello se echará mano de la ventilación para facilitar su eliminación.

Existen en el mercado algunos productos e incluso algunos materiales plásticos tratados con ellos, que son modificadores de la tensión / superficial y que evitan la formación de gotas de condensación en el techo y que hacen que la condensación sea en forma de lámina continua facilitando su escurrimiento a favor de la pendiente de la cubierta, evitándose de esta forma que caiga sobre el cultivo y a la vez disminuye la pérdida de / luminosidad.

La persistencia de estos productos cuando se aplican sobre /// plástico ya colocado o el efecto de anti-goteo de los plásticos que lo llevan de origen es muy variable y nunca definitivo pues termina siendo lavado por el agua de condensación.

En cuando a la evapotranspiración, el invernadero es también / un elemento protector al eliminar la acción del viento, con lo que se mejora el equilibrio hídrico de la planta.

Puede darse el caso de que en horas de alta insolación y con / baja humedad relativa haya un aumento tal de transpiración que provoque el cierre estomático, al ser mayor la demanda evaporativa en la superficie de la hoja que la cantidad de agua que la planta puede extraer del suelo. Esto tiene un efecto negativo sobre la vegetación al detener la planta su intercambio gaseoso cuando las condiciones del medio (luminosidad) son las / mejores para realizar la fotosíntesis.

Se procurará , por lo tanto, que la humedad relativa no baje / de un punto cercano al óptimo de cada especie, a la vez que se mantiene el suelo con agua suficiente para mantener una oferta suficiente de agua a la planta y de esta forma reducir los intervalos de cierre estomático con lo que no se verá comprometida la cantidad de materia seca formada.

Luminosidad: Cuando en el preámbulo de este trabajo tratábamos de la importancia de la correcta elección del emplazamiento y orientación del invernadero, basábamos nuestro razonamiento en el mejor aprovechamiento posible de la radiación solar, una de cuyas componentes es la luz o espectro visible para el ojo humano de dicha radiación.

La sensibilidad de la planta a la luz es mucho más amplia que el ojo humano, especialmente en la banda del azul y del rojo, llegando a / un valor aproximado al 44% del total de la energía recibida del sol, es lo que se llama "Radiación fotosintéticamente activa" (P.A.R.).

Los otros dos componentes en que podemos desglosar la radiación solar, desde el punto de vista agronómico tienen los siguientes valores:

- 4% de luz ultravioleta, de efectos caústicos y germicidas.
- 52% radiaciones infrarrojas (I.R.) de efectos caloríficos, pero ineficaz para la fotosíntesis.

La luz actúa a través de tres procesos sobre el desarrollo de los vegetales:

- a) Fotosíntesis, mediante la cual la planta transforma la energía luminosa en energía química, indispensable para la síntesis de todos los compuestos orgánicos a partir del CO_2 del aire, al ser absorbida dicha energía por la clorofila.
- b) Fotomorfogénesis: Es el efecto producido por la luz sobre / la formación de la planta, desde la germinación de la semilla, emergencia de los cotiledones, salida de las hojas, // producción de clorofila, etc, etc, hasta la formación completa de la planta.

La calidad de la luz y el tipo de luz condicionan la morfología de la planta, así por ejemplo una planta cultivada exclusivamente bajo luz roja adquiere un aspecto estirado con hojas muy pequeñas en tanto que el azul da una planta más / equilibrada.

c) Fotoperiodismo: Es el fenómeno por el cual las plantas reaccionan de forma diferente a la duración de la luz del día a que están expuestas.

Así por ejemplo algunas plantas solo florecen cuando la duración es inferior a un valor crítico determinado (plantas de día corto), en cambio otras plantas requieren que dicho valor crítico sea superado para florecer (plantas de día // largo), hay además un tercer grupo que son indiferentes al fotoperiodo (plantas de día neutro). Como ejemplos respectivos citaremos el crisantemo, la campanula isophylla y el tomate.

Algunas plantas presentan un comportamiento aún más complejo así las plantas de día largo/día corto sólo florecen después de una cierta secuencia de días largos y de días cortos, lo contrario también es posible (Bryophyllum y Pelargonium respectivamente).

Cada especie tiene sus requerimientos en cuanto a necesidades de luz tanto en duración como en intensidad para una mejor fotosíntesis y crecimiento, a la vez que requiere un eficiente riego y ventilación.

Si esto no se cumple la planta podrá sufrir stress hídrico por desequilibrio entre transpiración y absorción, decreciendo la fotosíntesis y llegando en algunos casos a producirse quemaduras en algunos órganos de la planta.

Es importante señalar la ventaja que presentan los plásticos / con efecto difusor de luz al suministrar un mejor reparto de luz que alcanza gracias a una mejor penetración, un mayor número de órganos de la planta con suficiente intensidad y sin quedar zonas en sombra con lo que mejora el funcionamiento fotosintético general de la planta.

En cuanto al uso de mallas de sombreo para limitar la luminosidad de los invernaderos, es válido todo lo dicho anteriormente respecto a uso de las mismas para regulación de temperatura.

Llamamos la atención acerca de la importancia del ángulo de inclinación de la cubierta a la hora de captar mayor cantidad de luz, sobre

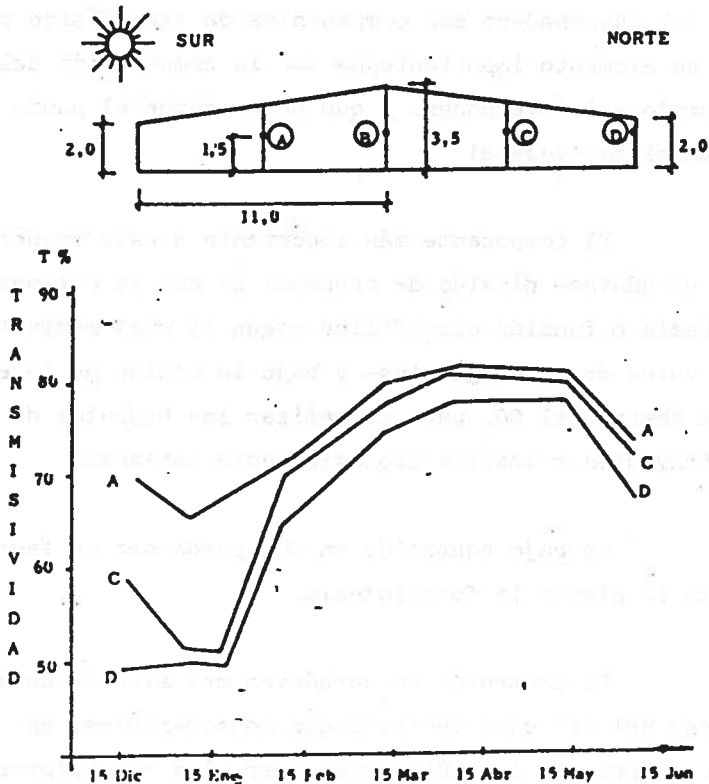
todo en periodos de día corto con un ángulo muy bajo del sol sobre la línea del horizonte.

En el cuadro adjunto se muestra la transmisividad del polietileno en función del ángulo de incidencia de los rayos solares sobre una su perficie plana.

Cuadro II.- Ángulo de incidencia de la radiación solar sobre una superficie plana al mediodía solar. Transmisividad del polietileno en función del ángulo de incidencia.

	DIC-15	ENE-15	FEB-15	MAR-15	ABR-15	MAY-15
Angulo de incidencia	60	58	50	40	28	18
Transmisividad	0,82	0,82	0,84	0,87	0,88	0,90

Figura 4.- Transmisividad en diversos puntos de un invernadero medida al mediodía solar. Cubierta de polietileno - térmico de 200 micras.



Al final del verano y como consecuencia del polvo acumulado sobre la cubierta la transmitancia de ésta se ve reducida en valores que hemos llegado a medir de hasta un 14% (midiendo antes y después de un lavado con manguera a presión) pasando de 65% a 79%.

El empleo de doble cubierta,artificio para mejorar el efecto / térmico,tiene el inconveniente de restar luminosidad al recinto y que se / representa en el cuadro adjunto referido a radiación solar.

	Cubierta doble		Cubierta sencilla	
	Sur	Norte	Sur	Norte
Diciembre	51%	34%	61%	47%
Enero	51%	33%	67%	45%
Marzo(día2)	69%	57%	79%	70%

Cuadro III.- Transmitancia al mediodía solar en días despejados.

Todos los factores a que hemos aludido como componentes del / clima del invernadero son componentes de tipo físico pero nos falta consi / derar un elemento importante,que es la composición del aire confinado en / el recinto del invernadero y que actúa desde el punto de vista químico en / el metabolismo vegetal.

El componente más importante a este respecto es el CO₂ (anhí- / drido carbónico- dióxido de carbono) al que ya citamos al hablar de la fo- / tosíntesis o función cloroflica según la cual mediante la clorofila-pig- / mento verde de los vegetales- y bajo la acción de la energía luminosa, la / planta absorbe el CO₂ para sintetizar los hidratos de carbono que son los / constituyentes primarios biológicamente hablando.

Un bajo contenido en CO₂ puede ser un factor limitante que li- / mite en la planta la fotosíntesis.

El contenido en carbónico del aire de un invernadero sufre a / lo largo del día unas oscilaciones considerables, así por ejemplo en las / primeras horas de la mañana suele ser alta con valores de 300 a 400 p.p.m.

(0,3 a 0,4 por 1.000) como consecuencia del CO_2 expelido por la planta en el proceso nocturno de respiración, que es inverso, en este aspecto a la / fotosíntesis. A medida que aumenta la luminosidad durante el día, la absorción de CO_2 es cada vez más intensa, bajando consiguientemente su concentración, pudiendo incluso paralizarse la función clorofílica.

Esto se puede conseguir de una forma natural (ventilación) procurando un intercambio gaseoso con el aire exterior, que mantiene siempre/ una aceptable tasa de CO_2 . Artificialmente se puede aportar carbónico quemando propano, butano, parafinas exentas de azufre e incluso grasas animales, pero la falta de hermetismo de los invernaderos y el costo de los productos a quemar no lo hacen económicamente útil en estos invernaderos.

De una forma bastante general hemos expuesto una serie de ideas que deseamos sean de utilidad para la mayor rentabilidad de los invernaderos al mejorar el nivel de confort de la planta y con ello una mayor producción y calidad de frutos, usando estas ideas juntamente con las técnicas agronómicas correctas.

No obstante existen investigaciones en curso que nos ayudarán a todos a conocer mejor, tanto desde el punto de vista biológico como del análisis de las interacciones de la planta con el medio en que se desarrolla, el peso específico de cada uno de dichos factores para poder mejorar el rendimiento económico de la explotación.

BIBLIOGRAFIA

- Lighting Technology in Horticulture - B.C. Templing-Philips
- Comparación del microclima en invernadero de cubierta doble y sencilla en Almería - Acta II Congreso S.E.C. H.- Córdoba 1.986: Montero, Bretones y Castilla.
- Clima en invernadero en la Costa de Almería - Congreso Bioclimatología - Almería- 1.985: Castilla, Montero, Bretones.
- Climatología y Fenología Agrícola - Armando L de Fina B. Aires 1.973.
- INRA et les cultures sous serres - O. de Villele et al. 1.983.
- Acolchados, túneles e invernaderos - Seminario de Plásticos en Agricultura IV Curso Internacional de Hort. Intensiva en Climas áridos: Bretones Murcia. 1.985.
- Ensayo de paneles solares de bajo costo aplicados a calefacción de suelo en Almería. Tesis Doctoral J.I. Montero ITSIA Córdoba, Sept. 1.985
- Climate under plastic in the Almería area- Montero y col. Acta Horticulturae 170, p.p. 227-234.
- Contribución al estudio de los cultivos enarenados en Almería. N. Castilla. Tesis Doctoral. Univ. Politécnica de Madrid. 1.986.

LA CALEFACCION POR SUELO RADIANTE DE INVERNADEROS

Juan Ignacio Montero

Estación Experimental "Las Palmerillas"

Dr. Ingeniero Agrónomo M.S.

Caja Rural Provincial de Almería

1.-INTRODUCCION:

El rápido desarrollo de los cultivos protegidos en España ha sido posible gracias al uso de invernaderos de construcción artesanal, muy económicos de instalación, pero mal dotados de medios de control del clima interno.

La gran mayoría de estos invernaderos no cuenta con calefacción pues las temperaturas invernales de las provincias del litoral permiten el cultivo sin necesidad de apoyo térmico. Sin embargo las temperaturas mínimas distan de ser las óptimas y ello revierte de un modo negativo en los rendimientos y en la calidad de la producción de los meses más fríos.

En Almería se han llevado a cabo una serie de ensayos de calefacción de cultivos hortícolas en invernadero (Castilla 1.983, Montero /// 1.986). En todos ellos ha quedado demostrado el efecto positivo de la calefacción en el microclima y en la respuesta de los cultivos. No obstante quedan por resolver muchas dudas acerca de la viabilidad económica de esta técnica aplicada a las hortalizas ya que, por una parte, los precios de los productos fluctúan tanto que es difícil saber a comienzo de Campaña si van a ser rentables o no y por otra parte las estructuras de los invernaderos de Almería son muy ineficientes en cuanto al uso del calor por el elevado número de pérdidas térmicas que presentan. En este trabajo se discuten distintos aspectos técnicos de la calefacción de invernaderos sin entrar en los aspectos económicos.

2.-LA CALEFACCION POR SUELO RADIANTE:

En los últimos años se ha visto un desarrollo general de los sistemas de calefacción por suelo radiante en detrimento de la calefacción por aire, aunque ello no quiera decir que la calefacción por aire deba ser olvidada. Desde el punto de vista térmico, las ventajas de calentar el suelo de los invernaderos son:

1.- Al estar el calor aplicado en la base, la temperatura del /
aire es mucho más uniforme que en invernaderos con calefacci-
ón tradicional por tubo caliente colgado del techo. No //
hay apenas gradiente vertical de temperatura y en consecuen-
cia no hay que sobrecalentar la cumbrera del invernadero pa-
ra tener la temperatura deseada al nivel de las plantas.

2.- Para calentar el suelo se puede utilizar agua entre 30 y 40
°C y por tanto es una forma de aplicación de energía tales/
como la geotérmica, calor residual industrial y solar de ba-
ja temperatura. El utilizar calor a baja temperatura es tam-
bién conveniente en aquellas instalaciones cuya fuente ener-
gética sea un combustible de cualquier tipo, puesto que los
sistemas de baja temperatura disipan menos energía que los
de temperaturas elevadas.

3.- En diferentes ensayos de calefacción se ha comprobado que
es posible disminuir hasta cierto punto la temperatura del
aire por debajo de los valores considerados óptimos si se
aumenta la temperatura radicular al mismo tiempo, sin varia-
ción de rendimiento ni calidad y con el consiguiente aho-
rro de energía.

4.- El suelo caliente aumenta la inercia del invernadero y por
tanto, si por alguna causa el sistema de calefacción deja /
de funcionar, la temperatura se mantiene en el valor desea-
do durante algunas horas.

Existen básicamente dos métodos para ceder calor al suelo, ambos
con agua templada como fuente de calor:

- 1) Bandas plásticas extendidas sobre la superficie.
- 2) Tuberías enterradas.

El sistema más simple es el segundo. Consiste en un sistema de
tubos, generalmente de polietileno o polipropileno, de media o de tres //

cuartas de pulgada de diámetro, enterrados a una profundidad tal que los / aperos agrícolas no puedan dañarlos. Opcionalmente se pueden poner los tu- / bos en la superficie o enterrados a pocos centímetros de manera que sea más / fácil retirarlos al hacer las labores. Se hace circular agua en circuito ce- / rrado desde la caldera a los tubos, de donde, una vez cedido el calor, re- / torna a la fuente energética. Es importante señalar que no es aconsejable / el empleo de agua a más de 40°C pues en suelos arcillosos se puede formar / una costra seca aislante que dificulte la transmisión de calor.

Los tubos de calefacción están rodeados por un medio cuya con- / ductividad térmica es función del contenido de humedad, pero en ningún caso / es elevada. Por tanto la cesión de calor puede ser insuficiente para mante- / ner la temperatura adecuada en invernaderos situados en zonas frías. En es- / tos países es preciso recurrir a otros métodos de calefacción de suelo (ban- / das en superficie, hormigón poroso...) o a una calefacción complementaria / por aire. En las regiones mediterráneas, las tuberías enterradas pueden // aportar todo el calor que necesitan los invernaderos.

3.-TRANSMISION DE CALOR EN EL SUELO:

Para que el calor llegue desde el agua que circula por los tubos / de calefacción hasta un punto cualquiera del suelo es preciso vencer tres / resistencias térmicas:

- 1) La del contacto agua-paredes interiores del tubo.
- 2) La conducción de calor a través de las paredes de la tubería
- 3) La conducción desde el exterior de la tubería a través del / suelo.

Del mismo modo que las resistencias eléctricas, las resistencias / térmicas en serie se suman para calcular la resistencia total al paso del / calor. Cuanto mayor sea la resistencia total, menor cantidad de calor podrán / ceder los tubos enterrados.

3-1.-Resistencia térmica agua-paredes interiores del tubo (R1)

En régimen turbulento esta resistencia puede calcularse por:

$$R_1 = 1 / h = 2 r_i / (\text{Nu} \cdot K_w) \quad (1)$$

Donde:

r_i = radio interior del tubo.

$$\text{Nu} = 0,023 \cdot \text{Re}^{0,8} \cdot \text{Pr}^{0,4} \quad (2) \text{ (Chapman, 1.974)}$$

K_w = Conductividad térmica del agua

Re = Número de Reynolds

Pr = Número de Prandtl

En el caso del agua entre 30 y 40 °C, rango de temperatura de / la calefacción del suelo, las propiedades físicas que intervienen en las expresiones (1) y (2), calor específico, viscosidad, densidad y conductividad varían poco. En cambio, la velocidad de circulación del agua dentro del tubo de calefacción tiene una influencia directa sobre la resistencia térmica R_1 , de tal manera que cuando aumenta la velocidad aumenta el número de Reynolds y por tanto disminuye la resistencia.

Este hecho nos haría pensar que los sistemas de calefacción por tubería enterrada deberían funcionar a velocidades muy altas para lograr mejor cesión de calor. En la práctica se utilizan velocidades próximas a 0,5 m/seg ya que se trata de evitar en lo posible las pérdidas de carga y el sobredimensionamiento de la bomba de circulación.

3-2.-Conducción de calor a través de las paredes de la tubería (R2):

La segunda resistencia térmica al paso del calor sigue la expresión siguiente:

$$R_2 = \frac{r_e \cdot \ln(r_e/r_i)}{K} \quad (3)$$

r_e = radio exterior del tubo

r_i = radio interior del tubo

k = conductividad térmica del material constitutivo de la tubería

Vemos que R_2 disminuye cuando el espesor de la tubería es pequeño, esto es, cuando r_e se aproxima a r_i . La conductividad térmica k juega /

también un papel importante: las tuberías metálicas conducen mucho mejor el calor que las de plástico, pues por ejemplo la conductividad del cobre es / 385 wat/m °C, mientras que la del polietileno sólo llega a 0,3 wat/m °C. Por este motivo es crítico utilizar espesores de pared pequeños en caso de emplear tubos de plástico en la calefacción de invernaderos, pues sólo así se logrará aminorar las enormes ventajas del plástico sobre el metal, en cuanto a precio y resistencia a la corrosión, con una buena transmisión de calor.

3-3.-Conducción de calor a través del suelo (R3)

Para el caso de un único tubo enterrado a la profundidad "d" en un suelo de conductividad térmica k_s , la resistencia térmica desde el exterior del tubo hasta la superficie del suelo puede calcularse así

$$R_3 = \frac{re \cdot \ln(2d/re)}{k_s} \quad (4) \quad (\text{Polubarinoba, 1.962})$$

re, como en la expresión (3), es el radio exterior del tubo

Es evidente que si se aumenta la profundidad de localización de las tuberías la resistencia térmica crece también, es decir, colocada a mayor profundidad el tubo cede menos calor que cuando se sitúa cerca de la superficie.

La conductividad térmica del suelo, k_s , no es una cantidad constante, sino que varía con el contenido de humedad. Por ejemplo, un suelo arenoso con el 20% en contenido de humedad tiene una conductividad cercana a 2,5 wat/m °C, mientras que si la humedad desciende al 5%, la conductividad baja hasta cerca de la mitad del valor anterior.

3-4.-Importancia relativa de las tres resistencias:

Un ejemplo de cálculo nos ayudará a conocer el orden de magnitud de las tres resistencias térmicas. Supongamos una tubería de polietileno de 32 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor de pared, enterrada a 40 cms / de profundidad en un suelo de conductividad térmica igual a 1,2 wat/m°C. La velocidad de circulación del agua en el tubo se escoge ser igual a 0,5 m/seg

Con estos datos y obteniendo las propiedades del agua (conductividad térmica, viscosidad, densidad y calor específico) de las correspondientes tablas se obtienen los valores siguientes:

$$R_1 = 0,396 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C} / \text{wat} \quad (\text{De la expresión 1})$$

$$R_2 = 7,12 \times 10^{-3} \quad " \quad (\text{De la expresión 3})$$

$$R_3 = 52,16 \times 10^{-3} \quad " \quad (\text{De la expresión 4})$$

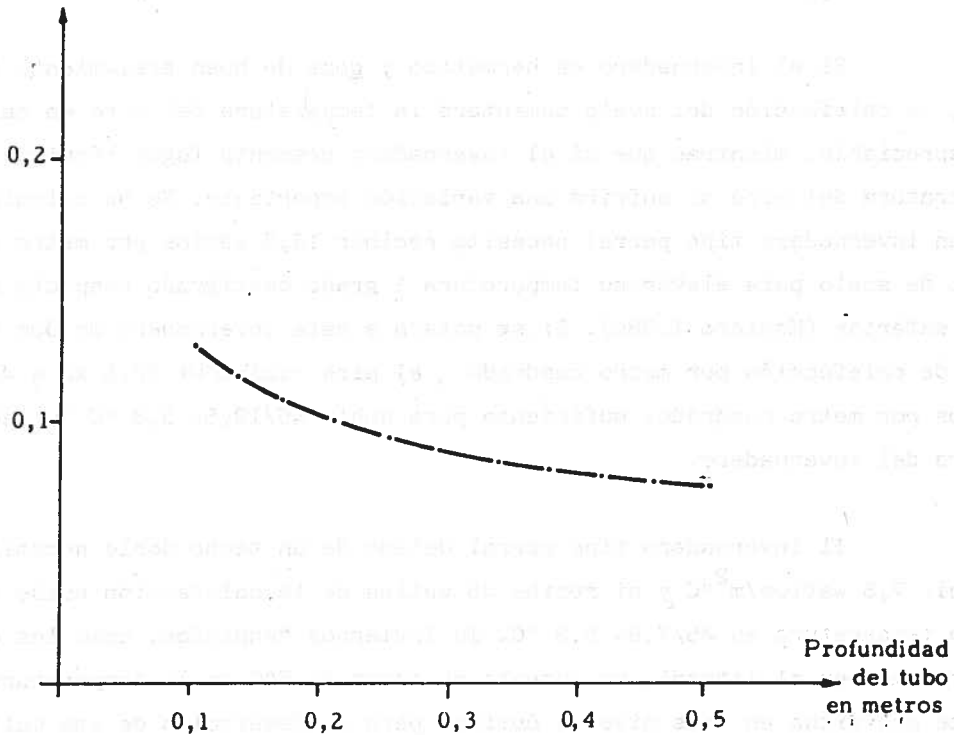
Se puede concluir que la mayor resistencia al paso del calor // desde el tubo la ofrece el suelo del invernadero. Como se ha dicho anteriormente es de suma importancia mantener el suelo húmedo para que la conducción del calor sea eficiente. Con este ejemplo numérico puede verse también que no es crítico el que el tubo de calefacción sea de material plástico en vez de metálico ya que, si el espesor del tubo es pequeño, la resistencia / térmica R_2 es pequeña también en relación a R_3 . por último la velocidad de circulación de la g^{ua} dentro del tubo disminuye la resistencia R_1 pero tiene muy poca influencia sobre la resistencia total, suma de R_1 , R_2 y R_3 . Los // factores críticos a considerar en el diseño de un sistema de calefacción de este tipo son la conductividad térmica del suelo y la profundidad de la tubería, pues de ambos depende la resistencia mayor R_3 .

4.-EFECTO DE LA CALEFACCION DEL SUELO SOBRE LA TEMPERATURA DEL AIRE DEL INVERNADERO:

El calor transmitido desde los tubos llega al invernadero a través del suelo. Repitiendo el análisis hecho en el apartado 3 para un conjunto de tubos paralelos en lugar de para un tubo sólo, se puede calcular a // cuanto asciende el aporte total de calor del conjunto.

El calor cedido Q es menor a medida que se sitúan los tubos a mayor profundidad (Figura 1)

$$\frac{Q}{4\pi k_2(T_t - T_s)}$$



Q = Calor cedido por metro lineal de tubo.

K_2 = Conductividad térmica del suelo.

T_t = Temperatura en el tubo de calefacción.

T_s = Temperatura en la superficie del suelo.

Figura 1.- Cesión de calor en función de la profundidad de los tubos de calefacción. Separación entre tuberías = un metro.

Como ejemplo de cesión de calor tenemos el caso de un suelo homogéneo de conductividad térmica igual a $1,2 \text{ w/m}^\circ\text{C}$, una temperatura en la superficie del suelo de 15°C y una temperatura de 35°C en la superficie del tubo de calefacción. En estas condiciones y de acuerdo con la Figura 1 el calor cedido por los tubos colocados a 50 cms sería:

$$Q_{50} = 0,075 \times 4 \times \pi \times 1,2 \times (35 - 15) = 22,6 \text{ vatios /metro lineal}$$

Mientras que los tubos a 10 cms darían:

$$Q_{10} = 0,128 \times 4 \times \pi \times 1,2 \times (35-15) = 38,6 \text{ wátios /metro lineal}$$

Si el invernadero es hermético y goza de buen aislamiento térmico, la calefacción del suelo aumentará la temperatura del aire en cantidad apreciable, mientras que si el invernadero presenta fugas térmicas la temperatura del aire no sufrirá una variación importante. Se ha calculado que un invernadero tipo parral necesita recibir 13,5 wátios por metro cuadrado de suelo para elevar su temperatura 1 grado centígrado respecto al aire exterior (Montero 1.985). Si se dotara a este invernadero de dos tuberías de calefacción por metro cuadrado, el aire recibiría $22,6 \times 2 = 45$ // wátios por metro cuadrado, suficiente para subir $45/13,5 = 3,3$ °C la temperatura del invernadero.

El invernadero tipo parral dotado de un techo doble necesita / recibir 7,8 wátios/m²°C y si recibe 45 wátios de la calefacción puede aumentarse su temperatura en $45/7,8 = 5,8$ °C. En inviernos templados, como los que / disfrutamos en el litoral, un aumento de cerca de 6°C en la temperatura ambiente nos sitúa en unos niveles óptimos para el desarrollo de los cultivos. Se puede concluir que en estos climas es suficiente con instalar dos metros lineales de tuberías de polietileno para calefacción junto con una cortina térmica o techo doble.

5.-ENSAYOS DE CALEFACCION DE SUELO EN ALMERIA:

Resumimos aquí brevemente los ensayos de calefacción efectuados durante las campañas agrícolas 1.983-84 y 1.984-85. Ambos ensayos se llevaron a cabo en invernaderos de polietileno térmico. Siempre se comparó una / parcela testigo sin calefacción con otras calefactadas por tubos de polietileno enterrados en el suelo. Se puede encontrar más información de estos ensayos en las referencias bibliográficas que se acompañan al final de este / trabajo.

5-1.-Campaña 1.983-84:

Se utilizaron tres invernaderos: El número 14 con calefacción y

con el termostato de suelo situado a 10 cms de profundidad y graduado a 18°C el invernadero 15 con calefacción tuvo el termostato graduado a 20°C y situado a 30 cms bajo la superficie del suelo. El invernadero 16 sin calefacción, sirvió de comparación con los otros dos.

Se sembró judía de enrame semilarga el 24-11-83. la recolección comenzó el 21-2-84 y terminó el 15-5 con un número de 12 cogidas en total y con los resultados que muestra el Cuadro I:

Invernadero	TOTAL		consumo gas-oil
	kgr/m ²	ptas/m ²	litros / m ²
14	4,0	679	5,1
15	3,6	571	2,4
16	3,3	489	---

Cuadro I.- Resultados del ensayo de calefacción. Campaña 83-84 Cultivo de judía de enrame.

Las temperaturas medias de aire durante la noche del invernadero 14 fueron superiores a las del invernadero sin calefacción en aproximadamente 2°C. las temperaturas nocturnas del invernadero 15 fueron similares a las del invernadero testigo (figura 2).

En noches frías, al haber mayor salto térmico entre el suelo y / el aire de los invernaderos, el sistema de calefacción aporta más calor y la diferencia de temperatura entre los invernaderos 14,15 y 16 es mayor. La temperatura más baja medida del aire de los tres abrigos fue de 7°C, 4,6°C y // 3,7 °C (abrigos 14, 15 y 16 respectivamente), medidos bajo garita ventilada.

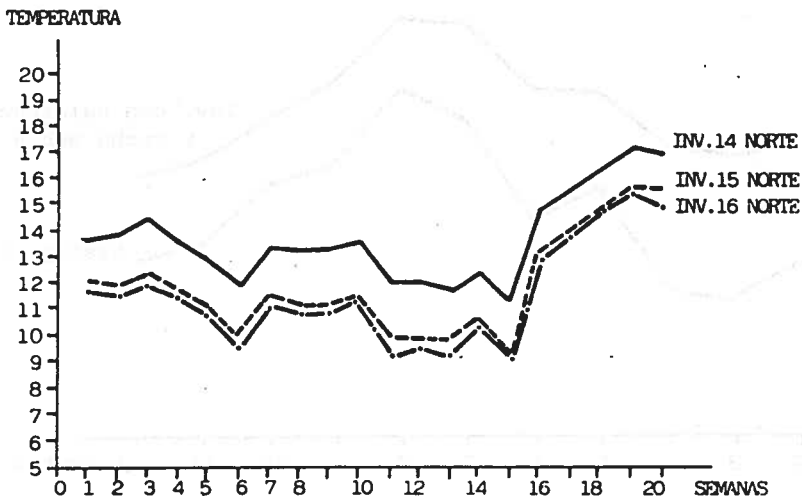


Figura 2.-Temperaturas medias nocturnas de aire. Semana 1= 5 al 12-12

5-2.-Campaña 84-85:

En esta campaña se comparó un invernadero con techo doble de P.E y calefacción de suelo mantenida a 18°C a 10 cms de profundidad con otro invernadero de techo sencillo sin calefacción.

Se sembró judía tipo kora el 24 de diciembre. La recolección comenzó el 26 de febrero en el invernadero 14 y dos semanas después en el testigo. Los resultados globales fueron:

Invernadero	TOTAL		consumo gas-oil
	kgr/m2	ptas/m2	litros /m2
Calefacción	0,97	236	2,5
Testigo	0,87	181	--

Cuadro II.- Resultados del ensayo de calefacción. Campaña 84-85
Cultivo de judía de mata baja.

También la temperatura del aire fue muy diferente en ambos invernaderos (Figura 3), debido en parte al efecto de la cubierta doble y en parte al aporte de la calefacción. Las mínimas absolutas fueron de 7,7°C y de 1,5 °C en el invernadero con calefacción y el testigo respectivamente.



Figura 3.- Temperatura de aire (Medias nocturnas). Lados Norte. La semana 1 corresponde a los días 23 a 30-12-84

5-3.-Discusión de los ensayos:

La calefacción de invernaderos con tuberías de P.E. ha probado / ser sencilla de operación e instalación y eficiente como transmisor de calor actuando con agua templada a temperatura inferior a 40°C. De acuerdo con // nuestra experiencia basta con dos metros lineales de tubería por metro cua-/ drado de suelo para mejorar notablemente las temperaturas de cultivo.

La cortina o techo doble ha reducido el consumo de energía. La / cortina interior añade resistencia a la transmisión de calor y por esta razón logra que los invernaderos con calefacción y techo doble conserven mejor tan- to el calor almacenado durante el día como el aportado por la calefacción. / Es conveniente instalar dicha cortina de manera que reduzca lo menos posible la transmisión de radiación solar. Si el invernadero lo permite, lo óptimo / es replegar la cortina durante el día para no sombrear los cultivos.

La respuesta de los cultivos a la calefacción, en cuanto a pre- cocidad, ha sido muy positiva mientras que el aumento de la producción final ha sido menos acusado.

Es indudable que la calefacción del suelo es una técnica de gran interés para la mejora de los invernaderos de Almería. Sin embargo la rentabilidad económica no es clara, pues los precios de las hortalizas no siempre compensan los gastos de calefacción. Es preciso buscar una fuente de energía más económica que el gas-oil (carbón, leña...) para mejorar la rentabilidad de la inversión y calentar cultivos más especulativos. En cualquier caso, es conveniente hacer pruebas en cada zona puesto que los resultados técnicos y económicos obtenidos en una provincia como Almería son de difícil extrapola- ción a otras.

REFERENCIAS

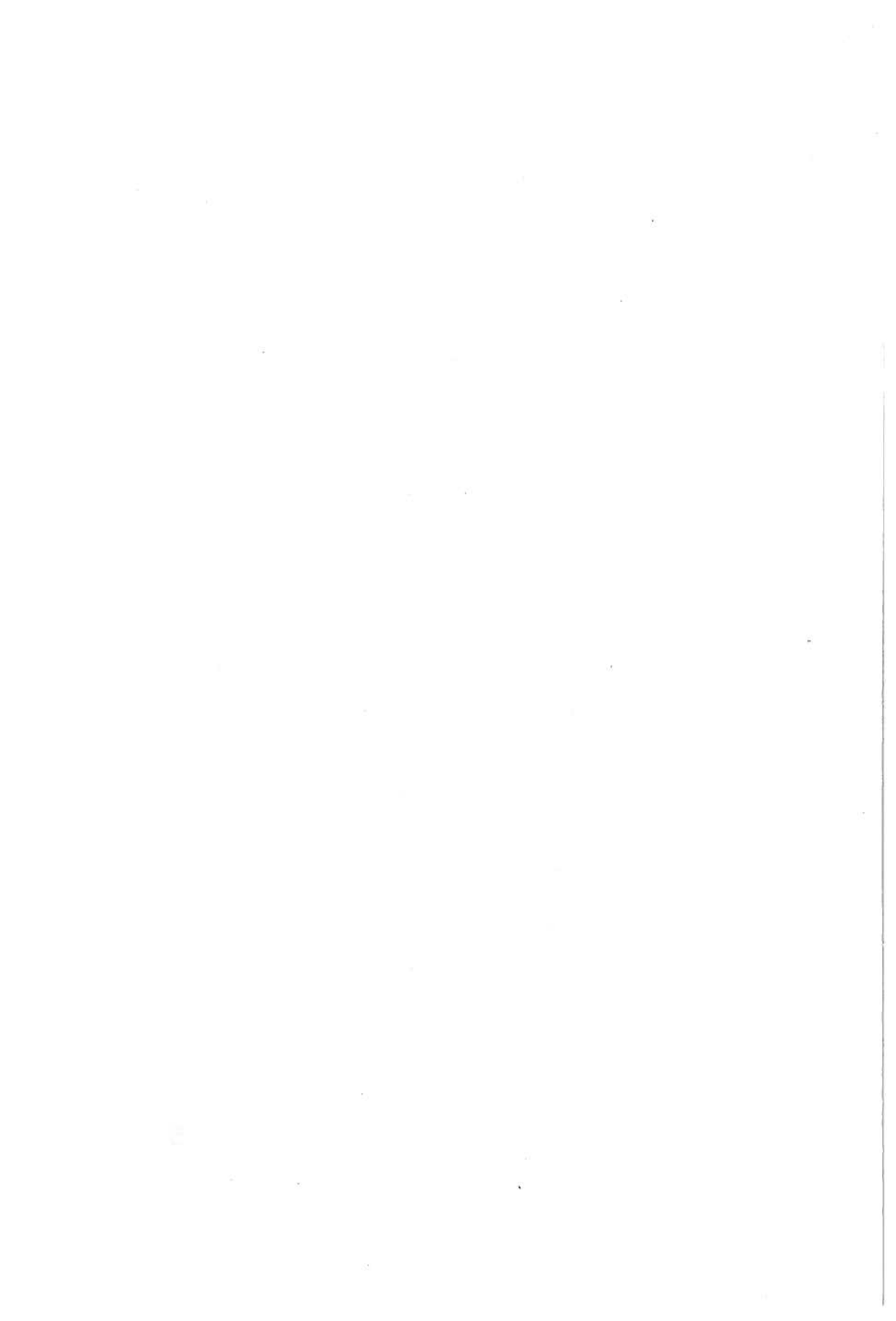
Castilla Prados, N., J.I. Montero, A. Sevilla, F. Bretones, M. Jiménez,///
1.983. la calefacción del suelo en los invernaderos de Almería con energía
solar y convencional. I Congreso Nacional de la Sociedad Española de Cien-
cias Hortícolas. Valencia del 28-11 al 1-12-83.

Chapman, A. J. 1.974. heat transfer. Mac Millan. New York.

Montero J.I. 1.985. Ensayo de paneles solares de bajo costo aplicados a la
calefacción de invernaderos en Almería. Tesis Doctoral. Universidad de //
Córdoba.

Montero, J.I., F. Bretones, N. Castilla. 1.986. Ensayos de calefacción por
suelo radiante en invernadero en Almería. II Congreso Sociedad Española de
Ciencias Hortícolas. Córdoba 21-25 Abril.

Polubarinoba- Kochina. P. 1.962. Theory of ground water movement. Prince-
ton Univ. Press.



Manejo del riego localizado

J. Berengena

En toda transformación en riego debe hacerse uso de todos los conocimientos técnicos disponibles, tanto de los que repercutan favorablemente en la conservación de los recursos suelo y agua como de aquellos que tiendan a mejorar la eficiencia y adecuación de las aplicaciones. En las últimas tres o cuatro décadas, los avances en la Ciencia del Riego han sido notables. No es menos cierto, sin embargo, que el grado de aplicación de los conocimientos generados, tanto al diseño de sistemas como a la práctica habitual de los riegos, no ha sido, ni mucho menos, el deseable. Las deficiencias de manejo no son enteramente achacables al regante, ya que, al ser la agricultura una actividad económica, sus decisiones se orientan fundamentalmente a la obtención de una rentabilidad a corto plazo. Si, por ejemplo, el agua es barata o gratis, el usuario no va a preocuparse de ahorrarla.

En una puesta en riego, sea del calibre que sea, el técnico se preocupará de informarse suficientemente para dar respuesta a tres interrogantes que van a ser de primordial importancia en el diseño: cómo se ha de regar, cuándo, y cuánta agua será preciso aplicar en cada riego. La primera conduce a la elección del método de riego, en cuya determinación habrán debido barajarse consideraciones de índole puramente económica, características del suelo, tipo de cultivo, calidad del agua, etc. Para el dimensionamiento del sistema es preciso conocer de antemano los cultivos a regar, así como informarse adecuadamente acerca del tipo de clima y suelo, de manera que el proyectista pueda determinar las frecuencias y dosis de aplicación en las diversas situaciones que pudieran preverse o plantearse.

LOS PRINCIPIOS BASICOS DEL MANEJO

Una vez diseñado y construido o instalado el sistema y puesto a disposición del regante, éste pasa a ser responsable de su utilización o manejo. En general, para cualquier método de riego, sea de superficie, aspersión o localizado, los principios básicos a considerar para un adecuado manejo son idénticos, a saber: 1. los aportes deben ser tan frecuentes como necesarios para evitar que la humedad del suelo enraizado disminuya por debajo de un nivel aceptable. 2. es preciso aportar una cantidad de agua suficiente para satisfacer la demanda evaporativa del aire. 3. es preciso evitar que la concentración salina en la solución del suelo derivada de la extracción de agua por las raíces llegue a alcanzar niveles no tolerables por el cultivo, y 4. la eficiencia de las aplicaciones debe ser tan alta como las características del diseño lo permitan.

El suelo como almacén de agua: En un cultivo regado, el suelo, además de constituir el soporte físico de la planta y de contribuir a la nutrición de la misma, debe ser fundamentalmente tratado como un medio conductor y almacenador de agua. El sistema de riego sitúa el agua sobre la superficie -excepción hecha de las aplicaciones subsuperficiales- y su penetración en el suelo va a depender de sus características hidrofísicas, fundamentalmente de su textura y estructura. Una vez concluido este proceso, conocido en lenguaje técnico como "infiltración", el agua continúa moviéndose todavía en el suelo durante un cierto tiempo, dando lugar al proceso conocido como "redistribución". A efectos prácticos, la duración de este segundo proceso puede cifrarse para un suelo de textura media en unas 48 horas, a cuyo término, la humedad retenida en el mismo es considerada como el límite superior del llamado "intervalo de humedad disponible" (IHD). Es el porcentaje de humedad correspondiente a lo que en el lenguaje técnico se conoce como "capacidad de campo" (CC). Conforme el cultivo va extrayendo agua del suelo enraizado, el porcentaje de humedad va progresivamente disminuyendo llegando eventualmente, en ausencia de aportes de agua, a alcanzarse el porcentaje de agua considerado como el

límite inferior del IHD, que se corresponde con el "punto de marchitez permanente" (PMP). Por debajo de este nivel de humedad, el cultivo es incapaz de extraer ya agua del suelo. Si ahora se conoce, o simplemente se estima la profundidad o volumen de enraizamiento del cultivo a regar, podrá establecerse la capacidad útil para almacenar agua en una determinada combinación suelo-cultivo.

Durante un tiempo -dos o tres décadas atrás- se mantuvo una cierta controversia acerca de si un cultivo es capaz de extraer agua del suelo con igual facilidad o el mismo esfuerzo a lo largo del IHD o, por el contrario, dicho esfuerzo es más o menos progresivamente creciente conforme el agua útil va siendo agotada. Hoy día estamos en condiciones de asegurar que el grado de dificultad de extracción y su variación a lo largo del IHD no dan lugar a una relación única para una determinada combinación suelo-cultivo, sino que dependerán además de otros factores, fundamentalmente de la demanda evaporativa del aire y de la densidad radicular. En cualquier caso, siempre existe un tramo del IHD dentro del cual la dificultad de extracción se mantiene por debajo de un cierto valor, superado el cual, la producción comenzaría a verse afectada. El límite superior de este tramo es, obviamente, la CC, y el inferior, el llamado "nivel de agotamiento permisible" (NAP). El NAP viene así definido por el mínimo porcentaje de humedad del suelo para que la producción no disminuya por debajo de su valor máximo. Este porcentaje no es, ni mucho menos, fácil determinar con precisión, pero siempre resulta posible conseguir una estimación, mejor por exceso para evitar daños irreparables. En cultivos perennes profundamente enraizados en suelos de textura fina y con demanda evaporativa de moderada a baja, el NAP puede estimarse en el 80% o más del IHD. Por contra, cuando la demanda evaporativa es alta y la densidad radicular del cultivo es relativamente baja, su valor puede estimarse en el 40-50% del IHD. La selección del valor adecuado entre estos dos extremos citados debe basarse en el buen juicio del regante o técnico que le asesore. En la tabla 1 se dan unos valores orientativos para el IHD en función del tipo de suelo.

El consumo de agua por el cultivo: Lo más importante a considerar en el manejo de un sistema de riego es sin duda la elaboración de un plan correcto de aplicaciones. Cuando se carece de instrumentación que ayude a efectuarlo con garantías, la programación de los riegos exige conocer, además del IHD y el NAP, el consumo de agua por el cultivo. Dicho consumo, conocido técnicamente por el término "evapotranspiración" (ET_C), depende fundamentalmente de la demanda evaporativa, de la disponibilidad de agua en la superficie evaporante y del porcentaje de suelo sombreado por el cultivo. La demanda evaporativa depende a su vez de las condiciones climáticas imperantes, en especial de: radiación solar neta, velocidad del viento, humedad relativa y temperatura del aire, y puede ser evaluada mediante el consumo de agua de un cultivo de referencia -"evapotranspiración de referencia" (ET_r)- que normalmente se toma como una pradera mantenida a una altura de 8 a 10 cm y bien suministrada de agua.

La evapotranspiración, suma de la transpiración del cultivo y de la evaporación directa desde la superficie del suelo, es un proceso físico que requiere de un constante suministro de energía. Esta es aportada directa o indirectamente por el sol, fundamentalmente a través de la radiación neta disponible en la superficie evaporante. Se entiende pues que sea el nivel de radiación solar recibida en un lugar determinado el que determine en gran medida la magnitud de la ET_r .

El consumo de agua por el cultivo (ET_C) puede decrecer por debajo de su valor potencial -entendiendo por tal el alcanzado cuando la energía disponible es el factor limitante del proceso- en el caso de que no haya suficiente agua para satisfacer la demanda, lo cual podría ocurrir si el porcentaje de humedad en el suelo enraizado fuera demasiado bajo o si, estando seca la superficie del suelo, la radiación interceptada por el cultivo fuese sólo una fracción de la total recibida (porcentaje de suelo sombreado).

La enorme complejidad que supondría obtener una expresión de ET_C en función de los parámetros climáticos de que depende

aconseja establecer una relación empírica con la ET_r . La ET_r , aunque no de una manera inmediata, puede relacionarse a su vez con variables o parámetros climáticos con la inclusión de algún coeficiente de carácter empírico. La forma más recomendable de hacerlo es mediante una ecuación del tipo de la de Penman:

$$ET_r = f(R_n, u, HR, t) \quad (1)$$

donde R_n es la radiación neta, dato no disponible habitualmente en la estaciones de nuestra red pero que puede estimarse en función de la latitud del lugar, horas de sol y grado higrométrico del aire. u es la velocidad del viento, medida a una altura normalizada sobre la superficie -usualmente a 2 m- y HR y t son respectivamente la humedad relativa y la temperatura del aire.

La ET_c se obtendría entonces a partir de ET_r mediante la ecuación:

$$ET_c = K_c \cdot ET_r \quad (2)$$

donde K_c es el llamado "coeficiente de cultivo", cuyo valor, sobre todo para cultivos anuales, es variable con el tiempo (ver figura 1). En efecto, en los estadios iniciales, el cultivo sólo cubre un determinado porcentaje del suelo, por lo que la radiación interceptada es sólo una fracción de la total incidente. Si el suelo expuesto no está húmedo, el aporte de agua será el factor limitante, con lo que una fracción mayor de la radiación neta será empleada en calentar la superficie generando a su vez un flujo mayor de calor sensible desde la superficie hacia arriba. Este efecto se dejará sentir tanto menos cuanto mayor sea el porcentaje de cobertura y llegará prácticamente a anularse cuando dicho porcentaje se sitúe en torno al 80%.

Existen ya gran número de curvas de coeficientes de cultivo del tipo de las representadas en la figura 1, obtenidas para diferentes cultivos en diversas condiciones y circunstancias, por lo que rara vez no es posible obtener siquiera una aproximación de los valores de K_c . Cuando se carece de los datos necesarios para calcular ET_r mediante la ecuación (1), es posible estimarla a partir de la altura de agua evaporada (E_0), en un

tanque de evaporación de características normalizadas mediante la ecuación:

$$ET_r = K_e \cdot E_0 \quad (3)$$

El valor de K_e es variable, pues depende de la ubicación del tanque -condiciones de microadvección a que está sometido-, de la velocidad del viento, de la humedad relativa del aire, etc. Esta falta de constancia tiene su origen en la respuesta de los estomas de la cubierta vegetal a las variaciones de estos parámetros. En la tabla 2 se dan unos valores que pueden ser orientativos.

Conocidos ya los límites de utilización del suelo como almacén de agua y los consumos que tienen lugar cada día mediante el cálculo o estimación de ET_c , es posible precisar con un razonable grado de aproximación la fecha y dosis de riego mediante la realización de un simple balance de pérdidas (evapotranspiración) y ganancias (riego o lluvia). Partiendo de la CC, cuando el contenido de agua en el suelo se aproxime al NAP será preciso aplicar agua en la cantidad suficiente para llevar el perfil de suelo de nuevo hasta su CC. De esta manera, aprovechando las características hidrofísicas del suelo, se reduce al mínimo la frecuencia de aplicaciones -y como consecuencia, los costes- en los métodos de riego tradicionales de gravedad y aspersión.

El problema de la acumulación salina: El agua de riego siempre contiene iones en solución, gran parte de los cuales quedan en la zona radicular conforme la absorción progresa. En áreas donde la pluviometría anual no es suficiente, es preciso tomar la precaución de añadir una cantidad extra de agua de riego para lavar esas sales, cuya acumulación en el perfil de suelo podría llegar a ser perniciosa para el cultivo. Esa cantidad extra de agua es lo que se conoce en el lenguaje técnico como "necesidades de lavado" y puede estimarse realizando un simple balance de sales en el perfil enraizado.

Los problemas derivados de la acumulación salina tienen su origen en el incremento de la presión osmótica de la solución

de suelo y el consiguiente mayor esfuerzo requerido por parte de la planta para extraer el agua, así como en la posible toxicidad específica de algunos iones. La tolerancia es variable de unas especies a otras y en cualquier tratado de agronomía pueden encontrarse tablas que orienten al efecto.

La eficiencia de aplicación: Por último, es importante destacar que el buen manejo de un sistema obliga a optimizar en lo posible la "eficiencia" de las aplicaciones, entendiendo por tal la fracción del agua total aplicada que es consumida en forma de ET_c . Es preciso minimizar por tanto las pérdidas por escorrentía y/o por percolación profunda, así como vigilar y mantener el sistema para que la uniformidad de las aplicaciones sea lo más alta posible. En cualquier caso, el resultado estará siempre condicionado a la bondad del diseño. Si el sistema está mal diseñado rara vez podrán conseguirse los resultados apetecidos.

CASO DE LOS RIEGOS LOCALIZADOS

Estos sistemas suelen ser fijos de cobertura total y se diseñan de manera que permiten altas frecuencias de aplicación. El agua puede ser aportada al suelo prácticamente al ritmo en que va siendo consumida por el cultivo, sin que los costes de aplicación se vean incrementados. El papel jugado por el suelo como almacén de agua pasa a tener aquí una importancia secundaria. Se podría decir que, en un caso extremo, el suelo hace el papel de mero soporte físico para las plantas, ya que incluso los fertilizantes pueden, y en muchos casos deben, ser incorporados al agua de riego utilizando el propio sistema. Por tanto, para una correcta programación de los riegos basta conocer la ET_c y, cuando el caso lo requiera, las necesidades de lavado para un control de la acumulación salina.

El consumo de agua y la programación de los riegos: Otra peculiaridad importante de este método de riego es que no se moja la totalidad de la superficie del suelo. Esto hace que, en

los casos en que el cultivo sólo sombrea una fracción del mismo, el aporte de la evaporación directa desde su superficie al total del agua evapotranspirada $-ET_c-$, sea inferior al que se produciría en el caso de un riego tradicional en que se la somete a ciclos sucesivos de humectación y secado. Esta situación se da en plantaciones jóvenes de frutales, olivares adultos con amplios marcos de plantación, cultivos anuales en sus primeros estadios de desarrollo, cultivo del fresón en Huelva, etc. En estas circunstancias, la magnitud de la ET_c es relativamente menor en un sistema de riego localizado, pero no tanto como a primera vista pudiera pensarse. En efecto, al incidir parte de la radiación solar sobre suelo seco, una determinada fracción de la radiación neta, que de otra forma sería consumida en evaporar agua, servirá ahora para calentar el suelo y el aire que lo circunda. Pero a su vez, ese aire "caliente" puede suponer una fuente extra de energía que hace que se incremente la transpiración de las plantas vecinas, lo que en cierta forma tiende a compensar el efecto anterior. Resulta pues que, conforme aumenta el porcentaje de cobertura del suelo por el cultivo, las ventajas derivadas del ahorro de agua se van reduciendo hasta que, para un valor de aproximadamente 75-80%, llegan prácticamente a anularse. Naturalmente, el ahorro en relación con un sistema convencional dependerá de la frecuencia de aplicaciones practicada.

En su programación de riegos, el regante sólo debe preocuparse ahora de estimar la ET_c para ir reponiendo periódicamente con su sistema de riego sin contar con la posible reserva de agua del suelo. Precisamente una de las ventajas de las aplicaciones de alta frecuencia es el mantenimiento constante de un porcentaje de humedad en la zona enraizada próximo a la CC. Una eventual interrupción de las aplicaciones o, simplemente, la aplicación reiterada de dosis que no alcancen a satisfacer la demanda evaporativa, es normalmente más peligrosa que con los métodos tradicionales, sobre todo cuando las reservas de agua en la zona enraizada son escasas. Es evidente que el método del balance de agua, muy útil en los sistemas convencionales, no es en estos casos aplicable.

El regante puede fijar sus dosis de riego estimando la ET_c por los medios ya tratados, teniendo cuidado de usar en cada momento los coeficientes de cultivo adecuados. Cuando se trate de plantaciones permanentes aún jóvenes, la influencia del porcentaje sombreado en la disminución de la ET_c debe ser tenida en cuenta siempre que los coeficientes de cultivo usados sean los correspondientes a una plantación adulta (ver figura 2). La programación por estos medios, sea estimando la ET_r mediante la ecuación (1) o bien con un tanque evaporimétrico y utilizando los correspondientes coeficientes empíricos, puede complementarse con el uso de instrumentos que permitan orientar sobre el contenido de agua en el suelo, como por ejemplo el tensiómetro. El uso de este instrumento permitiría al regante comprobar si está aplicando la cantidad correcta de agua, y hacer las oportunas correcciones cuando sea necesario. En cada punto de observación se colocarían dos tensiómetros, uno dentro del volumen mojado por el gotero donde se considere que hay mayor actividad radicular, y el otro más profundo, entre 1.2 y 1.5 m. El primero, cuya lectura debe mantenerse entre 10 y 30 cb, detectará si se está aplicando menos agua de la debida. El segundo nos informará sobre si se está perdiendo algo de agua por percolación.

La incorporación de fertilizantes en el agua de riego: Al menos algunos de los nutrientes requeridos por el cultivo son usualmente aplicados tras su disolución previa en el agua de riego. Los motivos son varios: 1. se abaratan los costes de abonado, 2. al restringirse el riego sólo a una fracción del volumen de suelo, queda igualmente limitado el volumen explorado por el sistema radicular, siendo por tanto recomendable localizar la aplicación del fertilizante para prevenir posibles deficiencias, y 3. se aumenta la eficiencia de aplicación debido a su localización y a la posibilidad de dosificarlo convenientemente a lo largo del ciclo del cultivo.

Para evitar obstrucciones en el sistema derivadas de la inyección de fertilizantes es preciso que los compuestos usados sean muy solubles, asegurarse de que, si se añaden mezclados,

no reaccionarán entre ellos formando precipitados, así como de su compatibilidad con cualquier elemento o compuesto químico presente en el agua de riego.

El elemento más comúnmente aplicado en los sistemas localizados es el nitrógeno. Se suele incorporar en diferentes formas, no soliendo dar problemas por la alta solubilidad de estos compuestos. En suelos con bajo contenido en carbonato cálcico, algunos de ellos pueden llegar a producir una acidificación excesiva, sobre todo el sulfato amónico, por lo que en estos casos es conveniente llevar un cierto control del pH. La incorporación del potasio tampoco origina problemas, no ocurriendo así con el fósforo, cuya aplicación es recomendable hacerla como abonado de fondo en la forma tradicional. Existen ya en el mercado algunos complejos con composiciones más o menos equilibradas de diferentes elementos, incluyendo micronutrientes cuya incorporación es en muchos casos recomendable. La solubilidad de estos complejos, preparados específicamente para los sistemas localizados, suele ser razonablemente alta.

La inyección de los abonos suele hacerse mediante bomba inyectora, venturi o tanque fertilizante. Los dos primeros dosifican las aplicaciones con gran precisión, sobre todo la bomba. El tanque fertilizante es el más simple; se coloca en paralelo en el sistema y el agua de riego se deriva hacia el mismo creando una presión diferencial estrangulando el flujo mediante el uso de válvulas instaladas al efecto. La aplicación en este caso no es uniforme en el tiempo, pues disminuye conforme decrece la concentración en el tanque.

Es importante tener en cuenta que la incorporación de estos compuestos, al ser disueltos en el agua de riego, incrementa la salinidad de la misma, no debiendo en ningún caso exceder los límites aceptables. En ensayos realizados en cultivos de huerta en California, se ha visto que la concentración de nitrógeno en el agua de riego, resultante de la inyección de fertilizantes, puede llegar a alcanzar los 2500 mg/l sin que, aparentemente, se produzcan efectos adversos. En cualquier caso,

aún no se han publicado cifras definitivas sobre los límites de concentración permisibles para los productos comúnmente usados.

Otras consideraciones: El adecuado manejo de los sistemas localizados incluye la prevención de posibles obstrucciones, sobre todo en aquellos casos en que las secciones por las que tiene que fluir el agua en los emisores son reducidas. Los filtros, sean del tipo que sean, deben ser periódicamente lavados. Es preciso evitar la proliferación de algas y bacterias mediante el uso regular de tratamientos biocidas. Los emisores deben ser frecuentemente revisados y sometidos a pruebas periódicas para controlar sus caudales.

Los sistemas de riego localizado son especialmente aptos para utilizar aguas con alto contenido en sales sin que se produzcan daños aparentes en los cultivos. Esta es una de sus principales ventajas en relación con los métodos convencionales, y la razón de este hecho estriba en que, al ser constantemente alto el contenido de humedad en la zona radicular, la concentración salina en el bulbo mojado se mantiene relativamente baja, ya que, además, el propio movimiento del agua producido en cada aplicación hace que las sales que permanecen tras la extracción radicular se muevan hacia la periferia del mencionado bulbo. No conviene, sin embargo, perder de vista que todas estas sales se van acumulando en el suelo y que, a larga, si no se lavan mediante las lluvias o por la aplicación de riegos de aspersión, pueden llegar a ocasionar serios problemas.

Tabla 1: Valores orientativos del IHD para diferentes tipos de suelo expresados en altura de agua/profundidad suelo (mm/m).

Tipo de suelo	Límite de variación	Valor medio
Arena de textura gruesa a muy gruesa	40- 80	65
Franco-arenoso a franco-arenoso fino (textura moderadamente gruesa)	80-125	105
Franco-arenoso muy fino a franco-arcillo-limoso (textura media)	105-145	125
Arcillo-limoso a arcilla (textura fina a muy fina)	125-210	165

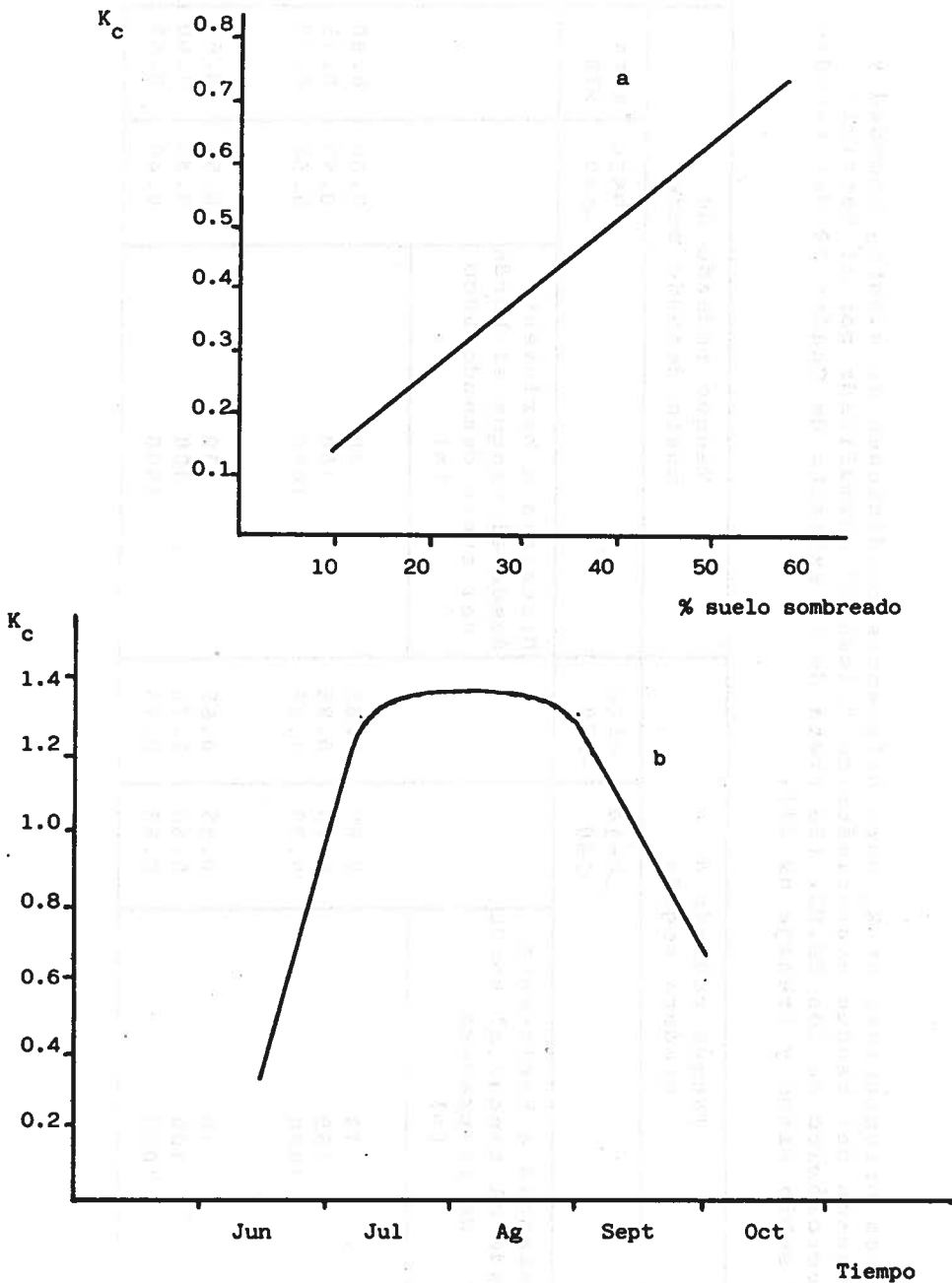


Figura 1: a) Coeficientes de cultivo para un cultivo de fresón en la zona de Lepe en función del % de suelo sombreado. Datos no publicados de Berengena, Verdier y Navarro (1986).
 b) Curva de coeficientes de cultivo para un cultivo de algodón regado por goteo en la zona de Paterna del Campo. Datos no publicados de Berengena y Govantes (1986).

Tabla 2: Valores orientativos de K_e para diferentes condiciones de viento, humedad y situación del tanque evaporimétrico "clase A" normalizado por el Servicio Meteorológico de los EE.UU. (Se trata de un extracto de Cuadro 19 del Estudio FAO sobre Riego y Drenaje n.º 24).

HR media % u (Km/día)	Tanque rodeado de pradera regada		Tanque rodeado de suelo desnudo seco	
	baja <40	alta >70	baja <40	alta >70
Débiles <175	Distancia a barlovento desde el tanque al borde de la pradera (m)		Distancia a barlovento desde el tanque al borde del suelo desnudo seco (m)	
	10	0.65	10	0.60
	100	0.70	100	0.55
Fuertes 425-700	1000	0.75	1000	0.50
	10	0.55	10	0.50
	100	0.60	100	0.45
	1000	0.65	1000	0.40

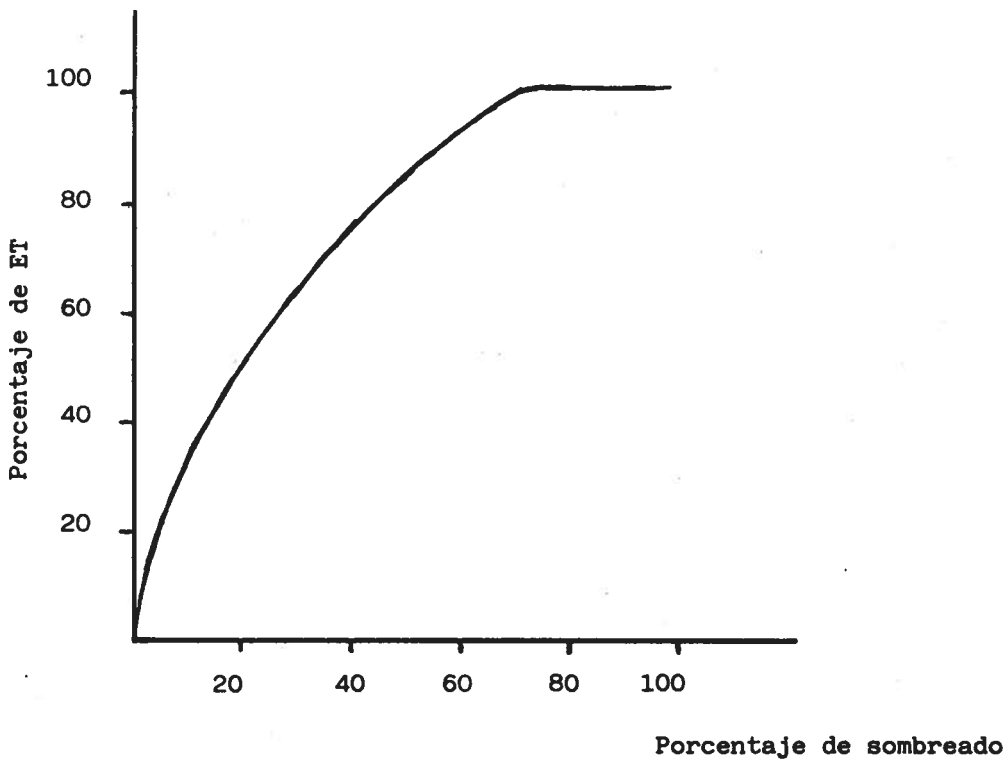
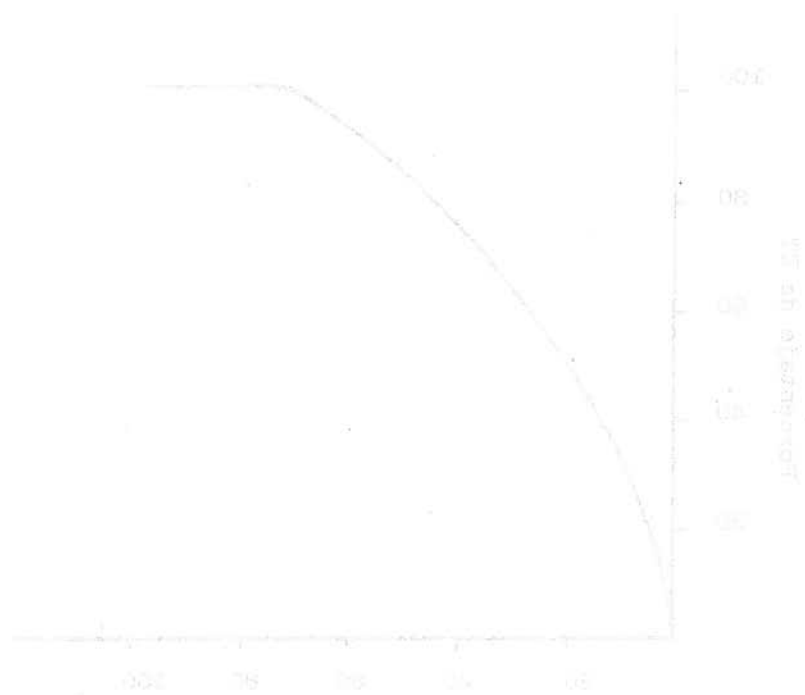


Figura 2: Relación entre el porcentaje de suelo sombreado por una plantación frutal joven regada por goteo y el porcentaje de su ET en relación a la producida en una plantación adulta. (Tomado del Folleto nº 21256 de la Universidad de California, 1981).



Percentage of ...

Figure 2. Relationship between ... and ...
 The relationship between ... and ... is shown in Figure 2. The curve starts at the origin (0,0) and rises steeply to a peak of approximately 100 at x=75. After the peak, the curve gradually declines to about 80 at x=100. This indicates that the relationship is non-linear and reaches a maximum value before decreasing.



FERTIRRIGACION DEL FRESON

Antonio Flores Domínguez.

AGENCIA COMARCAL DE EXTENSION AGRARIA DE MOGUER

INTRODUCCION.-

Hablar de fertirrigación en plan generalizado y extensivo a cualquier cultivo, resulta siempre arriesgado; también lo es, el dar una línea y pretender que ella sea "la mejor" genericamente.

Hay que tener en cuenta por tanto, la condición fisiológica del material vegetal al que va a ir destinada esta operación así como las condiciones climáticas (naturales o artificiales) de las que se benefician o soportan, ya que a su vez inciden en la cuantía y en la forma en que son absorbidos los abonos por las plantas.

Por tanto los factores que inciden en una "correcta" aplicación de nutrientes son infinitos, como múltiples son las situaciones de cultivo. Desgraciadamente una experiencia positiva, no es extrapolable de una situación a otra.

Necesariamente habrá que establecer como principio, una tabla de optimización para nuestras condiciones, sacada experimentalmente en base a controles estrictos de nuestras parcelas de cultivo. Esta es una labor profunda y lenta necesitada de un amplio despliegue técnico e investigador, que la hacen por lógica altamente costosa.

Para no errar en demasía, debemos establecer diferentes parámetros que aunque dependan en sí de muchos factores, agrupo en tres grandes bloques, que deben ser en su mayor parte escrupulosamente conocidos por el agricultor-fresero:

- Factores climáticos de la zona.
- Factores edáficos.
- Factores de cultivo.

Los factores edáficos y climáticos deben conocerse con detalle.

A mi entender considero imprescindibles los siguientes datos:

- Orientación de la parcela a cultivar.
- Horas de luz al año
- Pluviometría de la zona
- Dominancia de los vientos
- Evapo transpiración
- Temperaturas medias, mínimas y máximas.

- PH de los suelos.
- Contenido en el suelo de materia orgánica, macro y micro-nutrientes.
- Textura y estructura del perfil cultivable.

En cuanto a los factores de cultivo del fresón, debemos tener presente que se trata de:

- Cultivo de aprovechamiento exclusivamente anual.
- Acolchado con film de polietileno negro.
- Plantado sobre lomo o caballón.
- Con riego localizado bajo el acolchado.
- Cultivo en suelos generalmente arenosos.
- Con intensificación de 70-75.000 plantas/Ha.
- Cultivo forzado con plásticos de cobertura mediante micro-túnel, invernadero o gran túnel.

También debemos conocer en profundidad el sistema de riego a utilizar, teniendo en cuenta a la hora de realizar su diseños los criterios siguientes:

- Que sea fácilmente manejable.
- Con la mayor eficiencia y uniformidad en el reparto de agua a toda la instalación.
- Del menor costo posible.

Lógicamente el buen diseño de una instalación de riego, nos va a permitir tener garantías en la distribución uniforme de los elementos nutritivos.

NUTRICION DEL FRESON

Las necesidades nutricionales del fresón, varían según la fase del ciclo vegetativo en que se encuentre. Este ciclo lo podríamos dividir en 3 estadios según su desarrollo y comportamiento:

DESARROLLO DEL CULTIVO																																	
Noviembre			Diciembre					Enero					Febrero					Marzo				Abril				Mayo			Junio		Semanas		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
Final plantación		Estadio 1										Estadio 2										Estadio 3										Final cultivo	

Estadio 1 - Desde plantación a 1ª floraciones, lo más significativo es el gran crecimiento vegetativo.

Estadio 2 - Desde 1ª floraciones a 1ª recolecciones con abundante floración y crecimiento vegetativo.

Estadio 3 - Desde 1ª recolecciones a final de cultivo donde se produce el 80% de la cosecha.

En base a este ciclo, y refiriéndonos a una unidad de 70.000 plantas por Ha., podemos clasificar las necesidades de nutrientes fundamentales de la forma siguiente:

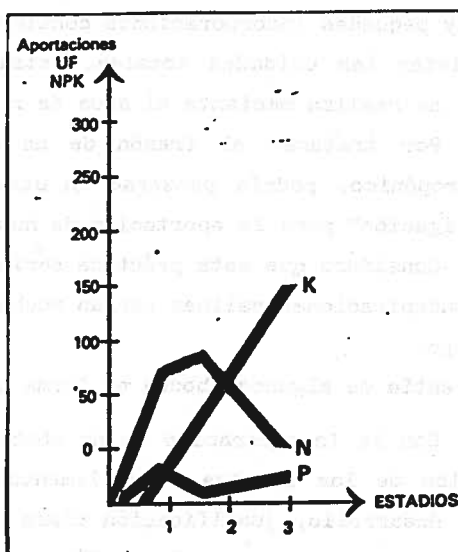


Gráfico 2

En forma general los nutrientes para fresón se clasifican:

MACROELEMENTOS: PRIMARIOS- NITROGENO, FOSFORO, POTASIO.

SECUNDARIOS- CALCIO, MAGNESIO, AZUFRE.

MICROELEMENTOS: MOLIBDENO, HIERRO, MANGANESO, COBRE, CINC, BORO, CÒBALTO, ETC.

En la situación particular del cultivo en Huelva y en base a las leyes de la fertilización, nos planteamos en su día una forma de realización. Tomamos finalmente como regla, la de VOISIN o del "equilibrio", llegando a establecer unidades de fertilización, manejando datos y criterios medios de investigadores y productores, utilizando experiencias de campos con un buen nivel productivo.

Se basan estos controles en la obtención de datos mediante:

- análisis continuados y periódicos durante todo el ciclo vegetativo.
- análisis de suelos.
- índices de materia seca.

- niveles de extracciones en frutos, vegetación, etc.

Con estos criterios establecemos las siguientes necesidades medias de fertilización TOTALES, referidos a la unidad de 70.000 plantas/Ha

NITROGENO - N - 250 - 300 V.F.

FOSFORO - P_2O_5 - 75 - 100 V.F.

POTASIO - K_2O - 300 - 400 V.F.

Las aportaciones de nutrientes, deben realizarse en 2 etapas claramente diferenciadas, una aportación en FONDO antes de efectuar la plantación y pequeñas incorporaciones continuas a lo largo de todo el ciclo hasta completar las unidades totales. Estas incorporaciones se denominan COBERTERA y se realiza mediante el agua de riego.

Por tratarse el fresón de un cultivo altamente tecnificado y casi hidropónico, podría pensarse en utilizar exclusivamente la vía de la "fertirrigación" para la aportación de nutrientes.

Considero que esta práctica sería peligrosa por 2 razones:

- 1ª Las concentraciones salinas serían mucho mayores en la zona del bulbo de riego.
- 2ª La carestía de algunos abonos en forma soluble: por ejemplo el fósforo

Con la incorporación de un abonado de fondo, pretendemos poner a disposición de las plantas esos elementos imprescindibles para que comiencen su desarrollo, justificación clara para esta aportación. Recordemos además que después de la plantación suelen darse 3-4 riegos de asiento por aspersión con una cadencia variable entre 2 y 4 días según las condiciones meteorológicas. En ese periodo normalmente no se usan los riegos localizados, por lo que aparte del abonado de fondo no se produce ninguna incorporación nueva de nutrientes.

APORTACION DE FONDO

Menciono como fundamental en aportación de fondo un abonado orgánico a base de estiércol que mejorará la textura y estructura del suelo, aumentando también la capacidad retentiva de agua y nutrientes.

Como valores de aportación puedo citar cifras de 30-40.000 Kgs./Ha. La procedencia de los estiercolados, irán en función de las características del suelo. Son aconsejables los de caballo, ovino-caprino, estiércol de ave o mezclas de los mismos.

Se estima un óptimo valor de materia orgánica en un suelo, cifras cercanas al 2%.

En este momento, según determinaciones analíticas como medios más eficaces para decidir una aportación "razonada", a mi entender debe incorporarse el 100% de FOSFORO 1/3 de NITROGENO y 1/3 de POTASIO, también debe quedar resuelto el tema del MAGNESIO y el CALCIO.

Mi convencimiento es claro hacia aportaciones de abonos simples por la razón elemental de ser más completos que los complejos donde únicamente se suministran N - P - K.

En los abonos simples, las impurezas o vehículos portadores del N_2 , P_2O_5 y K_2O , son simplemente correctores de suelo, que a la larga nos proporcionarán una clara mejoría en esos nutrientes secundarios y microelementos. Cito entre ellos, calcio, hierro, azufre, etc.

Unico freno en casos concretos es la funcionalidad de la aplicación, que en determinadas fincas la hacen más dificultosa.

Como solución a esta aportación, ofrezco la siguiente fórmula:

95 VF de Nitrógeno equivalente a 450 Kgs. de sulfato amónico (21%)

85 VF de Fósforo equivalente a 450 Kg. de Superfosfato de cal (18%)

117 VF de Potasio equivalente a 234 Kg. de Sulfato Potásico (50%)

28 VF de Magnesio equivalente a 200 Kg. de Sulfato Magnésico (14%)

Los niveles de calcio, pueden mejorarse con carbonato cálcico, o yeso, a dosis oscilantes según las características de los suelos.

También podrían resolverse las necesidades de CALCIO y MAGNESIO con la incorporación de DOLOMITA (carbonato cálcico-magnesio, 55%-18%) con dosis variables según procedencia de la misma.

Aunque me he manifestado claramente hacia los abonos simples, voy a mencionar también otras posibilidades en las que se ofrecen las siguientes formulaciones:

1 Abonos Simples: Sulfato amónico, Superfosfato de cal, Sulfato Potásico, Sulfato Magnésico, Carbonato cálcico, Sulfato de hierro, etc.

2 Abonos complejos: 15 - 15 - 15, 9 - 18 - 27, 12 - 12 - 24,
12 - 24 - 12

APORTACION DE COBERTERA

Es la aportación de nutrientes una vez establecida la plantación y se realiza mediante el agua de riego.

Si nos fijamos en la palabra FERTIRRIGACION, genericamente podemos definirla como: "la aplicación de nutrientes mediante su disolución

en el agua de riego."

En base a esta definición debemos fijarnos en dos parámetros fundamentales para que la fertirrigación se desarrolle o efectúe de una forma correcta:

Por un lado hemos de conocer la composición de los suelos que se vayan a fertirrigar. De este modo podremos determinar la concentración de abono y materia orgánica que un suelo necesita en función de los nutrientes que ya posee de un modo natural.

También se ha de tener en cuenta la cantidad, calidad y composición química del agua a utilizar.

La cantidad de agua a utilizar variará en base a la permeabilidad del suelo, es decir a su capacidad retentiva.

Para la cantidad de agua a aplicar voy a dar cifras medias que se ajustan lo más posible a nuestras condiciones, ya que resoluciones definitivas y específicas, necesitarían controles directos en cada parcela de cultivo, para este caso podemos considerar las siguientes necesidades hídricas:

NECESIDADES HIDRICAS DEL FRESON	
Octubre	} 1,5 litros/m ² /día
Noviembre	
Diciembre	
Enero	} 2 litros/m ² /día
Febrero	
Marzo	3 litros/m ² /día
Abril	4 litros/m ² /día
May	} Más de 4 litros/m ² /día
Junio	

Gráfico 3

Así mismo la calidad del agua de riego vendrá dada por la conductividad eléctrica (C.E.) que es la capacidad de dejar pasar la corriente eléctrica mediante los iones disueltos en ellas. Esta sólo la podemos conocer mediante determinaciones analíticas.

Al disolver cualquier abono en agua, la conductividad aumenta, ya que sube la concentración de sales en este agua.

El fresón es un cultivo altamente sensible a la salinidad, puede afirmarse que aguas con más de 2 milomohos por cm₃, (1,3 a 1,5 gramos por litro de sales solubles en su constitución) disminuye la capacidad productiva que podría tener en potencia con aguas de buena calidad.

Conductividad eléctrica	Disminución cosecha
C.E. en milimohos = 1,5	10%
C.E. en milimohos = 2	25%
C.E. en milimohos = 3,5	50%

Gráfico 4

Son sin embargo aguas útiles para el cultivo las que se ajustan a la siguiente composición:

- Sólidos disueltos (Kelley) no superior a 0,5 grs./litro.
- Elementos tóxicos (Boro) menos de 0,33 miligramos por litro.
- Carbonato Sódico residual (Eaton) menos de 1,25 miliequivalentes litro
- Relación de Calcio (Kelley) mayor de 0,35

FERTIRRIGACION

En la fertirrigación, las aportaciones de nutrientes se deben realizar a las concentraciones más bajas posibles, evitando disoluciones muy concentradas, limitando así la salinización de los suelos durante el cultivo.

Optimamente la concentración de abonos para suelos arenosos, debe oscilar entre 0,4 y 0,5 gramos por litro.

Lógicamente hay que barajar un gran número de factores que irán limitando el uso de uno u otro fertilizante, incluso modificar en algún momento, criterios que no son bajo ningún concepto rígidos, pudiendo variar según las condiciones climáticas (T^º., lluvias, vientos, etc.) y el desarrollo del cultivo.

La fertirrigación debe comenzar, cuando la planta haya desarrollado un 5% de su sistema radicular, coincidiendo en condiciones normales, con el 1^º mes de efectuada la plantación, una vez la planta "asentada" y "apoderada" en el terreno.

En teoría, desde el establecimiento de la plantación hasta el levantamiento de la misma, transcurren aproximadamente 210 días. De acuerdo con la pluviometría de la zona y con las necesidades hídricas del cultivo, se prevén 140 riegos, con la siguiente cadencia:

RIEGOS PREVISTOS PARA EL CULTIVO								
Meses	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Estado del cultivo	Estadio 1			Estadio 2		Estadio 3		
Duración riegos	1/2 hora	1/2 hora	1/2 hora	3/4 hora	3/4 hora	1 hora o más		
Frecuencia de los riegos	5	15	15	15	20	20	30	20
	Total 35 riegos			Total 35 riegos		Total 70 riegos		
Volumen de agua	490.000 litros			735.000 litros		1.960.000 litros		

Gráfico 5

Sentados todos estos precedentes, conviene hacer un primer replanteo para aportar los nutrientes a lo largo del ciclo de cultivo.

Nuestros objetivos van dirigidos hacia::

- Fertirrigación diaria. - Uso del abono más adecuado al desarrollo vegetativo de la plantación. - Del costo más bajo. - De fácil aplicación.

Hay que recordar que las aportaciones previstas para incorporar mediante fertirrigación son 2/3 del Nitrógeno total, 2/3 del Potasio total y una pequeña parte de Fósforo, complementando así las necesidades Totales del cultivo, con los siguientes valores:

- NITROGENO 200 VF, - FOSFORO 15 V.F., - POTASIO 280 VF

Además, irán intercaladas entre ellas, aplicaciones de microelementos a dosis de 0,5 grs./l. con una cadencia semanal en las 9 primeras semanas del cultivo y quincenal hasta el final del mismo.

DETERMINACION DE LA DOSIS DE ABONADO

Para determinar la dosis de abonado a aplicar en un riego se aplica el siguiente razonamiento:

$$D = \frac{A}{N} \times r$$

D= Dosis a obtener
 A= Kgs. totales de abono a aplicar
 N= n² de riegos de todo el ciclo
 r= Coeficiente reductor para fresón.

El coeficiente reductor llamado también de fertilización, se obtiene experimentalmente a nivel práctico; para fresón y mediante fertirrigación diaria, personalmente le estimo los siguientes valores:

VALORES DE r PARA FRESON	
r=0,3	1.º a 4.º semana
r=0,5	4.º a 9.º semana
r=0,7	9.º a 12.º semana
r=1	Más de 12.º semana

Gráfico 6

Con estos valores el factor r, en las primeras semanas, nos va a permitir una bajada de la concentración soluble y un ahorro sensible de abono.

CALCULO DE LA CONCENTRACION DE ABONO EN CADA RIEGO

De acuerdo con las riquezas de los fertilizantes que decidamos emplear y su riqueza, según las VF a aplicar, obtendremos el n² de Kgs. totales para una parcela determinada.

Con esto, sólo nos resta saber si la concentración que tendremos en un riego determinado, es o no aconsejable.

Para la obtención de la concentración se aplica la siguiente relación:

$$C = \frac{G}{l}$$

C= Concentración a obtener, siendo valores "deseables"
0,4 - 0,5 g./l.

G= Fertilizante a aplicar en cada riego expresado en grs.

l= litros de agua del riego.

Para clasificar el tema voy a exponer un ejemplo con el uso de las siguientes formulaciones:

Nitrato amónico 33,5% N₂

Nitrato Potásico 13,5% N₂ - 46% K₂O

Fosfato Monoamónico 61% P₂O₅

Se intenta cubrir las necesidades de uno de los elementos, eligiendo el de mayor necesidad, que en nuestro caso es el POTASIO.

POTASIO. - 280 V.F. de K₂O = 610 Kg. de NITRATO POTASICO.

(con este compuesto incorporamos también 80 V.F. de N₂)

NITROGENO. - 200 V.F. = 120 VF n₂ = 360 Kgs. de NITRATO AMONICO

FOSFORO. - 15 V.F. de P₂O₅ = 25 Kg. de FOSFATO MONOAMONICO.

Si sumamos los Kilogramos de abono a aplicar independientemente de su composición, estamos en disposición de obtener la cifra que nos marque la concentración media, lógicamente teniendo también los valores teóricos del agua a emplear (gráfico 5).

Nos queda para aplicar en este ejemplo: 995 Kg. de fertilizantes (Nitrato Potásico 610, Nitrato amónico 360 y Fosfato MonoAmónico 25), en -- 3.185 m3 de aportación hídrica total teórica (gráfico 5).

$$C = \frac{995.000 \text{ grs. de fertilizante total}}{3.185.000 \text{ litros totales de agua}} = 0,312 \text{ grs./l.}$$

La concentración media obtenida es muy aceptable, ya que nos permite una flexibilización de I 0,2 grs./l. hasta llegar a 0,5 según las necesidades de incorporar más o menos riqueza o desarrollo del cultivo.

Los nutrientes que he elegido para este caso particular teórico, aplicándolos según las necesidades del cultivo (gráfico nº 2) y ajustándonos a la aplicación "teórica" de las curvas, en todo su recorrido las concentraciones van a oscilar entre 0,25 - 0,5 grs./l. dejando con este modelo de aplicación, la posibilidad de usar aguas de riego con 1 grs./l. en su composición natural.

Recuerdo que las variantes son infinitas, ya que son muchas las ofertas y formulaciones comerciales disponibles. Por ello ofrezco una

lista amplia de fertilizantes, solubilidad de los mismos y mezclas de posible realización.

ABONOS DE POSIBLE UTILIZACION		
	Simples	Complejos
Líquidos	<ul style="list-style-type: none"> - Solución nitrogenada 32% - Solución nitrogenada 20% 	4-8-12 15-15-15 10-10-10 Etcétera
Cristalinos	<ul style="list-style-type: none"> - Urea cristalina - N-20 	14-10-14 12- 4- 6 11- 5-30 20- 5-20 13-40-13 Etcétera
Abonos solubles	<ul style="list-style-type: none"> - Urea perlada - Nitrato amónico - Nitrato potásico - Nitrato de cal - Nitrato de sodio - Fosfato monomónico - Fosfato biamónico - Sulfato potásico - Cloruro potásico - Carbonato potásico - Sulfato amónico 	

Gráfico 7

SOLUBILIDAD DE ALGUNOS ABONOS			
Kgs/100 litros			
Fertilizante	A 0° C	A 20° C	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O
Nitrato de cal	102	122	18,8-0 - 0
Nitrato sódico	73	88	14,1-0 - 0
Nitrato potásico ...	13,3	31,6	13 -0 -46
Sulfato amónico ...	70,6	73	21 -0 - 0
Nitrato amónico ..	118,3	92	33,5-0 - 0
Urea	66,7	103,3	46 -0 - 0
Fosfato amónico ...	—	66,1	11,8-31,7-0
Cloruro potásico ..	27,6	34	0 -0 -20,4
Sulfato potásico ...	7,3	11	0 -0 -50
Carbonato potásico	—	33	0 -0 -15

Gráfico 8

ESQUEMA DE COMPATIBILIDAD ENTRE ABONOS							
	Sulfato amónico	Nitrato de cal	Nitrato sódico	Nitrato potásico	Sulfato potásico	Sulfato magnésico	Nitrato amónico
Sulfato amónico	—	No	SI	SI	SI	SI	SI
Nitrato de cal	No	—	SI	SI	No	No	No
Nitrato sódico	SI	SI	—	SI	SI	SI	SI
Nitrato potásico	SI	SI	SI	—	SI	SI	SI
Sulfato potásico	SI	No	SI	SI	—	SI	SI
Sulfato magnésico	SI	No	SI	SI	SI	—	SI
Nitrato amónico	SI	No	SI	SI	SI	SI	—

Gráfico 9

También quiero resaltar la posibilidad de aplicación del FOSFORO y parte del NITROGENO, en forma de ácidos fosfóricos y nítrico respectivamente, que además de su bajo coste, nos resolvería en casos específicos, algunas obtuaciones de líneas de riego. Freno único para su uso indiscriminado es el pH de nuestros suelos a los cuales no nos interesa acidular en demasía por su condición generalmente ácida. De todas formas y aunque no de manera asidua, sí conviene tenerlos en cuenta en casos de abonados, estercolados o suelos básicos.

Con todo lo expuesto, no he querido reflejar un modelo único, sólo poner a disposición de todos ustedes un modelo razonado y abierto a múltiples variantes.

Quiero manifestar una idea clara hacia un tipo de fertilizante: los simples que además de económicos, nos permiten modificar según necesidades, la aportación mayor o menor de un elemento determinado.

Tengo claro que el mejor abono para fertirrigación, es el que mejor solubiliza. Pero no puedo olvidarme de los costos. Los abonos complejos; muy prácticos, completos y enriquecidos, para mí sólo tienen el inconveniente del costo de la unidad fertilizante, llegando a veces a triplicar el precio de la obtenida mediante abonos simples.

Sería posible ampliar, profundizar y diversificar más el tema, por motivos de premura, remito todo tipo de cuestiones al coloquio, con la única limitación de mis conocimientos.

También quiero manifestarme en relación a afirmaciones de algunos autores y aseveraciones gratuitas sobre determinados tipos de compuestos.

He leído trabajos donde mencionan: "la nulidad del fósforo e incluso le aprecian acciones depresivas sobre el cultivo".

- Efectos espectaculares y casi milagrosos de determinados abonos y correctores.

- Utilización de abonos de descomposición lenta, como única y futura alternativa.

- Aportaciones hídricas y de nutrientes de + 30% sin haber una espectacular bajada de cosecha.

- Ácidos y compuestos biológicos que son la panacea.

- Efectos negativos sin más de la "gallinaza".

- et., etc.

Desde aquí me manifiesto en que: "eso hay que demostrarlo en nuestra zona de cultivo". Hay que investigar y demostrar nuestras condiciones. Pudiendo llevarle a nuestros productores un mensaje firme y sólido sobre nuestra propia experiencia.

Para ello la administración ha puesto sus miras en la zona y va a poner en marcha un Centro en Moguer donde tendremos la oportunidad de ensayar, mejorar e investigar todas éstas y las cuestiones que se planteen por parte del sector.

Como finalm decir sólo que el campo costero onubense, tiene

planteado un reto que a la vez de ambicioso, es cautivador y apasionante, -queda mucho por hacer- pero al menos tiene marcado el camino a seguir. Los que llevamos algunos años en el tema, podemos recordar con facilidad la situación del cultivo en época no muy lejana, -finales de los 70- hace poco menos de una década, pensar en técnicas de cultivo actuales, manejadas hoy con cierta soltura, era simplemente agricultura-ficción. Entrábamos entonces en las aplicaciones masivas de materiales plásticos: filmes, tuberías de riego, protecciones técnicas, riegos localizados, etc.

Los campos de Lucena del Puerto, Moguer y Bonares, como más conocidos para mí, desde esos años a la actualidad, han variado sensiblemente en cuanto a paisaje. También naturalmente ha cambiado la forma de vida y el nivel de nuestros agricultores. Por ello las personas que nos visitan de otras regiones españolas y extranjeras, quedan impresionadas ante la magnitud y la altura alcanzada, aunque nosotros por lo cotidiano no le damos esa importancia que por derecho propio y respeto a nuestros productores, tengo la obligación de mencionar.

También es de justicia recordar que la implantación de gran parte de las técnicas, la introducción de variedades, normas de cultivo, comercialización, etc., nos han venido en ocasiones, de manos de empresas dinámicas y reflejos claros del cultivo californiano -muy desarrollados por la Universidad de Davis de la mano de profesores Brinhurts y Voth- por su incidencia en la zona, no me queda más remedio que mencionar como pionera y ejemplo calro a "SUR Hortícola".

Sería largo recordar desde aquí a todas las personas que con su saber y profesionalidad, han contribuido a formar en mí estas ideas. De todas formas con mi agradecimiento por su facilidad de transmisión de conocimientos, desde aquí le doy las gracias a todos los compañeros, considerando esta exposición un poco de ellos.

Muchas gracias.



PROGRAMACION DEL RIEGO LOCALIZADO Y FERTIRRIGACION EN CITRICOS Y FRUTALES DE HUESO.

Juan R. Castel

Instituto Valenciano Investigaciones Agrarias
Moncada (Valencia)

La programación del riego consiste en responder a dos preguntas básicas:

- 1) Cuando regar y
- 2) con cuanta agua

es decir cuales son la frecuencia y la dosis de riego más adecuadas para conseguir un crecimiento y producción óptimos del cultivo.

Los riegos localizados (goteo, exudación y microaspersión) se caracterizan por la facilidad de aplicar pequeñas dosis de agua a solo parte del suelo con alta frecuencia con sólo un pequeño aumento de costes por la aplicación frecuente de agua, en especial si están automatizados. En la mayoría de los experimentos de riego localizado realizados en diversos tipos de suelo no se ha encontrado diferencia en producción regando casi todos los días, cada 2-3 días o incluso en suelos más retentivos regando cada semana. Estos resultados correspondían a instalaciones en las que se mojaba al menos un 30% del volumen de suelo, habiéndose comprobado que en general es suficiente mojar un 30-40% del volumen para el diseño de instalaciones de riego localizado en árboles frutales. Por ello, la frecuencia de riego en la mayoría de los casos deja de ser un parámetro clave a la hora de la programación y se puede decir que son riegos diarios o todo lo más semanales. No obstante, la frecuencia puede ser más importante en casos extremos, como suelos muy arenosos profundos donde para reducir pérdidas por percolación profunda puede ser conveniente regar a pulsos (varias veces al día) o en suelos con problemas de aireación, como algunos muy arcillosos, donde para evitar la asfixia radicular suele ser más conveniente regar cada varios días en lugar de diariamente.

Por otra parte, la frecuencia de riego condiciona en algunos casos el diseño de la instalación, pues en general cuanto menor sea la frecuencia de riego se reduce el número posible de sectores

a regar por día, lo que en fincas grandes podría obligar a sobredimensionar las tuberías secundarias o terciarias.

Volveremos a comentar aspectos sobre frecuencia de riego en el apartado dedicado a instrumentos para la programación de riego.

La cantidad de agua que las plantas necesitan para su adecuado crecimiento y producción o evapotranspiración del cultivo, ETC, depende fundamentalmente de 2 grupos de factores: los climáticos y el área foliar y estructura aerodinámica de la misma.

La influencia del clima es compleja y se deriva del hecho de que la pérdida de agua por las hojas y suelo es un proceso físico complicado de intercambio de agua y energía en el cual interactúan simultáneamente diversos factores como la radiación solar, la temperatura del aire y de las hojas; la humedad relativa del aire y el viento.

La influencia del clima se ha intentado resumir en fórmulas empíricas más o menos simplificadas y que en general predicen la demanda evaporativa potencial o de referencia, ETo, (o necesidades de agua de un cultivo sin limitación ninguna de agua) estando las necesidades reales del cultivo, ETC relacionadas mediante un factor corrector denominado coeficiente de cultivo, Kc de tal forma que $ETc = Kc ETo$.

Existen multitud de fórmulas de cálculo de la ETo y en general todas ellas tienen el inconveniente (tanto más acusado cuanto más simplificados son) de que necesitan haber sido calibradas para condiciones climáticas semejantes a las de la zona donde se pretenden aplicar. De otra forma, pueden dar errores importantes, en algunos casos del 30% o más, tanto por encima como por debajo de las necesidades reales.

La FAO (Doorenbos y Pruitt 1976) recopiló los datos existentes en una amplia gama de climas y cultivos y calibró 4 de los métodos más usuales. En dicha publicación se dan los detalles para calcular la ETo por los distintos métodos, así como los coeficientes de cultivo para distintos cultivos.

Entre los métodos calibrados por la FAO, y que destacaré por creer es el más práctico y asequible al agricultor, está el del

tanque de evaporación. Consiste en un depósito circular de hierro galvanizado de 121 cm. de diámetro y 25.5 cm de profundidad, situado sobre una plataforma de madera de unos 15 cm. de altura y en el que por lecturas sucesivas del nivel del agua se determina la evaporación del agua en el tanque, E_o . Multiplicando dicha E_o por otro factor corrector o coeficiente de tanque, K_p se obtiene la evapotranspiración de referencia ET_o : es decir $ET_o = K_p E_o$ y $ET_c = K_p K_c E_o$. El valor de K_p depende de donde esté el tanque situado (dentro de zona regada o seca) y de las condiciones climáticas de la zona (humedad relativa y viento). Los valores de K_p para caso de zona regada y seca se incluyen en la tabla 1. Si bien se pueden montar tanques de evaporación como ayuda orientativa en las fincas particulares, es menester que estos tanques estén bajo vigilancia técnica a fin de que los datos puedan ser fiables y extrapolables a zonas de similares características agroclimáticas. El tanque se llenará hasta 5 cm. del borde y el nivel del agua no podrá bajar de 7,5 cm. con respecto a dicho borde, ya que si es más la lectura puede diferir hasta en un 15 por 100. Se procurará mantener limpia el agua, evitando que se ponga turbio o que entren hojarascas, utilizando si es menester, los mismos cuidados que con una piscina.

En los sitios donde abunden pájaros convendrá colocar una tela metálica de hilo fino y agujeros los más grandes posibles, con el fin de que dichos pájaros no beban y nos enmascaren los resultados. Convendrá vallar la estación para evitar que entren animales o alguien extraño (niños).

Las lecturas pueden hacerse a diario o cada 3-4 días, a ser posible, a la misma hora solar. Sería deseable tener, además, algún aparato meteorológico, pero por lo menos es indispensable un pluviómetro.

Para el caso de cítricos adultos de las variedades Salustiana y Washington Navel con prácticas de cultivo habituales de la zona costera de Valencia se calibraron los distintos métodos de FAO (Castel y cols. 1986) y los valores de K_c referidos al tanque de evaporación se incluyen en la tabla 2. Dichos valores son de un 10 a un 20% inferiores a los dados por FAO que también se incluyen en dicha tabla. Los coeficientes de cultivo correspondientes a frutales se presentan en la tabla 3.

Tabla 1. COEFICIENTE Kp, EN EL CASO DE UNA CUBETA DE LA CLASE A, PARA DIFERENTES CUBIERTAS Y NIVELES DE HUMEDAD RELATIVA MEDIA Y VIENTOS DURANTE LAS 24 HORAS

Cubeta Clase A	Caso A Cubeta rodeada de cubierta verde baja			Caso B 1/ Cubeta con barbecho de secano				
	RH medio %	Baja < 40	Media 40 - 70	Alta > 70	Baja < 40	Media 40 - 70	Alta > 70	
Vientos Km/día	Distancia a barbecho de la cubierta verde (en m.)				Distancia a barbecho del barbecho de secano (en m.)			
Débiles < 175	0	.55	.65	.75	0	.7	.8	.85
	10	.65	.75	.85	10	.6	.7	.8
	100	.7	.8	.85	100	.55	.65	.75
Moderados 175 - 425	1 000	.75	.85	.85	1 000	.5	.6	.7
	0	.5	.6	.65	0	.65	.75	.8
	10	.6	.7	.75	10	.55	.65	.7
Fuertes 425 - 700	100	.65	.75	.8	100	.5	.6	.65
	1 000	.7	.8	.8	1 000	.45	.55	.6
	0	.45	.5	.60	0	.6	.65	.7
Muy fuertes > 700	10	.55	.6	.65	10	.5	.55	.65
	100	.6	.65	.7	100	.45	.5	.6
	1 000	.65	.7	.75	1 000	.4	.45	.55
	0	.4	.45	.5	0	.5	.6	.65
	10	.45	.55	.6	10	.45	.5	.55
	100	.5	.6	.65	100	.4	.45	.5
	1 000	.55	.6	.65	1 000	.35	.4	.45

1/ En el caso de superficies extensas de barbecho desnudo y con un desarrollo agrícola nulo, se debe reducir los valores de Kp en un 20% en condiciones de mucho calor y vientos fuertes y en un 5-10% tratándose de temperatura, humedad y vientos moderados.

Tabla 2. VALORES DEL COEFICIENTE DE CULTIVO Kc PARA CITRICOS en función del área sombreada (A_s) Y DEL CONTROL DE MALAS HIERBAS

A _s ≥ 70%		E	F	M	A	My	Jn	J	A	S	O	N	D	Media año
FAO	Con control malas hierbas	0.75	0.75	0.7	0.7	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.7	0.7	0.7	0.69
	Sin control malas hierbas	0.90	0.9	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.86
CASTEL y cols. (1986) ^{1a)}		0.66	0.65	0.66	0.62	0.55	0.62	0.68	0.79	0.74	0.84	0.73	0.63	0.64
A _s = 50%														
FAO	Con control malas hierbas	0.65	0.65	0.60	0.60	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.6	0.6	0.59
	Sin control malas hierbas	0.90	0.9	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.86
CASTEL y cols. (1986)		0.55	0.71	0.54	0.52	0.44	0.53	0.63	0.69	0.68	0.66	0.72	0.79	0.61
A _s = 20%														
FAO	Con control malas hierbas	0.55	0.55	0.50	0.50	0.50	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.5	0.5	0.49
	Sin control malas hierbas	1.0	1.0	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.96

1a) Con control de malas hierbas en primavera-verano, y cubierta de Oxalis spp en invierno.

Tabla 3. VALORES DE Kc CORRESPONDIENTES A ARBOLES CADUCIFOLIOS FRUTALES Y DE NUEZ, DE PLENO CRECIMIENTO

	Con cubierta vegetal 1/												Sin cubierta vegetal 2/ (cultivados limpios, exentos de malas hierbas)											
	Mar	Abr	Mayo	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Mar	Abr	Mayo	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov						
INVIERNOS FRIOS CON HELADAS LETALES: LA CUBIERTA EMPIEZA A FORMARSE EN ABRIL																								
Manzanas cerezas																								
- Vientos de débiles a moderados, húmedos	-	0.5	0.75	1.0	1.1	1.1	1.1	0.85	-	-	0.45	0.55	0.75	0.85	0.85	0.8	0.6	-						
- Vientos fuertes, húmedos	-	0.5	0.75	1.1	1.2	1.2	1.15	0.9	-	-	0.45	0.55	0.8	0.9	0.9	0.85	0.65	-						
- Vientos de débiles a moderados secos	-	0.45	0.85	1.15	1.25	1.25	1.2	0.95	-	-	0.4	0.6	0.85	1.0	1.0	0.95	0.7	-						
- Vientos fuertes, secos	-	0.45	0.85	1.2	1.25	1.35	1.25	1.0	-	-	0.4	0.65	0.9	1.05	1.05	1.0	0.75	-						
Melocotones (duraznos), albaricoques, peras, ciruelas																								
- Vientos de débiles a moderados, húmedos	-	0.5	0.7	0.9	1.0	1.0	0.95	0.75	-	-	0.45	0.5	0.65	0.75	0.75	0.7	0.55	-						
- Vientos fuertes, húmedos	-	0.5	0.7	1.0	1.05	1.1	1.0	0.8	-	-	0.45	0.55	0.7	0.8	0.8	0.75	0.6	-						
- Vientos de débiles a moderados, secos	-	0.45	0.8	1.05	1.15	1.15	1.1	0.85	-	-	0.4	0.55	0.75	0.9	0.9	0.7	0.65	-						
- Vientos fuertes, secos	-	0.45	0.8	1.1	1.2	1.25	1.15	0.9	-	-	0.4	0.6	0.8	0.95	0.95	0.9	0.65	-						
INVIERNOS FRIOS CON HELADAS LIGERAS: SIN LATENCIA EN LA CUBIERTA VEGETAL DE GRAMINEAS																								
Manzanas, cerezas, nogal																								
- Vientos de débiles a moderados, húmedos	0.8	0.9	1.0	1.1	1.1	1.1	1.05	0.85	0.8	0.6	0.7	0.8	0.85	0.85	0.8	0.8	0.75	0.65						
- Vientos fuertes, húmedos	0.8	0.95	1.1	1.15	1.2	1.15	0.9	0.8	0.8	0.6	0.75	0.85	0.9	0.9	0.85	0.8	0.8	0.7						
- Vientos de débiles a moderados, secos	0.85	1.0	1.15	1.25	1.25	1.25	1.2	0.95	0.85	0.5	0.75	0.95	1.0	1.0	0.95	0.9	0.85	0.7						
- Vientos fuertes, secos	0.85	1.05	1.2	1.35	1.35	1.35	1.25	1.0	0.85	0.5	0.8	1.0	1.05	1.05	1.0	0.95	0.9	0.75						
Melocotones (duraznos), albaricoques, peras, ciruelas, almendras, pacanas																								
- Vientos de débiles a moderados, húmedos	0.8	0.85	0.9	1.0	1.0	1.0	0.95	0.8	0.8	0.55	0.7	0.75	0.8	0.8	0.7	0.7	0.65	0.55						
- Vientos fuertes, húmedos	0.8	0.9	0.95	1.0	1.1	1.1	1.0	0.85	0.8	0.55	0.7	0.75	0.8	0.8	0.8	0.75	0.7	0.6						
- Vientos de débiles a moderados, secos	0.85	0.95	1.05	1.15	1.15	1.15	1.1	0.9	0.85	0.5	0.7	0.85	0.9	0.9	0.9	0.8	0.75	0.65						
- Vientos fuertes, secos	0.85	1.0	1.1	1.2	1.2	1.2	1.15	0.95	0.85	0.5	0.75	0.9	0.95	0.95	0.95	0.85	0.8	0.7						

1/ Habrá que aumentar los valores de Kc si son frecuentes las lluvias (véanse los reajustes oportunos en la Figura 8). En el caso de huertos jóvenes con una cubierta arbórea de un 20 y un 50% se deberán reducir los valores Kc de mediados del período vegetativo de un 10 a un 15% y de un 5 a un 10%, respectivamente.

2/ Los valores de Kc presuponen unas lluvias o un riego infrecuentes (cada 2 ó 4 semanas). En el caso de riegos frecuentes en marzo, abril y noviembre, habrá que reajustar el Kc recurriendo a la Figura 8; en mayo y octubre, se emplearán los valores de Kc del cuadro correspondiente a "Con una cubierta vegetal". En el caso de huertos jóvenes con una cubierta arbórea de un 20 y un 50%, habrá que reducir los valores de Kc de mediados del período vegetativo de un 25 a un 35% y de un 10 a un 15%, respectivamente.

El otro factor importante que modifica Kc es el área de la copa, la cual se expresa de forma simplificada mediante el % de área sombreada (cociente entre el área que sombrea el árbol a mediodía y el marco de plantación). Para árboles jóvenes todavía no se disponen de bastantes datos. Mis resultados en mandarinos Clemenules de 1-2 años regados por goteo indican unas necesidades de 1-5 l/día-árbol. Mientras se obtienen experimentalmente datos para árboles en desarrollo en nuestras condiciones agroclimáticas, se pueden utilizar orientativamente los obtenidos para frutales de hoja caduca en California por el grupo en que trabajé (Fererres y cols. 1982) y que se incluyen en la tabla 4 siguiente:

Tabla 4. Valores de la evapotranspiración (% respecto a árboles adultos) en función del área sombreada (As) para frutales de hoja caduca con no-cultivo.

As	%	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70-100
% ET		14	28	45	49	57	64	76	87	98	100

Adaptado de Fereres y cols. (1982)

En la tabla 5 se han resumido las necesidades de riego diarias para naranjos adultos plantados a diversos marcos y con área sombreada del 70 o más considerando que la evaporación del tanque es la de Moncada (Kp medio anual 0.815). (Se debe tener especial cuidado con la programación y manejo del riego en los denominados períodos críticos que para los cítricos y frutales de hueso son las épocas de cuajado y primeras fases de desarrollo del fruto.)

Si la uniformidad de la instalación, que se debe comprobar al menos 1 ó 2 veces al año, (Castel 1985), es baja o si se riega con aguas bastante salinas (de conductividad eléctrica de 3 ó más mmhos/cm o su equivalente 1.5 a 2.0 g/l de sales totales) habría que aumentar las dosis de riego en una fracción proporcional a la falta de uniformidad o a la salinidad del agua. En términos generales este aumento se puede cifrar en un 15-20% para la mayoría de los casos,

Tabla 5. CALCULO DE LAS NECESIDADES DE AGUA DE RIEGO PARA CITRICOS CON SUPERFICIE SOMBRADA \geq 70% DEL MARCO EN FUNCION DE LA LECTURA DEL TANQUE EVAPORIMETRO (LITRSO/ARBOL-DIA) MOCADA. Kp anual = 0.815.

Lectura Tanque (mm.)	M A R C O D E P L A N T A C I O N									
	4 x 4 m.	4 x 5 m.	5 x 5 m.	3 x 4 m.	3 x 5 m.	3 x 6 m.	2,5 x 4 m.	2,5 x 5 m.	2,5 x 6 m.	
1	8 - 10	10 - 12,5	13 - 15	6 - 7,5	7,5 - 9,5	9 - 11	5 - 6	6,5 - 8	7,5 - 9,5	
2	16 - 20	20 - 25	26 - 30	12 - 15	15 - 19	18 - 22	10 - 2	13 - 16	15 - 19	
3	24 - 30	30 - 37,5	39 - 45	18 - 22,5	22,5 - 28,5	27 - 33	15 - 18	19,5 - 24	22,5 - 28,5	
4	32 - 40	40 - 50	52 - 60	24 - 30	30 - 38	36 - 44	20 - 24	25 - 32	30 - 38	
5	40 - 50	50 - 62,5	65 - 75	30 - 37,5	37,5 - 47,5	45 - 55	25 - 30	32,5 - 40	37,5 - 41,5	
6	48 - 60	60 - 75	78 - 90	36 - 45	45 - 57	54 - 66	30 - 36	39 - 48	45 - 57	
7	56 - 70	70 - 87,5	91 - 105	42 - 52,5	52,5 - 66,5	63 - 77	35 - 42	45,5 - 56	52,5 - 66,5	
8	64 - 80	80 - 100	104 - 120	48 - 60	60 - 76	72 - 89	40 - 48	52 - 64	60 - 76	
9	72 - 90	90 - 112,5	117 - 135	54 - 67,5	67,5 - 85,5	81 - 90	45 - 54	58,5 - 72	67,5 - 85,5	
10	80 - 100	100 - 125	130 - 150	60 - 75	75 - 95	90 - 110	50 - 60	65 - 80	75 - 95	

NOTA: Estos datos pierden valor en caso de días anormalmente calurosos, o en caso de días excesivamente ventosos.

y se puede estimar mediante las fórmulas siguientes:

Para la falta de uniformidad:

$$\text{Necesidades riego} = \frac{\text{ETc}}{\text{CU}}$$

donde CU es el coeficiente de uniformidad en tanto por uno y ETc las necesidades de agua estimadas como anteriormente se mencionó.

Y para el caso de salinidad:

$$\text{Necesidades riego} = \frac{\text{ETc}}{1-F_1}$$

donde $F_1 = \text{CE agua de riego} / 2 \text{ CE max}$, F_1 es la fracción de lavado y CE max para riego por goteo en cítricos, se recomienda el valor de 8-10 mmhos/cm.

Otro instrumento de utilidad para establecer la adecuación de la cantidad y de la frecuencia del riego es el tensiómetro, que nos indica cuan seco está el suelo. Se recomienda instalar de 3 a 4 grupos de tensiómetros por Ha. Cada grupo compuesto de al menos 2 unidades, una a la profundidad de alta actividad radicular (usualmente 30 a 60 cm) y otro más profundo, por debajo de la zona de desarrollo habitual de raíces (1 m o más para muchos suelos y patrones). En general nos interesa no tener el suelo en profundidad muy húmedo, lo que nos lo indicarán las lecturas del tensiómetro profundo y mantener el más superficial a lecturas entre unos 15-30 cbar. Mediante los tensiómetros también podemos decidir cuando comenzar a regar de nuevo tras una época de lluvias.

Fertirrigación

Los riegos localizados permiten no sólo aplicar agua en pequeñas dosis, sino también la aplicación multifraccionada de los fertilizantes (incluidos los microelementos) y otros productos como plaguicidas y herbicidas disueltos en el agua de riego.

En general, la aplicación fraccionada de los abonos permite, con un manejo adecuado, conseguir una mayor eficiencia en la aplicación del producto, esto es que la planta tome una mayor proporción de lo que aplicamos, reduciéndose las pérdidas en especial por percolación. Esto es la causa fundamental de que en riego localizado, con un buen manejo, se puedan reducir las aplicaciones de abonos respecto a sistemas de riego por inundación o aspersión, ya que las necesidades de nutrientes por los árboles siguen siendo las mismas. Por otra parte, numerosos experimentos han mostrado que la aplicación fraccionada a sólo una parte del suelo de abonos potásicos y fosforados con los riegos locali-

zados aumenta la movilidad en el suelo de estos nutrientes, y también en muchos casos su disponibilidad para las plantas.

Abonado nitrogenado.

El nitrógeno es el nutriente más importante en la producción y puede aplicarse con el agua de riego en muy distintas formas tales como amoniaco anhidro o líquido, fosfato amónico, sulfato amónico, nitrato cálcico, nitrato amónico, urea y mezclas de estos compuestos. A excepción de los dos primeros citados que no se utilizan prácticamente en España, y del fosfato amónico que se utiliza más como abono fosforado, los restantes son compuestos bastante solubles y suelen causar pocos problemas de precipitación y obturaciones. De ellos, los más comunmente utilizados son el nitrato amónico, la urea, las soluciones N-32 y el sulfato amónico. En la tabla 6 se incluyen los abonos más comunmente utilizados en riego localizado y algunas propiedades físicas de interés como riqueza, solubilidad, acidez, etc. Según estas propiedades unos abonos pueden ser más adecuados que otros en determinados casos. Así por ejemplo, el sulfato amónico es el de reacción más ácida (rebaja más el pH del agua y del suelo) y por ello en suelos naturalmente ácidos puede ser menos aconsejable que otros, por la posibilidad de que baje el ph de la solución del suelo excesivamente (por debajo de 5.0 para la mayoría de los cultivos). El nitrato amónico también es algo acidificante, y la urea es de reacción neutra o ligeramente ácida, mientras que las soluciones N-32 (mezcla de nitrato amónico y urea) son ligeramente básicas. La urea es el que menor incremento de salinidad produce en el agua de riego, por lo que se puede utilizar a concentraciones superiores a otros abonos nitrogenados.

Los agrios, así como los frutales, absorben el nitrógeno del suelo fundamentalmente en forma de nitratos y sólo en pequeña proporción en forma de amonio. Los nitratos son altamente solubles en el agua y por tanto se mueven con ella en el suelo, siendo fácilmente arrastrados a zonas profundas por lluvias o por el agua de drenaje. Los iones amonio a diferencia de los nitratos son retenidos por las arcillas y materia orgánica del suelo y por tanto son relativamente poco móviles en él. Los iones amonio son oxidados a nitratos por acción de bacterias existentes en el suelo en un proceso denominado nitrificación. La nitrificación se realiza lentamente a temperaturas

Tabla 6. Propiedades físicas de los principales abonos usados en ferti - rrigación

ABONO	RIQUEZA % N-P ₂ O ₅ -K ₂ O-Varios	SOLUBILIDAD g/l 20°C	INDICE (1) ACIDEZ	INDICE DE SAL por UF.
Nitrato de cal	15,5-0-0-30(CaO)	1.200	-100	3.4
Nitrato Amónico	33,5-0-0	1.600	185	3.0
Sulfato Amónio	21-0-0-22 (S)	730	550	3.2
Urea	46-0-0	1.000	158	1.6
Solución N-32	32-0-0	-	-	-
Nitrato Potásico (Cristalizado)	13-0-46	310	-115	5.3
Sulfato Potásico	0-0-50-18 (S)	110	Neutro	0.9
Cloruro Potásico	0-0-60	340	Neutro	1.9
Fosfato Monopotásico	0-52-33	230		
Fosfato Monoamónico	12-61-0	220	483	0.5
Fosfato Biamónico	18-46-0	400	357	0.6
Sulfato Ferroso	36 (Fe)	260	-	-
Sulfato Manganeso	32 (Mn)	500	-	-
Sulfato de Magnesio (7H ₂ O)	16 (Mg)-13(S)	710	-	-
Borax	11 (B)	50	-	-
Sulfato de Cinc (7H ₂ C)	23 (Zn)	750	-	-
Cloruro Cálcico (6H ₂ O)	30 (Ca)	600	-	-
Acido Nítrico	15,5-0-0	-	-	-
Acido Fosfórico	0-64.5-0	5.500	-	-
Quelatos Hierro				
Fe-EDDHA	6 (Fe)	90	-	-
Fe-DTPA	10 (Fe)	220	-	-

(1) El índice de acidez es la cantidad de carbonato cálcico necesaria para neutralizar la acidez producida por 100 Unidades de N del abono correspondiente.

de 5-10°, pero es rápida a temperaturas superiores, con máximo de 30-35°C. En cuanto al pH, a valores de 4 es prácticamente nula, pero va aumentando al hacerlo éste alcanzando el óptimo a valores próximos a 7. Para una adecuada nitrificación hace falta aireación, por lo que el exceso de humedad es perjudicial para este proceso. Así, los iones amonio de las zonas casi saturadas próximas a un gotero no se nitrifican, pero si los de las zonas insaturadas de la periferia de los bulbos. Por ello, el amonio en los riegos localizados puede actuar como un fertilizante de liberación lenta. La aplicación de abonos amoniacales a la superficie del suelo conlleva pérdidas por volatilización de amoníaco, pero si las zonas saturadas en superficie son, como es habitual, pequeñas (del orden de 20-30 cm) dichas pérdidas son normalmente de poca importancia.

La urea por acción de la enzima ureasa, presente en el suelo, en las hojas y en las aguas que contengan cantidades apreciables de algas y bacterias, es hidrolizada a amonio y luego ya sigue el mismo proceso de nitrificación que los abonos amoniacales. Sin embargo, por su alta solubilidad en el agua y por no ser fuertemente adsorbida por el suelo, se mueve en general más en profundidad y extensión que los abonos amoniacales.

Las necesidades de nitrógeno así como de otros nutrientes de los árboles frutales no son constantes a lo largo del año, sino que varían en función de procesos fisiológicos del crecimiento y desarrollo. Así, en los cítricos en experiencias realizadas con nitrógeno marcado (N^{15}) por el Departamento de Citricultura de Moncada (Primo y Legaz 1983) se encontró que la absorción de nitrógeno por las raíces para árboles adultos representa del orden de 600-800 g N por año. Esta absorción es mínima en invierno, aumenta en primavera y es máxima durante el período de cuajado del fruto, inmediatamente después de la caída de pétalos. Posteriormente, disminuye progresivamente durante el verano y otoño. Así pues, la máxima absorción coincide con el período de mayor consumo de nitrógeno por los árboles que se produce durante la floración y el cuajado del fruto. En estos estudios también se comprobó que más del 70% del N que llega a los nuevos órganos formados en primavera procedía de las reservas acumuladas (principalmente en las raíces y hojas viejas) durante el ciclo vegetativo anterior, mientras que sólo el 30% restante procedía del absorbido directamen-

te del suelo durante ese período. En melocotonero del 60 al 80% del nitrógeno movilizado en primavera procedía del almacenado en las raíces (Gauthier 1978). Estos datos ponen de manifiesto la importancia de las reservas constituidas durante el verano y otoño anterior en la brotación de primavera y floración del año siguiente. Así pues, una parte de la fertilización debe ir orientada al incremento de dichas reservas.

En los frutales de hueso los resultados de algunas investigaciones en zonas mediterráneas muestran resultados similares e indican que la absorción total de nutrientes se fracciona aproximadamente en el tiempo de la siguiente forma:

	<u>Marzo-Abril</u>	<u>Mayo-Julio</u>	<u>Agosto-Sept.</u>	<u>Oct.-Dic.</u>
N-P-K y Ca	10%	60%	20%	10%
Mg	10%	40%	40%	10%

Las épocas más convenientes de realizar el abonado nitrogenado tanto para cítricos como frutales de hueso son la primavera y el verano. No obstante, con un fraccionamiento elevado de los abonos en el riego localizado se puede mantener un nivel adecuado de nitrógeno en el suelo a lo largo de todo el período de demanda del cultivo sin producir desequilibrios nutricionales. Por ello, es práctica comúnmente aconsejada y ensayada el fraccionar la cantidad total de abono nitrogenado a aplicar en partes iguales a lo largo de los meses que se vaya a abonar. Lo más frecuente es la época de Marzo a Septiembre con aportaciones semanales.

La dosis de fertilizante nitrogenado a aplicar es un factor bastante variable según el tipo de suelo, su riqueza en materia orgánica, la edad y producción media de la plantación, la eficiencia esperable en función del manejo del riego, así como las interacciones de unos nutrientes con otros. Por tanto, para poder establecer un programa riguroso de abonado en frutales, hay que basarse en el conocimiento de las necesidades de la planta y en los análisis de suelo y hojas. Con estos datos se puede establecer una fórmula de abonado, que luego puede ser modificada en años sucesivos según los resultados de producción y calidad y de mantenimiento de los niveles foliares dentro de los márgenes considerados óptimos. Dichos niveles óptimos de nutrientes en hoja se incluyen en la tabla 7.

Tabla 7. Niveles de nutrientes respecto a peso de materia seca de hoja considerados óptimos para una producción y calidad de fruto adecuados en naranjos y frutales de hueso. (Adaptado de Embleton et al. (1976) y Shear y Faust (1981).

Nutriente	Cítricos (Hojas 5-7 meses brotes sin fruto)	Almendra (Hojas Julio)	Albaricoquero (Hojas Julio)	Melocotonero (Hojas Julio)	Ciruelo (Hojas Agosto)
N, %	2.4 - 2.6 (a)	2.0 - 2.6	2.3 - 3.0	2.5 - 4.0	2.1 - 3.0
P, %	0.12- 0.16	0.09- ?	0.15 - 0.3	0.14 - 0.40	NE
K, %	0.7 - 1.1	0.7 - 1.3	2.0 - 3.0	1.5 - 2.5	2.0 - 3.5
Ca, %	3.0 - 5.5	1.0 - 2.0	? - 3.0	1.5 - 2.0	2.0 - 4.0
Mg, %	0.26- 0.60	0.3 - 0.7	0.8 - 1.5	0.25 - 0.60	0.2 - 4.0
Mn, ppm	25 - 200	0.3 - ?	30 - ?	20 - 300	50 - 150
Fe, ppm	60 - 120	NE	NE	100 - 200	NE
Cu, ppm	5 - 16	5 - 11	5 - 10	6 - 15	5 - 10
Zn, ppm	25 - 100	NE	12 - ?	12 - 50	NE
Mo, ppm	0.1 - 3.0	NE	NE	NE	NE
B, ppm	31 - 100	29 - 85	20 - 50	20 - 80	30 - 56
S, %	0.20- 0.30	0.19 - 0.27	0.31	0.25 - 0.75	0.2 - 0.7
Na, %	< 0.16	< 0.37	< 0.5	< 0.5	< 0.18
Cl, %	< 0.3	< 1.1	< 0.8	< 1.0	< 0.69

a : En variedades con fructificación escasa como Navelate o Clementina, los niveles de N son superiores en 0.2 a los especificados.

NE: Límites todavía no bien establecidos

A pesar de las incertidumbres mencionadas, en varios experimentos sobre fertirrigación en cítricos adultos tanto en España como en otros países (Israel, Estados Unidos) se han obtenido resultados óptimos de producción y calidad con aplicaciones de N del orden de los 200 Kg/Ha-año. Dosis superiores, si bien a veces aumentan ligeramente la producción, empeoran la calidad (piel más gruesa y retraso de la maduración). En experimentos de fertirrigación llevados a cabo en la región Valenciana (Primo y Legaz 1983) con Navelate, Clementinas y Satsuma se encontró que la dosis óptima estaba alrededor de los 750 gr N/árbol-año y recomiendan su aplicación fraccionada de forma equilibrada entre abonos amoniacales y nítricos. Por otra parte, en naranjos Salustiana adultos el autor de este trabajo (Castel et al., en preparación) ha obtenido excelentes resultados de producción (40-60 Tm/Ha) y calidad, manteniendo niveles foliares adecuados, durante 4 años consecutivos aplicando 600 gr N/árbol-año (190 Kg/Ha) en forma exclusiva de urea, fraccionada semanalmente a partes iguales desde Abril a Septiembre. En el caso de plántones las dosis recomendadas son del orden de 50-100 gr N/árbol y para árboles en desarrollo dosis intermedias que se resumen en la tabla 8.

Tabla 8. Dosis anuales aproximadas para la fertilización N-P-K de los agríos en función de la edad de la plantación

Edad de la plantación años	Nitrógeno g N/árbol		Fósforo g P ₂ O ₅ /árbol		Potasio g K ₂ O/árbol	
			Suelos pobres en fósforo	Suelos con contenido normal en fósforo.	Suelos pobres en potasio	Suelos con contenido normal en potasio
0. 2.....	50.	100	25. 50	-	< 50	-
2. 4.....	100.	200	50.100	-	50. 100	50
4. 6.....	200.	400	100.200	50.100	100. 300	50.150
6.8.....	400.	600	200.300	100.150	300. 500	150.250
8.10.....	600.	800	300.600	150.300	500. 750	250.400
> 10.....	800.1.200		400.800	200.400	750.1.000	400.500

Adaptado de Primo y Legaz (1983)

Estas cantidades son de tipo medio y pueden variar en función de las características específicas de cada plantación. Para riego por goteo con alto fraccionamiento del abonado se pueden tomar los límites inferiores en la mayoría de los suelos.

En los frutales de hueso, las dosis son tanto o más variables que en cítricos, y a título orientativo en la tabla 9 se incluyen unas recomendaciones medias para frutales en plena producción. Dichas dosis se deben reducir para árboles jóvenes y una guía orientativa se incluye en la tabla 10.

Tabla 9. Dosis medias de abonado recomendadas para frutales de hueso adultos con altas producciones.

Especie	N	P ₂ O ₅ (UF/ha)	K ₂ O
Albaricoquero	100-150	50-100	150
Ciruelo	100	80-100	180-200
Melocotonero	150-200	50	100-150

Para riego localizado con alto fraccionamiento del abonado se puede reducir tentativamente las dosis en un 20-30%.

(Adaptado de M. Gauthier 1980, 1982 y 1983. L'Arboriculture Fruitière N^{os} 314, 343 y 355).

Tabla 10. Aplicación de elementos fertilizantes, según la edad de la plantación, en relación al abonado correspondiente a frutales adultos.

Año	Nitrogeno	P ₂ O ₅	K ₂ O	OMg
1 ^o	8 %	15 %	15 %	10 %
2 ^o	20 %	20 %	20 %	10 %
3 ^o	30 %	25 %	35 %	20 %
4 ^o	60 %	75 %	65 %	60 %
5 ^o	70 %	90 %	85 %	70 %
6 ^o	100 %	100 %	100 %	100 %

(Adaptado de Cl. MUGUET "Fertilisation des vergers" 1979)

Abonado Potásico.

Los cítricos y los frutales consumen cantidades importantes de potasio y entre otros factores el tamaño y calidad de los frutos en los cítricos están estrechamente influenciados por el contenido de potasio en la planta.

El potasio se fija fuertemente en los coloides del suelo y aunque muchos suelos contienen grandes cantidades de K, no todo está fácilmente disponible para las plantas. No obstante, muchos suelos contienen cantidades importantes de potasio asimilable que incluso en algunos casos pueden llegar a suministrar la totalidad del potasio necesario para el cultivo. Por ello, es todavía más importante basar el abonado potásico en los resultados de análisis de suelo y foliar. Para los cítricos, los niveles de potasio asimilables (extracción con acetato amónico) en suelo considerados adecuados oscilan entre 120 y 350 ppm. . La disponibilidad del potasio en el suelo depende entre otros factores, de su interacción en el suelo con otros iones como Ca y Mg y de las condiciones de humedad. Así, las plantas obtienen muy poco K de las zonas secas del suelo.

Los abonos potásicos son en general bastante solubles en el agua (Tabla 6) y no suelen causar problemas de obturaciones a excepción del sulfato en aguas ricas en bicarbonatos de calcio y magnesio, debido a la posible precipitación de sulfato cálcico (yeso). No obstante, este problema es corregible mediante acidificación del agua.

A pesar de su bajo precio, el cloruro potásico es el menos recomendable para los frutales por la toxicidad del ion cloruro, en especial en el caso de aguas y/o suelos salinos. Sin embargo, en suelos con buena permeabilidad puede utilizarse en dosis moderadas junto con el nitrato o sulfato para reducir costos.

La época del abonado no es crítica debido a su fijación y posterior liberación en la mayoría de los suelos. Sin embargo, en suelos pobres en potasio y con baja capacidad de cambio (por ejemplo, suelos arenosos) es más importante fraccionar el abonado y puesto que no presenta incompatibilidades con la mayoría de los abonos nitrogenados puede y suele aplicarse en la misma época que aquellos.

Los niveles foliares óptimos y dosis recomendadas para cítricos y frutales de hueso se incluyen en las tablas 7, 8 y 9.

Abonado fosforado

Las plantas generalmente necesitan el fósforo al comienzo de su ciclo vegetativo, en las peócas de brotación y floración.

El fraccionamiento del fósforo en riego localizado aumenta (al igual que el potasio) su movilidad en el suelo, pero aún cuando en algunos suelos se ha observado movilidad de 5 a 10 veces superior a cuando se aplicaba esparcido a toda la superficie por métodos convencionales, las distancias eran sólo de unos pocos cm. Así pues, en la mayoría de los suelos el fósforo se fija fuertemente a escasa distancia de su punto de aplicación y sólo es liberado lentamente después. Por ello, la época de abonado no es crítica, a excepción de suelos muy pobres en este elemento, (como algunos arenosos) en los que la aplicación será más conveniente realizarla a primeros de o durante la primavera.

La aplicación de abonos fosforados con el agua de riego es la más problemática, por la baja solubilidad y tendencia a formar fosfatos de calcio y magnesio, que precipitan fácilmente a pH neutro o alcalino y obturan los sistemas de riego. Por ello, con aguas muy calizas algunos autores aconsejan no inyectar el abono fosforado en el agua de riego y aplicarlo a mano en las zonas mojadas. Esto, sin embargo, supone un ligero aumento de costes.

Los posibles problemas de precipitación se pueden evitar con algunas precauciones tales como no mezclar los abonos fosforados con otros que contengan calcio, magnesio o hierro (nitrato cálcico, eptonita, quelatos de hierro, etc) y sobre todo acidificando el agua a fin de bajar el pH en torno a 6-6.5 mediante adición de ácido nítrico, fosfórico o sulfúrico durante el tiempo en que el abono fosforado esté dentro del sistema de riego. La cantidad de ácido a añadir depende fundamentalmente del contenido de calcio y magnesio del agua y para una correcta dosificación se debe proceder a un análisis del agua y/o pruebas de solubilidad en función del pH, con nuestras representativas del agua y concentración habitual de abono a utilizar. No obstante, a título orientativo algunos autores recomiendan utilizar 1.3 l de ácido nítrico por cada Kg de fosfato biamónico y otros emplear de 2 a 2.5 l de ácido nítrico del 56% por cada 100 l de agua.

La utilización de ácido fosfórico como fuente de abonado ha demostrado ser una buena solución en muchos casos, pues dada su acidez puede no ser necesaria la adición de otros ácidos y por otra parte la unidad fertilizante es una de las más baratas. Como con todos los ácidos se deben tomar precauciones en su uso para evitar quemaduras y corrosión de las piezas metálicas de la instalación.

Otros abonos fosfóricos posibles de utilizar en el riego localizado son los fosfatos mono y biamónico y sus propiedades físicas se incluyen en la tabla 6.

Las dosis de abonado fosfórico recomendadas para cítricos y frutales se resumen en las tablas 8,9 y 10.

Micronutrientes

Para corregir las deficiencias de micronutrientes como hierro, cobre, zinc, etc. se utilizan sulfatos y quelatos. La composición y solubilidad de los compuestos más frecuentemente utilizados se presentan en la tabla 6. Algunos de estos compuestos portadores de hierro, cobre, zinc y manganeso pueden reaccionar con las sales de agua de riego y causar precipitación y obturaciones. Por ejemplo, con aguas duras se han encontrado problemas en la disolución del sulfato de zinc para preparar soluciones madre, así como algunos problemas de obturaciones por precipitación. Los quelatos sin embargo son suficientemente solubles y por tanto no suelen crear problemas. No obstante, los micronutrientes en general se adsorben muy fuertemente en el suelo y dado el alto coste de los quelatos no es recomendable su utilización en instalaciones con bajo coeficiente de uniformidad. Por otra parte, no hay todavía suficientes datos experimentales que demuestren que su aplicación en el agua de riego resulta más barata que la aplicación foliar. En cualquier caso dada su fuerte absorción en los coloides del suelo, es más aconsejable aplicarlos en 1 ó 2 veces al año, que una aplicación cuasi-continua a bajas dosis.

La aplicación en el agua de riego de otros productos como pesticidas, nematicidas y herbicidas también es posible pero todavía no ha sido suficientemente experimentada para poder establecer recomendaciones. En el caso de plaguicidas, la mayoría de los estudios realizados han mostrado una falta de movilidad o de duración en el

suelo de los productos aplicados y por tanto un control inadecuado de los agentes patógenos.

Los herbicidas han sido algo más ensayados, en especial con el fin de controlar las malas hierbas cuyo crecimiento se incrementa alrededor de las zonas mojadas en el riego por goteo. En el caso de los cítricos se recomienda consultar la publicación de Gómez de Barreda y Torres (1984). En general, se ha encontrado poca movilidad y duración del efecto de los productos en la mayoría de los casos. Los problemas de precipitaciones, dado que la concentración de herbicidas suele ser de décimas o centésimas de la de los fertilizantes no han sido, en la mayoría de los casos, importantes.

Como normas generales para la fertirrigación se recomienda no mezclar los distintos abonos y productos químicos, a no ser que en pruebas previas con el agua de riego en cuestión se haya comprobado que no existen problemas de compatibilidad y que la solubilidad es adecuada. Algunos autores recomiendan que la concentración de los abonos en el agua de riego no supere el 0.4 a 0.5% con el fin de no aumentar sustancialmente la salinidad del agua más abono. Este hecho sin embargo no está suficientemente comprobado.

Analogamente, se recomienda abonar sólo durante una fracción del tiempo (por ejemplo de unos 20 a 60 minutos) en que sólo pase agua con el fin de que las tuberías y emisores queden limpios de abono, que de otra forma podría facilitar el desarrollo de algas y bacterias.

BIBLIOGRAFIA

Ayers R.S. y Westcot D.W. (1976). La calidad del agua para la agricultura. FAO. Riego y Drenaje nº 29.

Castel, J.R. (1985). Evaluación de instalaciones de riego localizado en cítricos de la Comunidad Valenciana. Itea 59, 27-38.

Castel, J.R., Bautista, J., Ramos, C. y Cruz, G. (1986). Evapotranspiración y eficiencia del riego en huertos de cítricos de la Comunidad Valenciana. XIV Jornadas Europeas de la ICID, Murcia. Vol. 3 pp. 45-82.

Doorenbos, J. y Pruitt, W. (1977). Las necesidades de agua de los cultivos. FAO. Riego y Drenaje nº 24.

Fereres, E., Martinich, D.A., Aldrich, T.A., Castel, J.R., Holzappel, E. and Schulbach, H. (1982). Drip irrigation saves money in young almond orchards. California Agriculture 36, 12-13.

Gomez de Barreda, D y Torres, V. (1984). Herbigación a través de goteros en huertos de agrios. Agrícola Vergel nº 26, 76-81.

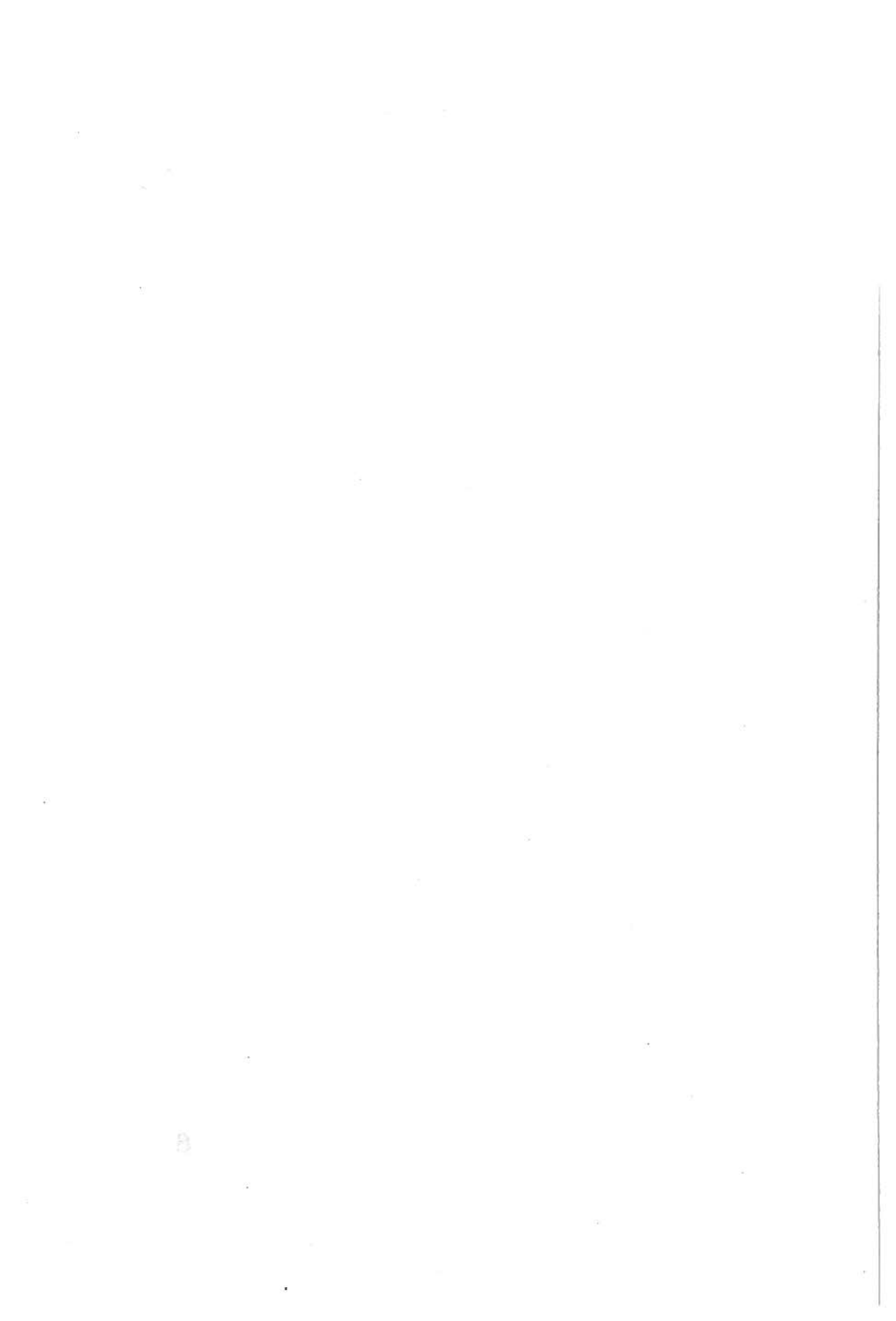
Gauthier, M. (1980). L'abricotier et sa culture. 2ª partie. L'Arboriculture Fruitiere nº 314, 35-46.

Gauthier, M. (1982). Le pecher et sa culture. 3ª partie. L'Arboriculture Fruitiere nº 343, 43-48.

Gauthier, M. (1983). Le prunier et sa culture. 3ª partie. L'Arboriculture fruitiere nº 355, 41-45.

Primo, E. y Legaz-Paredes, F. (1983). Fertilización N-P-K en agrios Levante Agrícola Nªs. 245, 39-59 y 246, 104-118.

Shear, C.B. and Faust, M. (1981). Nutritional ranges in deciduous tree fruits and nuts. Hortic. Rev. 3, 142-163.



EL RIEGO LOCALIZADO EN OLIVAR

PROGRAMACION DE RIEGO Y FERTIRRIGACION

Jaime Revilla Narvaez

El olivar es una planta típica de secano y como tal sujeta a los factores climatológicos del medio. De estos factores el agua es el más importante, ya que regula todas las actividades fisiológicas de la planta.

Como índice, de la importancia del agua, baste decir que representa del 85 al 90 % del peso de los tejidos vegetales.

La relación agua-planta es fundamental en las dos funciones vitales del vegetal, como la nutrición carbonada y la nutrición mineral.

La primera la realiza la planta por sus partes verdes, gracias a la clorofila, por medio de la fotosíntesis para la realización de la cual es necesario, agua, carbono, luz, enzimas específicas, temperatura y alimentación conveniente.

Como vemos interviene directamente el agua, pero además la planta realiza la absorción de carbono por los estomas, cuya apertura y cierre regula el agua.

La nutrición mineral se realiza mediante la absorción por las raíces de los diferentes nutrientes necesarios disueltos en solución acuosa más ó menos concentrada. Esta solución está retenida por el suelo con una fuerza (pF) que se mide en atmósferas, y que aumenta a medida que disminuye la humedad del suelo. Cuando la planta no es capaz de vencer la fuerza

de retención, proviene la marchitez.

Transpiración y necesidades de agua.

La cantidad de agua necesaria para la nutrición es muy modesta y sólo representa el 5 % del agua absorbida por la planta. La mayor parte del agua es eliminada como vapor de agua - por la transpiración a través de los estomas.

El papel de esta enorme circulación de agua es mantener el equilibrio térmico ya que la transpiración absorbe calor y por tanto enfría la planta, por otra parte los elementos nutritivos se encuentran en concentración muy débil en la solución, por lo que la planta debe bombear enormes cantidades de solución para nutrirse. Mientras más concentrada sea la solución, menos agua necesita.

Evapotranspiración.

Además del agua transpirada, hay que tener en cuenta el agua evaporada por el suelo.

La relación entre ambos es muy estrecha y por ello es necesario hablar de evapotranspiración, que depende de las condiciones del aire atmosférico, luz, radiación, temperatura, humedad, etc.

Necesidades de agua.

Así pues las cantidades de agua necesarias para la planta son la suma de la evapotranspiración, nutrición y fotosíntesis. El comportamiento de cada planta en sus relaciones con el medio, radiación absorbida, potencial o fuerza de absorción y com-

EL RIEGO LOCALIZADO EN OLIVAR

PROGRAMACION DE RIEGO Y FERTIRRIGACION

Jaime Revilla Narvaez

El olivar es una planta típica de secano y como tal sujeta a los factores climatológicos del medio. De estos factores el agua es el más importante, ya que regula todas las actividades fisiológicas de la planta.

Como índice, de la importancia del agua, baste decir que representa del 85 al 90 % del peso de los tejidos vegetales.

La relación agua-planta es fundamental en las dos funciones vitales del vegetal, como la nutrición carbonada y la nutrición mineral.

La primera la realiza la planta por sus partes verdes, gracias a la clorofila, por medio de la fotosíntesis para la realización de la cual es necesario, agua, carbono, luz, enzimas específicas, temperatura y alimentación conveniente.

Como vemos interviene directamente el agua, pero además la planta realiza la absorción de carbono por los estomas, cuya apertura y cierre regula el agua.

La nutrición mineral se realiza mediante la absorción por las raíces de los diferentes nutrientes necesarios disueltos en solución acuosa más ó menos concentrada. Esta solución es retenida por el suelo con una fuerza (pF) que se mide en atmósferas, y que aumenta a medida que disminuye la humedad del suelo. Cuando la planta no es capaz de vencer la fuerza

de retención, proviene la marchitez.

Transpiración y necesidades de agua.

La cantidad de agua necesaria para la nutrición es muy modesta y sólo representa el 5 % del agua absorbida por la planta. La mayor parte del agua es eliminada como vapor de agua - por la transpiración a través de los estomas.

El papel de esta enorme circulación de agua es mantener el equilibrio térmico ya que la transpiración absorbe calor y por tanto enfria la planta, por otra parte los elementos nutritivos se encuentran en concentración muy débil en la solución, por lo que la planta debe bombear enormes cantidades de solución para nutrirse. Mientras más concentrada sea la solución, menos agua necesita.

Evapotranspiración.

Además del agua transpirada, hay que tener en cuenta el agua evaporada por el suelo.

La relación entre ambos es muy estrecha y por ello es necesario hablar de evapotranspiración, que depende de las condiciones del aire atmosférico, luz, radiación, temperatura, humedad, etc.

Necesidades de agua.

Así pues las cantidades de agua necesarias para la planta son la suma de la evapotranspiración, nutrición y fotosíntesis. El comportamiento de cada planta en sus relaciones con el medio, radiación absorbida, potencial o fuerza de absorción y com-

portamiento estomático ó regulación termo-hídrica con el aire, es lo que nos permitirá conocer las necesidades reales de agua.

¿Cuales son éstas en el olivo?.

Es un tema objeto de investigación, no estudiado aún suficientemente, pero en el que se está trabajando intensamente sobre todo a raíz de la eclosión de los sistemas de riego planificados y principalmente los riegos de baja presión.

Según Azzi, el óptimo está en los 680 mm. de Octubre a Mayo, más unos 210 mm. de Junio a Septiembre, o sea sobre 900 mm., lo que equivale en nuestras zonas a la ETP anual.

Ortega Nieto, dá como necesidades del olivo, la cifra de 720 mm. en el periodo Octubre Mayo, que según las observaciones realizadas durante 13 años, ha sido la pluviometría de los años que precedieron a cosechas altas.

Estudios recientes realizados en Córcega, Tunes y España en plantaciones intensivas, indican que las necesidades del olivo, se sitúan en torno al 60-70% de la E.T.P.

Creemos que las necesidades de agua del olivo, van como ya hemos dicho, en función de los restantes factores, como insolación, iluminación, temperatura, humedad, vientos, así como de los períodos fenológicos propios del olivo. Cuando estos factores determinan unas necesidades de agua y éstas están cubiertas, el olivo realiza sus funciones adecuadamente. Si no es así, el agua es factor limitante, que hará que las funciones vitales disminuyan, y en ese caso el riego es necesario.

De todo esto se deduce, que el olivo necesita agua a lo largo de todo su periodo vegetativo y de ahí el éxito de los riegos permanentes frente a riegos eventuales y de socorro.

No obstante el árbol tiene épocas críticas en las cuales es fundamental el que funcione a pleno rendimiento y que parecen ser: formación de yema, floración, fructificación y esclarificación.

Estos periodos críticos son a mi parecer un tanto convencionales dado que tratandose de un ser vivo, la interrelación de todo los factores es tan estrecha a lo largo de todo el ciclo, que todo él, es de gran importancia.

Papel del riego.

De todo lo expuesto, se deduce que el olivar está sujeto estrechamente a las condiciones climatológicas, de forma que cuando éstos le son adversos, están limitando el potencial productivo del árbol.

En estas condiciones el riego como medio artificial de proporcionar agua al olivo, nos permite regular la acción de los restantes factores climatológicos y edáficos, permitiendo un mejor aprovechamiento de su potencial productivo.

Las ventajas del riego pueden sintetizarse brevemente en los siguientes puntos:

- a) Mejorar el desarrollo vegetativo del árbol.
- b) Mejorar la floración por aumento de flores fértiles.
- c) Mejorar el tamaño y/o peso de los frutos.
- d) Mejorar la formación y desarrollo de frutos y con ello

su calidad.

e) Mejorar la formación de nuevos brotes fructíferos.

Hasta hace pocos años, el riego del olivar era práctica casi desconocida y en general aplicada de forma muy esporádica como riegos de socorros, o bien riegos de invierno y primavera, costumbre muy extendida en Jaén.

Con la introducción de la nueva olivicultura de plantaciones intensivas, se ha comenzado a extender la práctica de riegos más formales, programados y planteados de forma continua a lo largo de un período más o menos largo, y fundamentalmente con riegos localizados, por sistemas de baja presión.

Programación de riegos.

Para fijar una programación de riegos, es necesario determinar los momentos y volúmenes de agua a aplicar y de ahí llegar a dosificaciones diarias y turnos de riego.

Para determinar los momentos y volúmenes de riego y controlar los mismos, hay diversos sistemas, como medidas de radiación, tanques evaporimétricos, termómetros, sondas de neutrones, etc.

Se han hecho determinaciones con cálculos teóricos a partir de la E.T.P. tomando como valor del 60 al 70% de la misma añadiendo un factor de corrección de eficacia del sistema de riego.

En nuestras zonas y como ejemplo orientativo, tenemos los siguientes datos: De Octubre a Abril están cubiertas las ne-

cesidades con la pluviometría, que en general, es superior a la E.T.P. de Noviembre a Marzo, y muy parecida en Octubre y Abril.

De los restantes meses el balance es el siguiente:

	<u>E.T.P.-P</u>	<u>60% - 70%</u>	<u>Necesidades</u>
Mayo	32 m.m.	19,2 a 22,4 m.m.	192 a 224 m ³ /Ha.
Junio	91,5 m.m.	54,9 a 64 m.m.	549 a 640 m ³ /Ha.
Julio	169,5 m.m.	99,7 a 118,6 m.m.	997 a 1190 m ³ /Ha.
Agosto	158 m.m.	94,8 a 110,4 m.m.	948 a 1100 m ³ /Ha.
Septiembre	82 m.m.	49,2 a 57,4 m.m.	492 a 570 m ³ /Ha.
	<u>533 m.m.</u>	<u>317,8 a 372,8 m.m.</u>	<u>3178 a 3728 m³/Ha.</u>

Esta cantidad de 3178 a 3728 m³/Ha. (Medio 3450 m³/Ha.) aumentada en un 10 o 20 % según la eficacia del riego, ó sea de 3800 a 4200 m³/Ha. es la que habría que aportar a lo largo de estos meses, cifras que coinciden con las necesidades de agua del olivo expuestas anteriormente y que asimismo coinciden con resultados obtenidos en una experiencia llevada a cabo en olivos manzanillos con riego de aspersión en que la obtención de cosechas de 7.000 a 8.000 Kgrs./Ha. se dió con riegos de 3.500 a 5.000 m³/Ha.

Riegos localizados de baja presión.

Con la introducción de este tipo de riegos, se consiguen considerables ahorros de agua, debido fundamentalmente, a que con estos sistemas, las necesidades del olivo son practicamente las de transpiración, ya que la evaporación es casi nula, y las de nutrición y fotosíntesis son muy reducidas frente a

la transpirada. Por otra parte la eficacia del riego es mayor ya que las pérdidas por escorrentía y percolación deben ser mínimas si se proyecta y maneja bien.

Se han hecho varios estudios teóricos para calcular los volúmenes necesarios para este tipo de riegos. Aquí citaremos los realizados por Cruz Conde en el Centro de Investigación y Desarrollo Agrario de Córdoba, que fija las necesidades en función del mes de máximo consumo en 130 l/olivo/ día en Julio para plantaciones de 70 a 80 arboles/Ha. y 90 l/olivo/ día en plantaciones de 200 olivos/Ha.

Las variaciones de los consumos de agua a lo largo del año se ajustan a la variación de la transpiración según la siguiente tabla:

% ETP sobre mes de Julio	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	M ³ /Ha. Total
75 ol/Ha. <u>1 ol/día</u>	10	14	26	42	65	100	130	118	83	47	21	10	
<u>m³/Ha/mes</u>	23	29	60	95	151	225	302	274	187	109	47	23	1525
200 ol/Ha. <u>1/ol/día</u>	7	10	18	29	45	68	90	82	58	32	14	7	
<u>m³/Ha/mes</u>	43	56	112	174	279	408	558	508	348	198	84	43	2811

Dado que desde mediados de Noviembre a mediados de Febrero no se considera necesario regar las 1525 y 2811 m³/Ha., se reducen a 1442 y 2655 m³/Ha. respectivamente.

Manejo y mantenimiento del riego por goteo en olivar.

La filosofía que inspira el riego por goteo y en general los sistemas de riegos localizados de baja presión, es totalmente distinta a los demás. Mientras los otros sistemas se basan en

la capacidad de retención de la tierra y se trata con el riego de almacenar agua, en el riego por goteo se trata de aportar al suelo diariamente la cantidad que necesita la planta de modo que se sitúe el suelo a capacidad de campo.

Hay que regar pues diariamente durante todo el periodo vegetativo, para que los bulbos húmedos mantengan una humedad constante. Hay que tener en cuenta que al desarrollarse una enorme cantidad de raíces absorbentes en estos puntos, el olivo depende de ellos y quedando en tanto al margen del sistema natural de lluvias, por lo que salvo que la precipitación humedezca el bulbo, habrá que mantener el riego diario.

Se regará el número de horas diarias que sean necesarias para que según el número de goteros por árbol, nos dé las dosis ó litros diarios calculados.

La instalación de un riego sube de precio a medida que aumenta el número de goteros, por lo que habrá que determinar este número a tenor del suelo, de modo que ninguna zona del bulbo quede fuera del alcance de las raíces.

En cuanto al tipo de emisores a elegir, es difícil dar una orientación, dada la gama de productos en el mercado que cubre todas las necesidades (miniaspersores, difusores, goteros de paso largo, multisalida, vortex, compensantes, autolimpiantes, mangueras de goteo, etc. por lo que habrá de tenerse en cuenta las características del agua, topografía del terreno, disponibilidades de agua, turnos, etc.

De cualquier manera, dos criterios deberán considerarse,

como son la rentabilidad económica (coste y mantenimiento) y homogeneidad de riego.

Fertirriego

La incorporación del abonado a través del agua de riego, mediante un tanque de abonado, permite ir dando al olivo el fertilizante a pequeñas dosis, a lo largo de todo el ciclo vegetativo paralelamente al mismo riego.

No hay demasiada experiencia en cuanto a resultados y hasta la fecha se incorpora principalmente el nitrogenado en dosis aproximadas de 1 U.N. anual, distribuidos a lo largo de los días de riego, en dosis que no debe ser superior en volumen al 1 ‰ de concentración, é incorporados en las últimas horas de riego para evitar lavados, dando al menos la última hora de riego sin abono, para limpiar las tuberías.

Se pueden emplear diversos tipos de nitrogenados, como soluciones nitrogenadas, urea, nitratos amónico o potásico, ó sulfato amónico.

En cuanto a potásico los más usados son sulfato y nitrato potásicos.

... en la transición de la economía planificada a la economía de mercado.

... y el desarrollo de la...

Conclusiones

... la implementación de reformas económicas...

... en el sector de servicios, permitiendo...

... el desarrollo de nuevas formas de...

... y el fortalecimiento de la...

... en el sector de servicios, permitiendo...

... el desarrollo de nuevas formas de...

... y el fortalecimiento de la...

... en el sector de servicios, permitiendo...

... el desarrollo de nuevas formas de...

... y el fortalecimiento de la...

... en el sector de servicios, permitiendo...

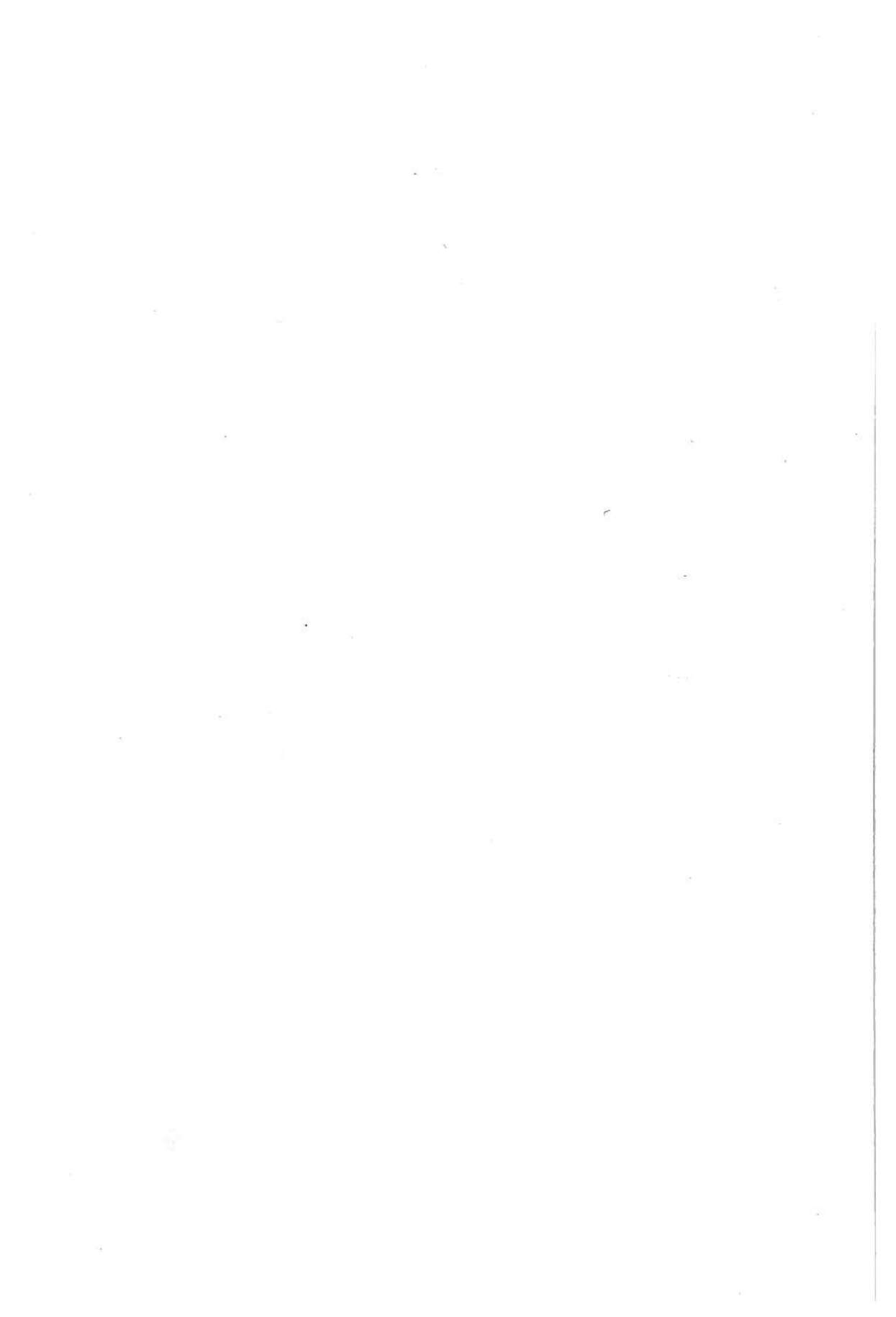
... el desarrollo de nuevas formas de...

... y el fortalecimiento de la...

... en el sector de servicios, permitiendo...

... el desarrollo de nuevas formas de...

... y el fortalecimiento de la...



EL CONTROL DE CALIDAD DE PLASTICOS UTILIZADOS EN APLICACIONES AGRICOLAS

L. MARTIN VICENTE
VICEPRESIDENTE DEL CEPLA

CALIDAD Y NORMALIZACION

Un material tiene calidad cuando posee las características y propiedades necesarias para cumplir adecuadamente la función a la que se destina.

Se trata, pues, de un concepto relativo, ya que la calidad se refiere siempre a una función específica a desarrollar.

Para controlar la calidad de un producto es preciso:

- Definir las características y propiedades que debe poseer.
- Definir los métodos y procedimientos de medición y ensayo de estas propiedades y características.
- Disponer de los recursos técnicos y humanos que permitan llevar a cabo el control.

Con estos objetivos es preciso redactar las NORMAS correspondientes; es decir; la NORMALIZACION es previa e imprescindible para llegar al CONTROL DE CALIDAD.

Durante muchos años, la Normalización se ha venido considerando como una actividad secundaria; en la actualidad, esta mentalidad ha cambiado y todo el mundo está de acuerdo en que es necesario normalizar.

Las Normas explican científicamente y con precisión, las calidades exigibles a los productos y proporcionan, además, los medios para evaluar estas calidades.

Una Norma es el resultado del trabajo en común entre fabricantes, usuarios y poderes públicos; es, por tanto, una herramienta nacional de definición y evaluación de la Calidad de los productos.

Hasta ahora, la Normalización oficial (Normas UNE) en España se llevaba a cabo por el IRANOR (Instituto Español de Norma-

lización) (ANEXOS I y II), que pertenecía al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), del Ministerio de Educación y Ciencia.

En la actualidad se está procediendo a una profunda reestructuración de la Normalización. En efecto, por Real Decreto 1614/1985, de 1 de Agosto de 1985 (BOE de 12 de Septiembre 1985) se crea (Anexo III):

- El Consejo Superior de Normalización como Organismo superior y consultivo del Gobierno en materia de Normalización. Estará presidido por el Ministro de la Presidencia del Gobierno.

El Ministerio de Industria y Energía toma un claro protagonismo y en su seno se ha creado la Subdirección General de Normalización y Reglamentación, que asumirá las funciones, entre otras, que hasta ahora venía realizando el IRANOR. Por estos motivos, todos los medios personales y materiales del IRANOR han sido transferidos al Ministerio de Industria y Energía. La novedad más importante del Decreto citado consiste en que las actividades de Normalización y Certificación serán llevadas a cabo por Asociaciones o Entidades que no tengan fines lucrativos, tengan carácter privado y sean de ámbito nacional. Por el momento sólo está reconocida la AENOR (Asociación Española de Normalización), que en su organización dispone de una Comisión de Normalización, a la cual pertenecerán los Comités Técnicos de Normalización (entre ellos los de Plásticos y de Caucho), que se encargarán de la producción de las Normas y de una Comisión de Certificación con los correspondientes Comités Técnicos de Certificación (entre ellos los de Plásticos y de Caucho), que se encargarán de las Marcas de Calidad. En lo que se refiere a los materiales plásticos, la Asociación Nacional de Industriales de Plásticos (ANAIP) se ha integrado en AENOR, por lo que esta Asociación será la encargada de todas las funciones de Normalización y Certificación de estos materiales. En este sentido, la hasta ahora Comisión Técnica de Trabajo nº 53, que dependía del IRANOR, ahora se integra en ANAIP.

MARCAS DE CALIDAD "PLÁSTICOS ESPAÑOLES"

Son promovidas por ANAIP y concedidas y administradas por un Comité de Gobierno (ANEXO IV), en el que están representados varios Ministerios, Centros de Investigación, IRANOR, Consumidores, Organizaciones Profesionales y los industriales de plásticos.

Toda Marca de Calidad tiene una finalidad bien clara: garantizar una solvencia de fabricación y certificar la bondad de un producto. Cualquier artículo que pueda ostentar una Marca de Calidad (MC) ofrece a sus consumidores una seguridad en su uso y una confianza en sus propiedades.

Por su propio contenido, una MC pierde todo su valor si no es seria, sólida y difícil de conseguir. Los plásticos son materiales relativamente nuevos que sustituyen, muchas veces, a otros tradicionales a precios inferiores, a pesar de las excelentes propiedades técnicas que aportan. En ocasiones, algunos fabricantes explotan al máximo estas ventajas y fabrican plásticos de baja calidad, lo que les permite reducir aún más el precio; ante estas circunstancias, los consumidores pueden sacar la consecuencia de que los plásticos no sirven para nada.

Es lógico, por tanto, darse cuenta que abordar el problema de la calidad era no sólo conveniente sino imprescindible para el sector de los plásticos. Así lo entendió este sector a través de ANAIP, que creó en 1969 la Marca de Calidad "Plásticos Españoles"

Para ello había que disponer primero de una serie de Especificaciones técnicas claras, realistas y científicamente válidas; es decir, había que contar con una serie de Normas referidas a los distintos materiales, a sus aplicaciones, características, propiedades y ensayos de las mismas.

Estas normas que habían de servir de base a la MC han sido preparadas por el IRANOR, organismo con el que ANAIP ha mantenido siempre una relación muy estrecha.

A mediados del año 1969 se elaboró el REGLAMENTO GENERAL de la Marca y un año más tarde apareció el primer REGLAMENTO

ESPECIFICO referido a la concesión de la MC a "Tuberías de PVC rígido para la conducción de agua a presión". Se trataba, por tanto, del primer producto con marca de aplicación directa en la edificación y en agricultura.

Un Reglamento Específico contiene no sólo las normas relacionadas con el material de que se trate, sino también toda una serie de aspectos relativos a la sistemática y a la mecánica de concesión y ostentación de la Marca.

Las empresas interesadas en obtener una MC solicitan la concesión al Comité de Gobierno firmando un contrato por el que se someten a todo lo dispuesto por el Reglamento General (RG) y por el Específico (RE).

Inmediatamente se envía un Inspector de la Marca a la fábrica solicitante para examinar los sistemas de fabricación y control, asegurándose de que funcionan adecuadamente, con arreglo a las normas prescritas y con algunos meses de antelación a lasolicitud (en general 6 meses). El Inspector comprueba también que la empresa lleva un registro de sus controles y, aprovechando la visita, realiza en los propios laboratorios de la fábrica, algunos ensayos fundamentales para comprobar, en primera instancia, que los productos poseen una elemental calidad.

Como final de la visita, que siempre se realiza sin aviso previo, el Inspector elige una serie de muestras de los almacenes que, debidamente referenciadas, son enviadas al Laboratorio encargado de los correspondientes ensayos para que emita el informe técnico correspondiente. Hasta ahora, el Laboratorio encargado por la Marca para la realización de los ensayo y emisión de los informes técnicos es el Instituto de Plásticos y Caucho, perteneciente al CSIC. A este Instituto pertenece también el Inspector de la Marca.

El Comité de Gobierno estudia los informes tanto del Inspector como del Laboratorio y, a la vista de los resultados, decide la concesión de la MC o bien denegación de la misma.

Una vez concedida la Marca, la empresa queda obligada a marcar todos los productos que se han homologado con el correspondiente monograma que ANAIP tiene debidamente registrado.

Cuando una empresa posee una MC para un determinado producto, dicho producto no podrá ser fabricado con Marca y sin Marca. Con cierta periodicidad se realizan visitas de inspección a las fábricas e incluso se pueden adquirir algunas muestras en el mercado, todo ello con el fin de verificar la continuidad de la calidad en la fabricación.

Toda denuncia seria sobre la calidad de un producto que ostente la MC es tomada en consideración por el Comité de Gobierno y da lugar a una comprobación inmediata y minuciosa. Están previstas una serie de sanciones, en caso de irregularidades comprobadas, que vadesde la simple llamada de atención hasta la anulación de la concesión, con la oportuna difusión y publicidad de la misma.

MARCAS DE CONFORMIDAD A NORMAS UNE

Son concedidas (hasta ahora) por el IRANOR y administradas por una Comisión Específica, que es la misma que el Comité de Gobierno de las MC "Plásticos Españoles".

Cuando un producto se ajusta exactamente a una Norma, no cabe duda de que se ha obtenido una calidad: la definida en la Norma. En este sentido, la Marca de Conformidad a Normas UNE es sinónimo de Marca de Calidad.

Cuando una empresa solicita la concesión de una Marca de Calidad "Plásticos Españoles" está obligado al mismo tiempo a solicitar la Marca de Conformidad a Normas UNE para el mismo producto.

REGLAMENTOS ESPECIFICOS EXISTENTES EN ESPAÑA PARA MARCAS DE CALIDAD Y MARCAS DE CONFORMIDAD A NORMAS UNE (Ver ANEXO V).

PRODUCTOS PLASTICOS QUE POSEEN MARCAS DE CALIDAD-MARCA DE CONFORMIDAD A NORMAS UNE (Ver ANEXO VI)

CONTROL DE CALIDAD DE PELICULAS DE PE UTILIZADAS COMO CUBIERTAS DE INVERNADEROS

Se basa en la Norma UNE 53 328, que fija las características que deben tener las películas utilizadas con este objetivo. Teniendo en cuenta que para esta aplicación no son válidas las normas internacionales, debido a las diversas climatologías de los diferentes países y regiones, antes de la redacción y puesta en marcha de la Norma UNE53 328 fué preciso llevar a cabo un trabajo de investigación sobre envejecimiento natural y artificial acelerado de diversos tipos de películas de PE, buscando una posible correlación entre ambos tipos de envejecimiento, que permitiera, mediante ensayos cortos de laboratorio, determinar la duración de vida de las películas en los invernaderos.

Este trabajo de investigación fué abordado conjuntamente por:

- El Instituto de Plásticos y Caucho (IPC).
- La Estación Experimental "Las Palmerillas", de la Caja Rural de Almería.
- Fabricantes de materias primas y de películas
- El Comité Español de Plásticos en Agricultura (CEPLA).
- La Consejería de Agricultura en Almería de la Comunidad Autónoma Andaluza.

Para estudiar el envejecimiento natural de las películas se instaló un invernadero en Las Palmerillas, cuya cubierta estaba formada por distintos tipos de películas objeto de la investigación.

A lo largo de 4 años, los resultados del envejecimiento natural se han venido comparando con los resultados del envejecimiento artificial acelerado llevado a cabo en el IPC, haciendo uso de un aparato a base de lámparas fluorescentes especiales, diseñado y construido en dicho Instituto.

La repetitibilidad y correlación de los resultados de ambos tipos de envejecimiento han permitido redactar finalmente la Norma UNE 53 328 y, en base a ella, el correspondiente Reglamento Específico para la Marca de Calidad "Plásticos Español-

les" y Marca de Conformidad a Normas UNE.

En la Norma se define "el año agrícola" (desaparece, pues, la definición de campaña agrícola) y se indica que equivale a 12 meses de duración en Almería, contando a partir del momento en que se instale la película en el invernadero, la cual recibirá una radiación solar de 148 kcal/cm^2 .

Dos y tres años agrícolas equivalen a 24 y 36 meses de duración en Almería respectivamente, recibiendo las películas una radiación solar de 296 y 444 kcal/cm^2 respectivamente.

La duración de las películas se entiende puestas sobre un invernadero y se refiere a su resistencia a la intemperie.

Los materiales poliméricos (PE en este caso) utilizado en la fabricación de cubiertas para invernaderos son químicamente resistentes a productos agroquímicos, bacterias, mohos, etc. La experiencia, sin embargo, ha demostrado que en el caso de algunas formulaciones, los aditivos empleados en la fabricación de las películas pueden ser afectados por los productos citados, reduciendo la vida útil de aquellas; por esto, se recomienda, en su caso, realizar ensayos de compatibilidad.

En la norma se define también el Efecto Termoaislante, que es la propiedad que tienen algunas películas de ser relativamente opacas a las radiaciones infrarrojas (calor) de larga longitud de onda emitidas por el suelo, las plantas y las estructuras de los invernaderos, disminuyendo o eliminando la inversión térmica y mejorando el efecto de abrigo.

Tipos de película.-En la norma se prevén 3 tipos de película en cuanto a espesores:

- Tipo ligero (L): espesor nominal de 0,150 mm (150 micrómetros) (galga 600).
- Tipo medio (M): espesor nominal de 0,180 mm (180 micrómetros) (galga 720).
- Tipo grueso (G): espesor nominal 0,200 mm (200 micrómetros) (galga 800).

Medidas.- En cuanto a anchura y longitud de las películas, la norma no exige nada; sólo recomienda ajustarse a unas de-

terminadas medidas. La tolerancia en anchura es de + 2%.

Espesor.- La diferencia entre el espesor medio real y el nominal (en los tre Tipos) será igual o inferior a $\pm 5\%$ y la tolerancia en el espesor será igual o inferior a $\pm 15\%$ para anchuras inferiores a 8 metros y de $\pm 25\%$ para anchuras iguales o superiores a 8 metros.

Resistencia a la tracción y alargamiento.- Será igual o superior a 16 MPa (160 kgf/cm²) y a 350% respectivamente para los tres Tipos y en ambas direcciones.

Resistencia al rasgado.- La resistencia mínima en ambas direcciones será de 4,5 N (Tipo L), de 5,4 N (Tipo M) y de 6,0 N (Tipo G).

Resistencia al choque.- Esta resistencia se mide en los pliegues de la película y su valor mínimo será de 150 g (Tipo L), de 180 g (Tipo M) y de 200 g (Tipo G).

Duración.- Para las películas previstas para un año agrícola, el envejecimiento artificial acelerado en el aparato de lámparas fluorescentes, a 70°C, durante 250 horas, no provocará una pérdida de alargamiento en tracción superior al 50% del alargamiento de la muestra no envejecida.

Para las películas previstas para dos años agrícolas, la norma exige espesores de 0,180 mm o de 0,200 mm; en ambos casos, el envejecimiento artificial acelerado a 70°C y 550 horas no dará lugar a una pérdida del alargamiento en tracción superior al 50% del valor original.

Para las películas previstas para 3 años agrícolas, la norma exige que la película tenga un espesor de 0,200 mm; en este caso, un envejecimiento artificial acelerado durante 850 horas a 70 °C, no dará lugar a una pérdida de alargamiento en tracción superior al 50% con relación al valor original.

Las películas previstas para uno, dos o tres años agrícolas irán marcadas, entre otras cosas, con uno, dos o tres soles.

Efecto termoaislante.- Las películas de PE termoaislantes (impropiamente denominadas películas o filmes térmicos) tendrán una transmitancia en el intervalo de longitud de onda

comprendido entre 1.450 y 730 cm^{-1} (de 6,9 a 13,7 micrometros) igual o inferior al 20%.

NINGUNA PELICULA QUE DE LUGAR A VALORES SUPERIORES PODRA SER CONSIDERADA TERMOAISLANTE, SEGUN LA NORMA 53 328.

Designación.- Las películas de PE de baja densidad que cumplan la Norma UNE 53 328 se designarán de la manera siguiente:

- UNE 53 328 LDPE seguido de:

- a) Letra "L", "M" o "G", correspondientes al código de clasificación según espesor.
- b) Soles (1, 2 o 3), que indican la duración de las películas por años agrícolas.
- c) La letra "T" cuando se trate de una película de propiedades termoaislantes.

EJEMPLO

UNE 53 328 LDPE/G*** /T, quiere decir que se trata de una película de PE de baja densidad, que cumple la norma UNE 53 328, de un espesor de 0,200 mm, prevista para 2 años agrícolas de duración y con propiedades termoaislantes.

Si la película posee la Marca de Calidad correspondiente, en la designación figurarán los anagramas correspondientes a Marcas de Calidad "Plásticos Españoles" y Marcas de Conformidad a Normas UNE.

Así, si la película tiene Marca de Calidad se designará y marcará por (ejemplo anterior):



MARCA DE CALIDAD DE TUBOS DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (LDPE) PARA RAMALES DE MICROIRRIGACION

Se basa en la Norma UNE 53 367 del mismo título y tiene por objeto definir las características que han de reunir los tubos de PE de baja densidad destinados a ramales terciarios de riego por goteo y en los cuales, los elementos de microirrigación son incorporados posteriormente a su fabricación. Se definen,

además, los métodos de ensayo necesarios para determinar tales características.

Para ramales primarios y secundarios existen las Normas UNE 53 131 y UNE 53 133.

Características

Se tienen en cuenta tanto las características del material (PE y negro de carbono) como las de los tubos. Estas son:

- Contenido en negro de carbono: $2,5 \pm 0,5\%$ en peso.
- Dispersión del negro de carbono. Se determina por comparación con una serie de micrografías-tipo.
- Índice de fluidez. Será igual o inferior a 1 g/10 min, cuando se mide a 190°C y con 2,160 kg de peso.
- Aspecto. Los tubos estarán exentos de burbujas y grietas, presentando una superficie exterior e interior lisa, libre de ondulaciones y de otros defectos visuales.
- Medidas y tolerancias. Dado que el sistema de fabricación calibra el diámetro exterior y no el interior y el sistema de unión entre dos secciones de tubo se realiza por ajuste interior de un accesorio, gótero, etc. se requiere un control de tolerancias del diámetro exterior medio, del espesor en un punto cualquiera y del diámetro interior medio (Tabla 1).

TABLA 1

Diámetro nominal mm	Diámetro exterior medio, mm	Diámetro interior medio, mm	Espesor en un punto cualquiera, mm
10	$10^{+0,3}_0$	$7,7^{+0,4}_0$	$1^{+0,3}_0$
12	$12^{+0,3}_0$	$9,6^{+0,5}_0$	$1^{+0,3}_0$
16	$16^{+0,3}_0$	$13,1^{+0,6}_0$	$1,2^{+0,4}_0$
20	$20^{+0,3}_0$	$17,0^{+0,9}_0$	$1,2^{+0,4}_0$
25	$25^{+0,3}_0$	$21,2^{+1,1}_0$	$1,5^{+0,4}_0$
32	$32^{+0,3}_0$	$27,2^{+1,1}_0$	$2,0^{+0,4}_0$

En los tubos definidos en esta Norma UNE 53 367 no deberán instalarse accesorios de inserción que aumenten el diámetro interior medio de los tubos más del 13% a la temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$. LA PRESION MAXIMA DE TRABAJO ES DE 0,25 MPa(2,5 kg/cm²)

- Longitudes. Cuando los tubos se suministran en rollos, su longitud se establecerá por acuerdo.
- Estanquidad. Los tubos deberán resistir durante 1 min sin presentar pérdidas, una presión de ensayo igual a 0,25 MPa (2,5 kgf/cm²).
- Resistencia a la presión interna en función del tiempo. Los tubos deberán superar los ensayos realizados en las condiciones que se dan en la tabla 2.

TABLA 2

Temperatura del ensayo, °C	Duración del ensayo, h	Esfuerzo tangencial de ensayo (), MPa
20	1	7,8
70	100	2,9

- Comportamiento al calor. Las medidas de las probetas no deberán variar en más del 3% en sentido longitudinal.
- Resistencia a la tracción y alargamiento. Serán de 10 MPa (100 kg/cm²) y de 350 % respectivamente.
- Resistencia al cuarteamiento por tensiones en medio activo. No debe fallar más de 10% de las probetas ensayadas. El ensayo se lleva a cabo sometiendo secciones del tubo a una elevación de concentración de esfuerzos mediante la inserción de boquillas de latón apropiadas (fig.1), con las dimensiones adecuadas para cada tubo y exponiéndolos simultáneamente a la acción de un agente tensoactivo a temperatura elevada para reducir la duración del ensayo

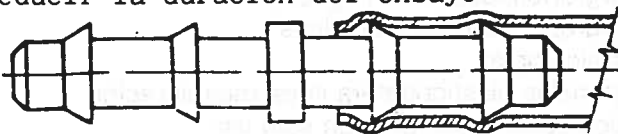


FIG - 1

ANEXO I



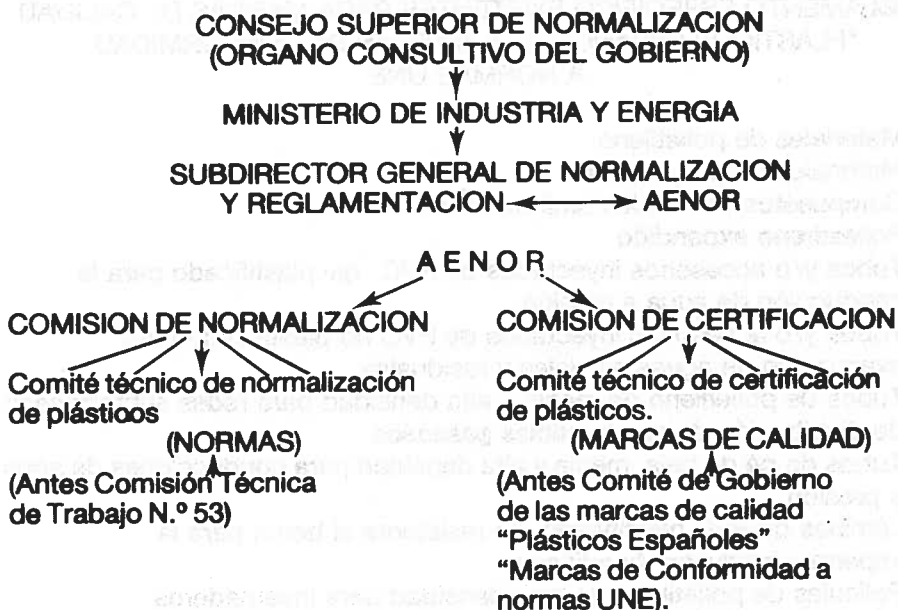
Participan representantes de la Industria, de la Administración, Centros Oficiales de Investigación y Usuarios.

ANEXO II

GRUPOS DE TRABAJO (GT)

- GT N.º 1 - Tubos y Accesorios
- GT N.º 2 - Materiales Celulares
- GT N.º 3 - Termoestables
- GT N.º 4 - Envases
- GT N.º 5 - Elastomeros
- GT N.º 6 - Especificaciones y Métodos de ensayo para materiales de plásticos
- GT N.º 7 - Suelos y tejidos recubiertos
- GT N.º 8 - Materiales plásticos reforzados
- GT N.º 10 - PRODUCTOS
 - Subgrupo plásticos en agricultura
 - Subgrupo materiales acrílicos
- GT N.º 12 - Terminología
- GT N.º 14 - Materiales plásticos para impermeabilización
- GT N.º 15 - Artículos médicos para un solo uso
- GT N.º 20 - Varios

ANEXO III



ANAIP (Asociación Nacional de Industriales de Plásticos) es miembro corporativo de EANOR y tendrá la responsabilidad del funcionamiento de ambos Comités Técnicos para Plásticos.

ANEXO IV

Componentes del Comité de Gobierno de la marca de calidad "Plásticos Españoles" y marca de conformidad a normas UNE.

- PRESIDENTE: El Presidente de ANAIP.
- VICEPRESIDENTE: Un Vicepresidente de ANAIP
- Un representante del Ministerio de Agricultura.
- Un representante del Ministerio de Economía y Hacienda.
- Un representante del Ministerio de Industria y Energía.
- Dos representantes del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- Un representante de IRANOR
- Un representante del Instituto de Plásticos y Caucho.
- Un representante del Instituto "Eduardo Torroja" de la Construcción y del Cemento.
- El Presidente de la CTT 53 del IRANOR.
- El Secretario de la CCT 53 del IRANOR.
- Un representante del Consejo Superior de Colegios de Arquitectos.
- Un representante del Consejo General de Colegios Oficiales de Arquitectos técnicos y aparejadores.
- Un representante de la Confederación Nacional de la Construcción (CNC).
- Un representante del Ministerio de Sanidad y Consumo.
- Tres representantes de ANAIP y su Director General (Secret.)

ANEXO V

REGLAMENTO ESPECIFICO EXISTENTES PARA MARCAS DE CALIDAD "PLASTICOS ESPAÑOL" Y MARCAS DE CONFORMIDAD A NORMAS UNE

- Materiales de polietileno
- Materiales de polipropileno
- Compuestos de moldeo aminoplastos
- Poliestireno expandido
- Tubos y/o accesorios inyectados de PVC no plastificado para la conducción de agua a presión.
- Tubos y/o accesorios inyectados de PVC no plastificado para evacuación de aguas pluviales y residuales
- Tubos de polietileno de media y alta densidad para redes subterráneas de distribución de combustibles gaseosos.
- Tubos de pé de baja, media y alta densidad para conducciones de agua a presión.
- Láminas de PVC plastificado, no resistente al betún para la impermeabilización de edificios
- Películas de polietileno de baja densidad para invernaderos.
- Tubos de polietileno de baja densidad para ramales de microirrigación.
- Sacos de gran capacidad confeccionados con películas de materiales plásticos
- Espumas de poliuretano para colchones.
- Jeringuillas de plástico para usar una sóla vez.
- Bolsas de materiales plásticos para la recogida de basuras.
- Placas onduladas translúcidas de poliéster reforzado con fibra de vidrio.
- Placas estratificadas con materiales termoestables con superficie decorativa.
- Revestimientos para suelos de amianto-vinilo.
- Revestimientos flexibles de PVC sin soporte para suelos.
- Perfiles de PVC no plastificado para persianas enrollables.
- Perfiles de PVC no plastificado para puertas y ventanas susceptibles de ser utilizadas a la intemperie.
- Láminas de PVC plastificado con o sin armadura, no resistente al betún, para la impermeabilización de balsas, depósitos, piscinas, presas y canales para agua.
- Tubos de pé reticulado para la conducción de agua a presión fría y caliente.
- Tubos de polibutileno (PB) para la conducción de agua a presión fría y caliente.
- Tubos de polipropileno (PP) copolimero para conducciones de fluidos a presión y diferentes temperaturas.

ANEXO VI

PRODUCTOS PLASTICOS QUE POSEEN MARCA DE CALIDAD Y MARCA DE CONFORMIDAD A NORMAS UNE

PRODUCTO	N.º DE EMPRESAS QUE POSEEN LA MARCA
Tubos de PVC no plastificado para la conducción de agua a presión.	6
Tubos de PVC no plastificado para evacuación de aguas pluviales y residuales.	1
Accesorios inyectados de PVC no plastificado para tuberías de PVC no plastificado para evacuación de aguas pluviales y residuales.	1
Tubos de pé de baja densidad para conducción de agua a presión.	4
Tubos de pé de alta densidad para conducción de agua a presión.	5
Tubos de pé de media densidad para redes subterráneas de distribución de combustibles gaseosos.	5
Materiales de polietileno.	1
Láminas de PVC plastificado, no resistente al betún, para la impermeabilización de edificios.	3
Láminas de PVC plastificado, con o sin armadura, no resistente al betún, para la impermeabilización de balsas, depósitos, piscinas, presas y canales para agua.	1
Placas estratificadas con materiales termoestables con superficies decorativas.	1
Jeringuillas de plástico para usar una sólo vez	2
Placas onduladas translúcidas de poliéster reforzado con fibra de vidrio.	1
Revestimientos flexibles de PVC sin soporte para suelos.	1
Tubos de pé reticulado para la conducción de agua a presión fría y caliente.	1
Tubos de pé de baja densidad para ramales de microirrigación.	1

A N E X O V

PROGRAMA DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
Y FÁBRICA DE COMPONENTES A FRENTE DEL

1 DE ENERO DE 1980
HASTA LA MARZO

PROYECTOS

- | | |
|----|--|
| 1 | Trabajo de FVQ en el laboratorio de la planta con el tipo A (proyecto) |
| 2 | Trabajo de FVQ en el laboratorio de la planta con el tipo B (proyecto) |
| 3 | Trabajo de FVQ en el laboratorio de la planta con el tipo C (proyecto) |
| 4 | Trabajo de FVQ en el laboratorio de la planta con el tipo D (proyecto) |
| 5 | Trabajo de FVQ en el laboratorio de la planta con el tipo E (proyecto) |
| 6 | Trabajo de FVQ en el laboratorio de la planta con el tipo F (proyecto) |
| 7 | Trabajo de FVQ en el laboratorio de la planta con el tipo G (proyecto) |
| 8 | Trabajo de FVQ en el laboratorio de la planta con el tipo H (proyecto) |
| 9 | Trabajo de FVQ en el laboratorio de la planta con el tipo I (proyecto) |
| 10 | Trabajo de FVQ en el laboratorio de la planta con el tipo J (proyecto) |
| 11 | Trabajo de FVQ en el laboratorio de la planta con el tipo K (proyecto) |
| 12 | Trabajo de FVQ en el laboratorio de la planta con el tipo L (proyecto) |
| 13 | Trabajo de FVQ en el laboratorio de la planta con el tipo M (proyecto) |
| 14 | Trabajo de FVQ en el laboratorio de la planta con el tipo N (proyecto) |
| 15 | Trabajo de FVQ en el laboratorio de la planta con el tipo O (proyecto) |
| 16 | Trabajo de FVQ en el laboratorio de la planta con el tipo P (proyecto) |
| 17 | Trabajo de FVQ en el laboratorio de la planta con el tipo Q (proyecto) |
| 18 | Trabajo de FVQ en el laboratorio de la planta con el tipo R (proyecto) |
| 19 | Trabajo de FVQ en el laboratorio de la planta con el tipo S (proyecto) |
| 20 | Trabajo de FVQ en el laboratorio de la planta con el tipo T (proyecto) |
| 21 | Trabajo de FVQ en el laboratorio de la planta con el tipo U (proyecto) |
| 22 | Trabajo de FVQ en el laboratorio de la planta con el tipo V (proyecto) |
| 23 | Trabajo de FVQ en el laboratorio de la planta con el tipo W (proyecto) |
| 24 | Trabajo de FVQ en el laboratorio de la planta con el tipo X (proyecto) |
| 25 | Trabajo de FVQ en el laboratorio de la planta con el tipo Y (proyecto) |
| 26 | Trabajo de FVQ en el laboratorio de la planta con el tipo Z (proyecto) |

SITUACION ACTUAL DE LAS TUBERIAS DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD EMPLEADAS EN MICROIRRIGACION.

Santiago Escalada

INTRODUCCION.

Si bien la utilización de los tubos de polietileno de baja densidad para conducción de agua a presión y riego, se remonta en nuestro país a unas dos décadas, los desarrollos de nuevas tecnologías, llevadas a cabo de pocos años a acá, han permitido la utilización de un nuevo sistema de riego mediante tubos portagoteros, la micro irrigación, que se ha impuesto sobre otros procedimientos conocidos. El ahorro de agua, tan escasa ultimamente, y la administración directa de los nutrientes a la planta, así como la posibilidad de uso de insecticidas a través de los tubos, hacen de este sistema de riego el idóneo para las zonas con pocos recursos hidricos.

Esta rápida expansión de la microirrigación, no ha sido correspondida con una suficiente información encaminada al buen uso y al máximo aprovechamiento por parte de los usuarios de este sistema de riego, lo que unido a la desconfianza creada por problemas derivados, en ciertos casos, de inadecuados diseños de instalación y mala calidad de los materiales plásticos utilizados, están condicionando la expansión de un procedimiento idóneo para nuestra agricultura.

EL POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD.

De una forma breve describiremos la materia prima con la que se fabrican las tuberías portagoteros.

El polietileno de baja densidad es un polímero del etileno formado por largas cadenas moleculares, más o menos ramificadas que configuran en él una serie de zonas de cierta simetría donde estará concentrada su cristalinidad, y otras completamente amorfas.

Derivados de este conjunto de cadenas moleculares que llamaremos peso molecular y de esa cristalinidad que posee el polietileno de baja densidad, existen una serie de propiedades y por tanto de características, que son las que van a tener gran importancia en el comportamiento de los tubos.

Hay una forma muy sencilla de explicar cómo es el polietileno de baja densidad, estructuralmente, y de donde se puede deducir sus propiedades, y es el simil de cadenas formadas por barras de acero atadas por sus extremos por tiras de goma, lo que coincidirá con las zonas gomosas, menor cristalinidad, o sea, menos compacto y por tanto, menos denso es el sistema. Por otro lado, cuantas más barras de acero cortas haya, más resbalarán una contra otras las barras largas, por lo que además de tener un peso molecular menor, se tendería a que resbalasen más las cadenas moleculares, debido al efecto de lubricación de las cadenas cortas, es decir, sería menos viscoso o más fluido.

Quedan definidos pues, los dos parámetros o características básicas del polietileno que son, su densidad, relacionada con la cristalinidad, y su viscosidad en caliente o índice de fluidez, con su peso molecular. De ambas se podrá deducir cada una de las propiedades del polímero, es decir, su resistencia mecánica y química, su comportamiento en frío, su resistencia al impacto, etc.

Cabe añadir que el polietileno de baja densidad es el polímero base de lo que constituye un compuesto de polietileno, que además lleva como aditivo, negro de carbono y un antioxidante, necesarios ambos para evitar respectivamente, los efectos degradantes lumínico y térmico de la luz solar.

CARACTERISTICAS DE LAS TUBERIAS DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD
UTILIZADAS EN MICRO-IRRIGACION.

Las tuberías de polietileno de baja densidad que se utilizan en microirrigación deben tener unas características apropiadas para el cometido al que está encaminado su uso, es decir, transporte de agua con nutrientes e insecticidas en disolución, a una presión no superior a dos kilos que lleva insertados o pinchados goteros y acoplamientos, y que está expuesta a la acción prolongadas de la luz solar.

Pues bien, la experiencia y estudios al respecto, establecen - que deben utilizarse tuberías fabricadas con un polietileno de baja densidad adecuado, conteniendo negro de carbono y un antioxidante en cantidad y calidad apropiados, que además estén bien dimensionadas, y extruidas sin defectos y sin gran estiramiento para que puedan soportar el uso en micro-irrigación.

Aunque todo esto se contempla en la norma UNE 53.367 "Tubos de polietileno de baja densidad (LDPE) para ramales de micro-irrigación. Características y métodos de ensayo", vigente en la actualidad, describiremos cada característica requerida.

Empezamos describiendo las características del material o materia prima empleado en la fabricación de los tubos, constituido por un **polietileno de baja densidad** como polímero base, de índice de fluidez inferior a 1,0 gr/10 min. y cuya densidad nominal esté por debajo de 920 Kg/m^3 , que lleva incorporada una cantidad de **negro de carbono** comprendida entre el 2 y el 3% en peso, de tamaño de partícula inferior a 0,025 mm. y bien disperso en el conunto (según norma el valor medio de las observaciones no superará el tipo 4 y ninguna del tipo 5, y deberán ser mejores que la microfotografía A), y además un **antioxidante** en cantidad y calidad adecuada (en las normas vigentes el contenido en antioxidante está en estudio. El laboratorio de ATD de Alcudia, S.A. determina el contenido en antioxidante en canti-

dad y calidad apropiadas mediante Calorimetría Diferencial de Barrido, en un aparato METTLER DSC-30, por medida del tiempo de inducción, en minutos, a la oxidación, en condiciones isoterma a 200°C de temperatura, con fusión inerte en atmósfera de argón y posterior oxidación - en atmósfera de oxígeno con un caudal de 100 ml/min. El tiempo de inducción, es el tiempo que necesita la muestra para degradarse por completo, considerandose como nivel mínimo para que la muestra esté protegida a la degradación u oxidación suficientemente, el tiempo de 20 minutos).

Añadiremos como comentario que la materia prima debe estar exenta de cargas minerales y de partículas extrañas y degradadas.

Continuando con las características de los tubos diremos que su aspecto será aquel que exterior e interiormente sea liso, sin ondulaciones y oquedades ni grietas, con las medidas adecuadas, dentro de las tolerancias permitidas. En este sentido se expresa habitualmente su diámetro exterior medio, y el espesor puntual, deduciendose de este último el espesor medio, como medidas directas del tubo y que están tabuladas con sus correspondientes tolerancias positivas (no se aceptan tolerancias por debajo de los valores nominales), y de donde se deducen el diámetro interior medio correspondiente con sus tolerancias.

Diámetro Exterior Medio (mm)	Tolerancia Diámetro Exterior medio	Espesor puntual (mm)	Tolerancia Espesor Puntual	Diámetro Interior Medio	Tolerancia Diámetro Interior
10	+ 0,3	1,0	+ 0,3	7,7	+ 0,4
12	+ 0,3	1,0	+ 0,3	9,6	+ 0,5
16	+ 0,3	1,2	+ 0,4	13,1	+ 0,6
20	+ 0,3	1,2	+ 0,4	17,2	+ 0,9
25	+ 0,3	1,5	+ 0,4	21,1	+ 1,1
32	+ 0,3	2,0	+ 0,4	27,2	+ 1,1

Por otra parte los tubos deben soportar la presión interna para la que están diseñados, siendo la presión de trabajo, a la que estarán sometidos, coincidente con la presión nominal cuando la temperatura del agua

es de 20°C. Ahora bien, si se tiene en cuenta que la temperatura máxima de utilización de estos tubos es de 40°C y además los factores debidos a la manipulación, la presión máxima de trabajo para estos tubos será de 0,25 MPa. En la norma UNE 53.367 se ensayan tubos en condiciones de 20 y 70°C de temperatura del agua (interna y externa al tubo) y de 7,8 y 2,9 MPa de presión respectivamente, debiendo estos soportar como mínimo 1 y 100 horas de ensayo respectivamente.

Las características mecánicas de los tubos serán tales que según la norma, las probetas obtenidas para ensayar tendrán como mínimo una resistencia a la tracción de 10 MPa, y un alargamiento a la rotura del 350%.

Por otro lado los tubos tendrán como máximo, una variación del 3% en sentido longitudinal en su comportamiento al calor, tras ser sumergidos durante media hora en agua a ebullición.

Por último una de las características más importantes de este tipo de tuberías, sobre todo cuando llevan goteros intercalados entre línea (en los tubos con gotero pinchado la importancia de esta característica disminuye porque sólo son punto de máxima tensión los de --acoplamiento), es la resistencia al "cracking" o al cuarteamiento por tensiones, en medio ambiente activo, que para determinarla se toman secciones del tubo que se someten a una elevación de la concentración de esfuerzos circunferenciales nunca superior al 13% (el gotero o boquilla que se inserta ejercen sobre el tubo en su diámetro interior una dilatación máxima del 13%) mediante la inserción de boquillas apropiadas, en el caso del ensayo normalizado, o de goteros a utilizar con la tubería, a ensayar en el caso general, y exponiéndolas simultáneamente a la acción de un agente tensoactivo (en la norma se utiliza el AntaroX CO-630 diluido al 10% en agua) a la temperatura constante de 50±3°C. El resultado se considera óptimo cuando solamente una probeta como máximo presente grietas, tras una hora de ensayo. Está demostrado que tuberías que han cumplido con este ensayo no han tenido problema alguno de "cracking" en las circunstancias habituales de este sistema de riego.

PROBLEMATICA DE LAS TUBERIAS DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD EN LA MICROIRRIGACION.

Una vez expuestas de manera rápida las características que deben tener las tuberías utilizadas en microirrigación, vamos a exponer la problemática con que se presenta en la actualidad estas tuberías, con secuencia en la mayoría de los casos de su calidad, aunque existen -- otras causas sobre todo derivadas de su uso indebido por parte del -- usuario.

En primer lugar, la fuente más importante de problemas y de donde provienen la mayoría de ellos, es la calidad de la materia prima empleada en la fabricación de los tubos portagoteros.

Exponemos que se están empleando materiales de polietileno bien de segunda calidad, bien recuperados, a los cuales o no se les añade en contenido de negro de carbono apropiado por la normativa internacional de tubería, o si se les añade este no es el apropiado, o está mal disperso o incluso lleva cargas minerales innecesarias para la tubería. En cuanto al antioxidante diremos que este tipo de materiales o no lo llevan, o si lo llevan no es ni en cantidad, ni en calidad apropiadas.

Existen otros casos en los que se utiliza un polímero base de polietileno que está dentro de lo exigido por norma, pero en cambio tiene algunas de las incorrecciones en cuanto al negro de carbono y al antioxidante ya expuestas.

En una reciente evaluación de instalaciones de riego por microirrigación de una zona del sur-este español, se ha detectado que el 50% de las instalaciones evaluadas y seleccionadas al azar, estaban montadas con tubería que no cumplían la normativa de calidad de la materia prima que establecen todas las normas nacionales e internacionales al respecto.

Los problemas que ya se han manifestado y que se pueden manifestar son imprevisibles, ya que su duración, propiedades mecánicas, de presión y de resistencia al "cracking" están debilitadas o de principio o al poco tiempo de ser instalados.

En segundo término una fuente importante de problemas es la **calidad de los tubos en sí**, es decir, como se han fabricado estos, de nada sirve tener una buena materia prima, si no se han extrusionado debidamente. Desde luego, si el tubo tiene **defectos superficiales** -- abundantes, esta será una causa de debilidad de sus características, pero esto ocurre en el menor de los casos.

Otra causa de disminución de propiedades sobre todo de las mecánicas y de resistencia al "cracking" es un **comportamiento al calor del tubo superior al 3%** producido por un estiramiento excesivo en la fabricación de tubería. Esto también provoca contracciones en el tubo - al calentarse por acción del sol, produciéndose las desconexiones de las inserciones gotero-tubo.

Pero la principal fuente de problemas debido al tubo en si, son - **sus medidas** (En la evaluación citada anteriormente el 75% de las instalaciones evaluadas tenían tubos cuyas medidas no estaban conforme a la Norma UNE 53.367, de los cuales un 68% de los tubos de 12 mm. que representaban el 47% de todas las instalaciones, tenían el espesor puntual mínimo por debajo de la medida normalizada de - 1,0 mm), con una amplia dispersión de valores, de tal forma que el diámetro exterior medio y el espesor puntual (y el espesor medio) presentan valores por debajo del valor nominal y por tanto, **tolerancia no admitida**, lo que provoca todo tipo de problemas de acoplamiento con los goteros y otras piezas; en los sistemas de gotero **entre línea** se provoca una tensión circunferencial que podría ser superior al 13% establecido que provocaría disminución de su resistencia al "cracking". Tengamos en cuenta que el diámetro interior medio, de que se deriva la buena inserción de un gotero depende del diámetro exterior medio y del espesor medio.

Los **goteros** entre línea utilizados en microirrigación generalmente poseen una gran exactitud dimensional debido a que son piezas **inyectadas**; ahora bien el diseño del mismo, sobre todo en las zonas de inserción con el tubo, debe evitar **zonas agudas** que harían de aristas cortantes con la tensión, y **dimensiones superiores** a lo establecido, que incrementarían el diámetro interior del tubo por encima del 13% normalizado, lo que causa generalmente que los tubos se **agrietan** en la zona de inserción gotero-tubo. Esta podría considerarse como la principal causa de problemas por **uso indebido del tubo**.

Otros casos de mal uso del tubo serían, el doblar los terminales de línea de goteros casi 180°C, para evitar salir el agua en lugar de colocar un tapón o similar, lo que provoca una tensión superándose el módulo elástico del tubo de polietileno de baja densidad, produciéndose agrietamiento por las generatrices del mismo; tampoco se debe de tirar y sacudir la línea de goteros como si se tratara de una soga, ya que el sistema gotero-tubo está insertado para soportar cierta -- fuerza de tensión longitudinal, asociada a la tensión circunferencial que soporta el tubo por la acción del gotero y que como se sabe es -- como máximo del 13% con lo cual si ésta se supera el gotero desliza y se sale del tubo.

Los grados de polietileno de baja densidad que se emplean para la fabricación de los tubos de micro-irrigación están estudiados para que dichos tubos que llevan agua con disoluciones de nutrientes e insecticidas de distintas naturaleza soporten la acción agresiva de estos. Ahora bien pueden existir ciertas circunstancias en la que por ten-- siones y agentes químicos (sobre todo en el caso de goteros entre línea) se requieren una características de resistencia al "cracking" superior para la cual los fabricantes de materia prima modifican en pequeña cuantía estos grados de polietileno. Este es el caso del -- compuesto CN-105 de ALCUDIA, S.A. entre otros grados comerciales. A pesar de esta mejora, los polietilenos tienen sus limitaciones ob-- vias y de nada sirven los agentes modificantes, ante agresiones de -- agentes químicos que se desconoce muchas veces sus posibles acciones y naturaleza como las que últimamente se están utilizando en la desinfección de suelos en invernaderos, en la que a veces se utilizan has-- ta el sistema de riego para ello, o bien se desinfecta con las tube-- rías instaladas. Este uso indebido , puede provocar una acción so-- bre las tuberías debilitando sus características.

RECOMENDACIONES FINALES.

1. Al margen de los diseños de instalación, que aunque en general son aceptables, se detectan ciertas deficiencias técnicas que provocan en el usuario dudas sobre las ventajas de la microirrigación sobre otros sistemas de riego.
2. Debido a los fallos estrepitosos que se están produciendo en tuberías ya instaladas hay cierto recelo por parte de los agricultores a usar o renovar los sistemas de microirrigación.
3. El agricultor casi en su totalidad, y el instalador en muchos casos, desconocen la calidad de la tubería instalada y además no disponen de medios para conocerla. Muchas veces prevalece la idea del precio más barato, y esto generalmente se corresponde con tubería de mala calidad.
4. Habría que establecer una uniformidad de medidas de tubos y goteiros, para que no existan las discrepancias que se están produciendo muchas veces en las instalaciones. Creemos que la norma UNE - 53.367 da un gran paso, en cuanto a la tubería se refiere.
5. Sería necesario que los usuarios de estos sistemas de riego, agricultor e instalador, tuvieran una mayor información acerca de ello que incluiría desde normas vigentes sobre este aspecto, pasando por la calidad de los materiales empleados, hasta manuales de uso y buena práctica de estos sistemas.
6. Creemos muy necesaria la creación de Centros de divulgación y de Control de Calidad, por parte de los organismos autonómicos y/o - entidades privadas pertinentes, donde a través de sus laboratorios los usuarios pudieran conocer la verdadera calidad, tanto de la - instalación de riego como de los materiales empleados en ella, además de recibir información acerca de microirrigación mediante divulgación de folletos, charlas y mesas redondas.

INTERNATIONAL LAW

In 1945, the United Nations Conference on International Law met in San Francisco to draft a new international law. The conference was held from April 24 to June 25, 1945, and was attended by representatives of 51 nations. The conference resulted in the adoption of the United Nations Charter, which is the foundation of the international legal system today.

The United Nations Charter is a treaty that binds all member states. It sets out the purposes and principles of the United Nations, and provides for the establishment of the Security Council, the Economic and Social Council, the International Court of Justice, and the Secretariat. The Charter also provides for the admission of new member states and the suspension or expulsion of existing members.

The Charter is a binding legal instrument that creates legal obligations for all member states. It is the basis for the development of international law, and provides a framework for the resolution of international disputes. The Charter is also the basis for the work of the United Nations and its various organs.

The Charter is a unique document in the history of international law. It is the only international treaty that has been signed by all the major powers of the world. It is also the only international treaty that has been signed by all the major powers of the world.

The Charter is a unique document in the history of international law. It is the only international treaty that has been signed by all the major powers of the world. It is also the only international treaty that has been signed by all the major powers of the world.

The Charter is a unique document in the history of international law. It is the only international treaty that has been signed by all the major powers of the world. It is also the only international treaty that has been signed by all the major powers of the world.

The Charter is a unique document in the history of international law. It is the only international treaty that has been signed by all the major powers of the world. It is also the only international treaty that has been signed by all the major powers of the world.

CULTIVOS PARA FLOR CORTADA EN INVERNADERO

Por Zoilo Serrano Cermeño

Departamento de Horticultura

Centro de Investigación y Desarrollo

Agrario de Las Torres-Sevilla

España ocupa un lugar geográfico y climatológico de privilegio, respecto a los mercados europeos consumidores de "flor cortada" y en relación con las posibilidades de producir muchas especies de flor en mejores condiciones climatológicas, durante los meses que van de octubre a mayo, que la mayor parte de los países mediterráneos productores de flor.

Los litorales españoles y, más concretamente, los andaluces reúnen unas condiciones climáticas excelentes para producir la mayoría de las especies de flor que se consumen en Europa, exigentes en temperaturas mínimas elevadas y en luminosidad.

El área geográfico comprendido entre el litoral del Golfo de Cádiz y la Vega del Guadalquivir hasta Sevilla, tiene unas condiciones idóneas de climatología, suelos y aguas de riego para que, en potencia, sea la zona productora más interesante de la Península Iberica y, nos atreveríamos a decir, de la mayor parte de Europa y norte de Africa.

Lógicamente, estas producciones deben hacerse bajo protección de invernadero y, en nuestro caso, creemos que con cubierta de plástico.

Respecto a la climatología, las principales constantes climatológicas de este área geográfico son más favorables que las de las zonas tradicionales españolas de la Maresma Catalana y País Valenciano, regiones éstas con gran solera é importancia en producción de flor cortada.

Si hacemos la comparación con las zonas productoras del Midi francés o Riviera italiana, la climatología es mucho más favorables en las épocas estacionales frías para esta zona geográfica andaluza que estamos considerando.

Todas las especies de flor que en esta zona natural expuesta se pueden producir y competir en los mercados internacionales, es posible cultivarlas en invernadero de plástico, en unos casos polietileno y en otros poliéster.

En el caso de cultivos estacionales con duración de su ciclo de 3 ó 4 meses, como solamente son interesantes hacer cultivo cuando las recogidas de flor se hacen de octubre a mayo, en esas fechas, cuando se cultivan en invernadero de plástico no hay problemas de quemaduras o exceso de calor durante las horas de sol.

En cultivos cuyo ciclo sea de uno o varios años, las épocas estacionales más calurosas, de mayo a septiembre, el exceso de luminosidad y altas temperaturas, que pueden ocurrir, se pueden paliar con las técnicas siguientes:

- Blanqueo de la cubierta del invernadero.
- Instalación de mallas de plástico correderas para sombreo.
- Dejando el cultivo al aire libre sin cubierta en el invernadero durante esas fechas de calor, caso este último que se puede hacer en el segundo año de los plásticos de "dos campañas", al hacer el cambio de plástico.

En cultivos muy exigentes en humedad y temperatura media (rosal) se puede recurrir al cooling system y al mist system.

En el caso concreto del triángulo Cádiz-Sevilla-Huelva que estamos considerando, algunos días, muy pocos, las temperaturas mínimas absolutas pueden llegar a rebasar durante algunas horas los umbrales de helada para alguno de los cultivos de flor que estamos exponiendo; para evitar estos inconvenientes debemos prever una pequeña calefacción de apoyo que, con poco gasto en energía, salve los peligros que pueden ocurrir en esas bajadas de temperatura. Por otra parte, en un futuro inmediato se podrán calentar estos invernaderos con calefacción de energía solar; no olvidemos que el número de horas de sol en el triángulo geográfico señalado, junto con Almería, desde el mes de Octubre a marzo, es el más alto de Europa.

Respecto al transporte de los centros de producción a los mercados consumidores de Europa, nuestra zona productora se encuentra por transporte aéreo a mitad de horas de vuelo que Israel, Grecia y Egipto; en transporte terrestre podemos colocar la mercancía en Amstérdan, Londres o Bonn en menos de 24 horas, mientras que a otros países competidores, como pueden ser Grecia, Turquía, Israel y Norte de Africa, les resulta imposible este medio de transporte para el envío de flores.

Los problemas de salinidad y pH del suelo y de las aguas de riego que tanto influyen en la producción y calidad de la flor cortada, la mayoría de las aguas y suelos de esta zona del Golfo de Cádiz son bastante mejores que las que corresponden al litoral Mediterráneo desde la Maresma Catalana hasta el campo de Gibraltar.

Los cultivos de flor cortada que se pueden hacer en la zona señalada son los siguientes: clavel, rosal, crisantemo, gerbera, strelitzia, stáctice, liliun, gladiolo, freexia, iris, anémoma, esparrago plumoso, helecho de cuero, anturio, gypsophila, liatris.

Nosotros tenemos experiencia, durante el invierno pasado, de ensayos realizados en el Centro de Capacitación y Experiencias Agrarias de Los Placios (Sevilla), con resultados muy aceptables, de los cultivos siguientes: clavel, gerbera, crisantemo, stáctice, liliun, gladiolo, freexia é iris.

En la misma localidad de Los Palacios (Sevilla), existe una espléndida explotación de cultivo de rosas en invernadero de poliéster.

En el consumo de flores en Europa las especies que tienen mayor importancia son las siguientes: rosa, clavel, crisantemo y gerbera.

En bastante menor porcentaje de consumo, pero siempre para cada especie de flor por encima del 5 por 100 del consumo global, a las especies anteriores les siguen las flores siguientes: freexia, liliun, gladiolo, iris, tulipán, orquídea,

jacinto.

En las producciones y exportaciones españolas de flor siempre se está pensando en el clavel y en la rosa por la gran importancia que tienen, sin pensar en otras especies. Algunas de estas especies minoritarias en consumo, si tenemos en cuenta que la mayoría son de ciclo corto, por las dificultades termométricas y lumínicas que algunas de ellas tropiezan en los países productores y consumidores europeos, para nosotros pueden tener un gran interés é importancia numérica al poder producir esas especies casi en exclusividad en los meses de diciembre a marzo.

A continuación vamos a exponer algunas características fundamentales de los cultivos de "flor cortada" que nosotros consideramos interesantes para los invernaderos de esta amplia zona que estamos considerando.

CLAVEL.-

Es una planta cuya duración en el suelo de cultivo puede ser de uno o dos años.

Es una de las flores que más se consume en Europa y, por supuesto, en España.

Se cultivan dos tipos de claveles: Standar, o Uniflora y Spray, o Multiflora, o Miniclavel. La tendencia del mercado europeo es hacia las variedades Spray; en el mercado español sigue teniendo preponderancia los claveles Uniflora.

Los precios más elevados que se consiguen en el mercado de esta flor son desde noviembre hasta marzo.

De los cultivos de invernadero es quizá uno de los más interesantes, si se tiene asegurada su comercialización y producción en los meses que se han indicado anteriormente.

Requiere suelos con pH comprendidos entre 6'5 a 7.

La temperatura óptima de cultivo está alrededor de 10° C. por la noche y 15° a 25° C por el día. La planta soporta temperaturas de hasta 4° a 5° C bajo cero, sin helarse; en cambio, la flor con esas temperaturas sí se destruye.

Las fechas de plantación de este cultivo están comprendidas entre abril y junio.

El inicio de la recolección es a los 3'5 a 4 meses después de la plantación.

El número de plantas que se ponen por metro cuadrado de invernadero es de 32, siendo el precio de adquisición por esqueje de 8 a 12 Pts.

El número de flores que puede conseguirse por metro cuadrado de invernadero es de 250 a 300.

ROSA.-

Es un cultivo que dura de 5 a 8 años, según el sistema de cultivo.

Es una flor bastante cotizada y es la primera en volumen de comercialización en Europa.

Se cultivan dos tipos de rosa: Grandiflora y Multiflora, ó Miniflora; esta última es la que tiene más aceptación en los mercados de Centro y Norte de Europa.

La producción de rosas debe centrarse en los meses invernales que es cuando hay mayores posibilidades comerciales.

Es uno de los cultivos más interesantes para invernadero; hasta ahora se ha cultivado bajo cubierta de cristal, con grandes gastos de inversión en las instalaciones, pero está comprobado que en nuestras latitudes se puede obtener flor de calidad con invernaderos de plástico de poliéster o de polietileno.

Necesita mucha mano de obra especializada, aunque menos que el clavel; entre 0'6 y 0'8 jornales diarios por cada 1.000 m².

El pH idóneo del suelo es de 6'5 a 7'3.

Es un cultivo exigente en calor; necesita que las temperaturas mínimas durante la producción de flores sean superiores a 10° - 13° C, estando el óptimo de desarrollo y producción floral entre 20° y 25° C.

La época de plantación puede ser de octubre hasta finales de febrero.

En un metro cuadrado de invernadero se plantan de 6 a 8 plantas; cada planta cuesta de 160.- a 170.- Pts., según variedades.

La producción de flores puede ser de 8 a 20 unidades por planta al año, (60 a 120 flores/m²), en las variedades Grandiflora y más de 20 unidades por planta y año (125-150 flores/m²) en las variedades Miniflora.

CRISANTEMO.

Es un cultivo que se puede llevar a cabo durante todo el año si se hace el fotoperiodismo, operación que consiste en aplicar luz artificial durante la época de crecimiento cuando el número de horas solar es menor de 12, y oscurecer con plástico negro en la época de floración cuando las horas de luz solar son más de 12 horas.

Es una de las flores más apreciadas en Europa y alcanza los más altos volúmenes de consumo, junto al clavel y a la rosa; en cambio, en el mercado español su consumo solamente se hace en la fecha de Todos los Santos. Por esta razón el crisantemo solamente se puede pensar como cultivo de exportación.

Se cultivan tres tipos de crisantemo: Decorativo (Standar y Bola), Margarita y Spider (araña).

El ciclo es alrededor de 4 meses.

Las fechas de recolección de flor para poder competir en los mercados europeos es de diciembre a marzo por lo que las plantaciones se harán desde septiembre hasta diciembre.

Requiere bastante mano de obra y necesita de una inversión alta para la instalación de la iluminación con energía eléctrica.

El pH óptimo del suelo está comprendido entre 6 y 6'5.

La temperatura óptima de crecimiento es de 20° a 25° C y la de floración de 13° a 15° C por la noche y 18° a 25° C por el día.

La plantación se hace por medio de esquejes. El precio por unidad de los esquejes oscila entre 3'50 Pts. sin raíz y 6'50 Pts. con raíz. El número de plantas que se necesitan para plantar un metro cuadrado de invernadero es de 6 a 40, según el tipo de cultivo que se realice: un tallo por esqueje o varios tallos por esqueje.

El número de flores por metro cuadrado que se puede cortar es alrededor de 40 cuando se recolecte una flor por planta y 15 ramilletes de 6 a 7 flores cada uno, cuando sean varios los tallos de flor por planta.

Los ensayos realizados por nosotros el año pasado, en el Centro de Capacitación y Experimentación Agraria de Los Palacios (Sevilla), son muy prometedores.

GERBERA.

Es una de las flores más apreciadas de Europa y, después del clavel, rosa y crisantemo, es la que alcanza mayor volumen de consumo. En España está introduciéndose muy bien y es de prever un aumento fuerte de su consumo.

Necesita poca mano de obra, ya que apenas hay que hacer prácticas culturales; los gastos especiales de inversión en instalaciones son escasos.

Es planta de día largo; no obstante, también produce flores en pleno invierno, aunque en menos cantidad que en otras épocas estacionales. De un ensayo realizado en Roquetas Mar (Almería) las producciones por meses de las variedades más productivas fueron las siguientes:

(35 flores/planta)

	<u>%</u>
Septiembre	0'18
Octubre	1'24
Noviembre	3'85
Diciembre	4'45
Enero	4'98
Febrero	9'87
Marzo	13'57
Abril	22'84
Mayo	25'38
Junio	15.--

El ciclo de este cultivo es de uno a tres años, aunque no conviene que sea mayor de dos años. La recolección se inicia a los 3 meses después de haber plantado.

El pH del suelo es de 5'5 a 6'5, perjudicándole bastante los suelos arcillosos calizos. En los suelos y aguas que tengan salinidad y pH alto, el cultivo debe hacerse en suelo enarenado. Las experiencias llevadas a cabo en Almería con suelo enarenado son extraordinarias y en un ensayo que estamos realizando este año en el Centro de Capacitación y Experimentación Agraria de Los Palacios (Sevilla), comparando un cultivo enarenado y otro sin enarenar, la diferencia entre ambos es espectacular a favor del enarenado.

La temperatura óptima de desarrollo es de 14° C a 16° C, por las noches y 18° C a 22° C por el día, perjudicándole las temperaturas inferiores a 8° C.

El número de plantas que se ponen en un metro cuadrado de invernadero es de 4 a 5; el precio de las plantas es de 100 a 125 Pts/unidad, cuando son plantas obtenidas por meristemo.

GLADIOLO.

Es un cultivo que se puede cultivar durante todo el año, aunque para obtener las máximas facilidades de comercialización y conseguir los precios de venta más elevados, recomendamos hacer cultivos cuya recolección de flor se haga desde la fecha de Todos los Santos, en noviembre, hasta el mes de abril.

En España tiene una gran aceptación en todas las festividades del calendario; en Europa no debe tener problemas de comercialización desde diciembre hasta marzo.

El tiempo que tarda en hacerse el cultivo desde que se planta hasta que se recolecta es de 85 a 100 días.

Apenas necesita mano de obra en su cultivo; las prácticas culturales y gastos de inversión en instalaciones son mínimos, si se exceptúa la adquisición de los cormos.

La elección de variedades es muy importante en los cultivos cuya floración es de diciembre a febrero, ya que por ser una planta de "día largo" solamente determinadas variedades florecen cuando los días son cortos. En experiencias realizadas por nosotros en La Mojonera (Almería) y Los Palacios (Sevilla) hemos comprobado como en unas variedades florecen el 90 por 100 de los cormos plantados y en otras su floración ha sido muy escasa é incluso nula.

El pH idóneo es de 6'5 a 7.

La temperatura óptima de cultivo es de 18° a 25° C; requiere bastante luminosidad.

La plantación se hace por medio de cormos, cuyo precio puede oscilar entre 4-5 Pts. si son cormos normales y 8-12 Pts. si son cormos retardados. El número de cormos que son necesarios para plantar un metro cuadrado de invernadero oscila entre 20 y 30 cormos, según época estacional y variedades.

En cultivo de invierno el número de inflorescencia que pueden obtenerse es un 90 por 100 de los cormos plantados.

LILIUN.

Es un cultivo que tiene gran interes económicamente cuando se recolecta en los meses que van de diciembre a marzo; en el sector geográfico que estamos considerando no tiene problemas de cultivo en esas fechas.

El ciclo es aproximadamente de 90 días.

Apenas necesita mano de obra y los gastos de cultivo y de instalaciones son mínimos.

El pH óptimo del suelo está comprendido entre 5'5 y 7'5.

Es un cultivo que teme las altas temperaturas. La mejor calidad se obtiene cuando las temperaturas durante el día están entre 20° y 25° C.

En un metro cuadrado de invernadero se plantan entre 30 y 35 bulbos. El precio de cada bulbo oscila entre 20 y 30 Pts.

La producción de flores puede ser de un 95 por 100 de los bulbos que se hayan plantado.

IRIS.

Es un cultivo que se puede hacer durante todo el año.

En la zona productora del Golfo de Cadiz-Sevilla, creemos que tiene el máximo interés cuando las flores se recolectan desde diciembre hasta marzo.

La duración del cultivo es de 2'5 a 3 meses.

Necesita muy poca mano de obra y los gastos de cultivo son muy pequeños.

El pH del suelo está entre 6'5 y 7'5.

No se hiela la planta con temperaturas de 2° C. por debajo de cero durante pocas horas, pero sí sufre la flor. El óptimo de desarrollo vegetativo está con temperaturas comprendidas entre 18° y 22° C.

La temperatura del suelo influye directamente en la rapidez del crecimiento de los brotes y puede estar comprendido entre 5° como mínimo y 20° C como máximo.

La plantación se hace con bulbos; el número de bulbos utilizados es de 80 a 125 por metro cuadrado. El precio de adquisición es de 5 - 7 Pts./bulbo.

El número de flores que pueden obtenerse es un 90 por 100 de los bulbos que se planten.

FREEXIA.

La fecha de plantación en la zona que estamos considerando es desde agosto hasta noviembre, para poder recolectar desde noviembre hasta marzo.

Es un cultivo que necesita muy poca mano de obra y los gastos de cultivo son pequeños.

El número de bulbos que se plantan por metro cuadrado de invernadero es de 90 a 110. El costo de cada bulbo es de 10 a 15 Pts.

El pH del suelo debe ser alrededor del 6.

Las constantes termométricas son muy parecidas a las del gladiolo é iris.

El número de inflorescencias es de unas 150 a 250 por metro cuadrado.

STRELITZIA.

Es un cultivo que puede durar en el mismo suelo unos 20 años. Si la plantación se hace con hijos procedentes de planta ya establecidas no entra en producción hasta el 2º año; si la planta procede de semilla no será hasta el 3º año; el cultivo está en pleno rendimiento desde el 6º hasta el 12º año.

El pH del suelo está comprendido entre 6'5 y 7.

La temperatura ideal de desarrollo está comprendida entre 25º y 30º C perjudicandole las que son inferiores a 5º C. La planta resiste sin helarse con temperaturas de 2º - 3º C por debajo de cero.

La fecha de plantación es de abril a junio.

El número de plantas que entra por metro cuadrado es de 1 a 1'2. Cada planta adulta vale entre 250 y 300 Pts.

El número de flores que se puede obtener por planta y año es de unas 10 unidades.

La floración se realiza durante todo el año, aunque la mayor producción se obtiene en otoño y principio de primavera. Los precios más elevados de venta de flor se consiguen desde noviembre hasta mayo.

1. The first part of the report is devoted to a general survey of the situation in the country.

2. The second part contains a detailed analysis of the economic situation and the measures taken to improve it.

3. The third part discusses the social and cultural aspects of the country's development.



CONSTRUCCION E IMPERMEABILIZACION DE EMBALSES CON MATERIALES PLASTICOS

=====

Con la definición de embalse artificial se pretende abarcar, básicamente, todos aquellos en cuya construcción intervienen ex cavaciones y rellenos. Sobre este supuesto las premisas iniciales deben orientarse a la fundamental de la función que debe -- desarrollar, esto es: recoger aguas y retenerlas para su distri bución en la forma y momentos convenientes.

CONSTRUCCION DE UN EMBALSE ARTIFICIAL

- 1º) Movimiento de tierras
- 2º) Impermeabilización
- 3º) Salida y entrada de agua

1º) MOVIMIENTO DE TIERRAS

Lo principal de todo para conseguir unos resultados bastante · económicos es elegir el terreno más adecuado para su ejecución, siempre evitando terrenos rocosos, en los que haya necesidad de utilizar explosivos.

Ya que no es necesario que los embalses tengan una forma geo métrica definida se puede y se debe adaptar a la topografía del/ terreno para evitar al máximo el movimiento de tierras.

En todo embalse artificial se debe cuidar al máximo la compactación de los taludes de relleno. Su grado de consolidación se determinará conforme a las propiedades mecánicas del terreno y al peso hidrostático previsto.

A nivel de orientación detallamos un sistema de compactación mediante los elementos tractores (palas cargadoras, camiones volquete, Bulldozer y Traillas), efectuando una compactación exterior por cada capa de 20 cm., mediante 15 pases de rodillo de 8 Tm. y 1,5 m. de ancho, arrastrado por tractor de 40 C.V.

Debe humedecerse el terreno para mejorar la cohesión de la compactación, posteriormente una vez obtenidas las medidas definitivas del embalse se darán 20 pases con el rodillo anteriormente descrito en el pasillo de coronación; si la ubicación del embalse lo permite la extensión de una capa de arena en taludes solera y fondo, mejorará notablemente el comportamiento del revestimiento.

En los casos de difícil eliminación de las piedras y gravas y cuando no es posible la extensión de una capa de arena que anule el efecto punzante de aquellas se recomienda la instalación de un fieltro no tejido antes de la instalación del material a impermeabilizar.

TALUDES INTERIORES: Si partimos de la base del talud natural o ángulo de reposo que nos limite al máximo posible, escogeríamos un talud entre el 1:2 y 1:2,5, si el material a impermeabilizar es butilo, en el caso de utilizarse polietileno, dicho talud sería del 1:3,5 al 1:4.

Los taludes deberán tener una pendiente uniforme para evitar los cambios de tensión en las láminas, procurando así mismo, que su forma geométrica, en planta, sea mediante lados rectos, para un mejor replanteo y aprovechamiento del material de revestimiento, obteniendo así una buena repartición de esfuerzos.

2º) IMPERMEABILIZACION

Existen en el mercado distintos productos y medios para impermeabilizar los embalses.

Muy rápidamente pasamos a describir las principales deteni donos en los materiales que consideramos reúnen las mejores condicio nes técnicas y económicas en la actualidad.

2.1 HORMIGON

En tiempos pasados el único material de confianza existente. Teóricamente impermeable, en la práctica presenta una porosidad difícil de predecir.

2.2 GUNITA

Al ser proyectado, permite movilidad en el tratamiento y acceso a puntos difíciles, pero la superficie final rugosa es difícil de limpiar. Difícil parcheo de las grietas por desconocerse las que atraviesan el revestimiento.

2.3 HOMIGON ASFALTICO

Al ser el asfalto su aglomerante, tiene menor costo y mayor flexibilidad que el de cemento. Teóricamente impermeable, resulta difícil el control de la mezcla y las relaciones tiempo-temperatura durante la obra. Sensible a las heladas, sufre reptación en los taludes a temperaturas elevadas.

2.4. TRATAMIENTO QUIMICOS

No son revestimiento auténticos, sino métodos para reducir filtraciones, sin lograr la estanqueidad absoluta. En fase experimental están algunos revestimientos por regadío de componentes químicos, que reaccionan en obra formando una lámina - continua, elástica e impermeable. Podría ser en el futuro un buen revestimiento.

2.5 ARCILLAS COMPACTADAS

Sistema conocido y muy extendido; no es impermeable exigiendo un drenaje para no dañar la estructura. Flexible pero afectado por la erosión del oleaje, salvo la incorporación de hormigón asfáltico de tipo poroso. Taludes limitados a 1/2.5 o 3.

2.6 SUELO-CEMENTO

Mezcla de suelos, cemento y agua sobre el terreno. Requiere contenido superior al 50% en limo y arcilla. Máxima proporción de talud 1x4. Propenso a fallos por el control estricto que requieren las operaciones de trabajo.

2.7 ACERO

Material excepcional, su principal desventaja es el precio. Reparaciones difíciles en obra; actualmente son posibles mediante resinas expoxi, pero muy costosas. En días calurosos difícil de soldar por el pandeo y alabeo. Problema grave de corrosión en su contacto con el suelo, requiriendo protección adicional.

2.8 PANELES DE ASFALTO

Los sistemas modernos consisten en láminas de tejido de fibra de vidrio impregnado de alfalto, colocadas sobre obras, superponiendo dos paneles para soldarlos. Se agraga una capa final de alfalto. No necesita una explanación muy refinada y las reparaciones son fáciles. Buen envejecimiento excepto en las zonas expuestas al sol, que se degradan salvo que se pinten con aluminio. Grave inconveniente de su gran peso, complicado transporte y la fluidez de los asfaltos en zonas de insolación.

PLASTICOS

a) Cloruro de polivinilo

Se utiliza en espesores más gruesos que el polietileno.

Los taludes deben ir revestidos para evitar la degradación por el sol. Las juntas por soldadura térmica son fáciles, pero con el tiempo pierden plasticidad y las reparaciones se hacen difíciles. Las heladas lo hacen quebradizo, perdiendo toda resistencia en esos momentos.

b) Hynalon

Polietileno clorosulfonado, es reciente su aplicación como revestimiento en forma de lámina. Resistente a la grasa y al fuego, no se conoce todavía su resistencia envejecimiento. Tras algún tiempo de uso, la reparación es difícil. Aparte de su poca experiencia práctica, tiene el inconveniente del coste elevado de las láminas de buena calidad.

c) Polietileno

Muy impermeable y de unos resultados tanto técnicos como económicos excelentes. Siempre que este protegido por una capa de arena y grava.

ELASTOMEROS

Además del caucho butílico, pertenecen a esta familia de cauchos sintéticos el EPDM y EPT, así como el neopreno.

a) EPDM y EPT

De reciente aparición en el mercado de revestimientos, tienen buena resistencia al envejecimiento. Dada su gran elasticidad, con una buena textura en la excavación, su espesor - de 1 a 2 mm.- soporta bien el "efecto puente". Resisten bien los asentamientos. Su talón de Aquiles es el coste, ya que al admitir estos productos gran cantidad de cargas, pueden conseguirse precios más bajos que otros elástomeros, pero a base de reducir la calidad de la lámina. Tendencia a contraerse, exigiendo unas tensiones en las juntas que no pueden soportar. Dificultades para conseguir adhesivos adecuados para las reparaciones.

b) NEOPRENO

b) NEOPRENO

Tiene sobre los anteriores la ventaja de su resistencia a la grasa y al fuego., así como buena predisposición para los adhesivos. Su principal defecto es la escasa resistencia al envejecimiento. Absorbe 100 veces más agua que el butilo, por lo que sufre de hinchazón. Posee la impermeabilidad y elasticidad de los otros cauchos sin téticos, pero es proporcionalmente más caro.

c) BUTILO

En ensayos de envejecimiento natural, artificial y en estufa, los resultados pueden considerarse en conjunto plenamente satisfactorios.

3º) ENTRADA Y SALIDA DE AGUA

El punto más vulnerable de un embalse independientemente de la impermeabilización está en la entrada y salida de agua.

Después de muchos años de experiencia, habiendo probado distintas soluciones, hemos llegado a la conclusión de que hay que independizar la entrada y salida de agua y también toda tubería que vaya enterrada en el embalse debe ir protegida por otra de más sección para que en el caso de 1ª se rompiera, quedará una 2ª tubería que impediría el contacto del agua con la tierra, evitando así la rotura del embalse.

La entrada de agua se recomienda y debe hacerse por la parte alta del embalse, y la salida por la parte inferior en el punto donde se une solera y talud interior, ambas tuberías deben estar protegidas por otras de ϕ superior y deben de ser de acero estirado, estando los tubos soldados entre sí.

También se está adaptando hoy día la salida de agua por el sistema llamado de sifón, lo cual trae graves problemas al agricultor, dado que la altura máxima de absorción es de unos 6 a 6,5 m. y es muy frecuente una pequeña toma de aire, con lo cual hay que estar cebando continuamente la tubería de salida.

En resumen diremos que la salida de agua por sifón le interesa al constructor de embalses, pero no al agricultor.

IMPERMEABILIZACIONES MAS UTILIZADAS ACTUALMENTE

1º) Polietileno

Como ya hemos especificado en el Movimiento de tierras, el talud interior para este tipo de impermeabilización debe de ser del 1:3,5 al 1:4, para evitar entre otras cosas el deslizamiento de la capa de arena sobre el film de polietileno.

Una vez refinado a mano el talud interior, se le incorpora una capa de arena de unos 10 cm. sobre la que descansa el polietileno, el cual debe de ser de unas 1.000 galgas. La soldadura o unión entre las distintas láminas hay varias formas de realizarlas, siendo para nosotros la más recomendable la que se utiliza doble cinta adhesiva, de unos 6 a 8 cm. de ancho y mástic intermedio.

Sobre el film se coloca una última capa de canto rodado.

Esta última capa de canto rodado se suprime en soleraya que no tenemos el problema de deslizamiento de arena.

2º) Butilo

Dado el encarecimiento de la mano de obra, hace que se encarezca el extendido de arena y canto rodado sobre el film de polietileno, por lo que con este producto que está preparado para ir a la intemperie lo evitamos en su totalidad.

Los taludes interiores para este tipo de impermeabilización, oscilan entre el 1:2 al 1:5 y las soldaduras entre láminas se resuelven o bien termosoldadas o lo que llamamos nosotros soldaduras en frío.

Ambas soldaduras se hacen interponiendo entre las láminas a soldar unas cintas especiales denominadas Curing-Tapa o Gum-Tape, según a-liquemos termosoldado o en frio. Si lo hicieramos en frio tendríamos que utilizar también un tipo de Adhisiivo especial para ello.

Como características más representativas del butilo y en particular el que nosotros estamos utilizando, que es el fabricado por Firestone:

Espesor mínimo 1 mm.

Resistencia a la tracción 85 Kg/cm²

Alargamiento a la rotura 300 % mínimo

Resistencia a temperaturas extremas..... -40 y + 100° C



UTILIZACION DE PLASTICOS EN LA PROTECCION DEL CULTIVO DEL FRE -
SON.

Autor: Manuel Verdier Martín.

Dignísimas autoridades, compañeros, señoras, señores:

Expuestas ya por mis antecesores las características técnicas de los distintos materiales utilizados en la protección de los cultivos, así como los principios generales que informan ésta técnica, compéteme ahora la tarea de exponer las particularidades de la misma aplicadas al cultivo del fresón. La empresa no es sencilla; la complejidad del tema en sí y el reducido espacio de tiempo disponible configuran un binomio de factores poco compatibles, que hemos intentado resolver mediante un rápido repaso a los aspectos más interesantes, a nuestro entender, de ésta técnica fundamental en el cultivo del fresón temprano, con un especial énfasis en aquellos puntos sobre los que dispongamos de experiencias concretas y no sin antes disculparnos si la exposición no es todo lo completa que el tema merece y nosotros deseáramos, de disponer de más tiempo.

- Justificación de la protección.

Probablemente, la motivación más elemental y contundente del por qué del forzado del fresón sea una simple ojeada a una gráfica que muestre la evolución de los precios obtenidos por el cultivo a lo largo de una campaña cualquiera. Las notables diferencias entre los precios pagados al comienzo y final de la misma hacen pensar que, al menos en principio, parece lógico intentar desplazar la punta de la cosecha hacia las fechas de precios más altos a fin de obtener un Producto Bruto más elevado. Las repetidas experiencias demuestran que, en condiciones normales, esto es válido y ratifican la bondad del procedimiento, introduciéndose una mejora substancial en el cultivo al poder operarse sobre la temperatura que, junto con la luz, se constituyen en parámetros limitadores finales de cualesquiera otras mejoras técnicas a disponer en el sentido de la mejora de

la rentabilidad.

- Base biológica del forzado.

Partiendo de la premisa necesaria de poder satisfacer las necesidades de horas de frío de una planta de un cultivar apropiado mediante su crianza en un vivero de altura, donde los tempranos fríos la doten suficientemente de sustancias de reserva y la coloquen en la latencia adecuada, la posibilidad de ser trasplantada a zonas de inviernos benignos, como las costas onubenses, donde los, con relación al vivero, altos términos rompan fácilmente esa latencia, impulsando a la planta a la pronta reanudación de su ciclo vegetativo configuran el fundamento de un cultivo invernal del fresón, que si, además, dispone del recurso de poder manipular las temperaturas consiguiéndose una elevación sostenida de las mismas, en especial de las mínimas, se constituye en precoz ó extratemprano en virtud de la notable aceleración que se imprime al ciclo fenológico de la planta, que puede entrar en fase de floración en pocas semanas tras su trasplante. Así, en nuestras zonas litorales y con el solo concurso de la cobertura con filmes de materiales plásticos y la, para nosotros tan generosa, energía solar, se logra un adelantamiento de la cosecha de más de un mes sobre las fechas tradicionales y una eficaz defensa contra las heladas invernales, consiguiéndose simultáneamente los objetivos de forzado y protección que, por tanto, adquieren en el fresón un similar significado, en muchas ocasiones, en cuanto a lo que a la utilización de cobertura con plásticos se refiere.

Lógicamente, cuanta mayor sea la aportación natural de la temperatura, menor será el segmento a ocupar por el forzado, y menor, en consecuencia, la inversión a realizar por el agricultor, lo que se traduce, en virtud de la indefectible tendencia al alza de los costes de producción, en una clara "meridionalización" de las zonas productoras de fresón precoz de todo el mundo.

En cuanto al otro parámetro fundamental, la luz, -

las variedades californianas de utilización en nuestros campos= están dotadas de genotipos que les confieren una gran adaptabilidad a los fotoperíodos existentes durante todo el año en nuestras latitudes, como se comprueba al existir floración y fructificación tanto en el día más largo del año como en el más corto. El aumento del fotoperíodo, en realidad contribuye a crear problema si va acompañado de sensibles aumentos de temperatura, y en éste sentido, la fracción de radiación absorbida por la cubierta plástica tiende, además, a paliar en cierta medida ésta= situación.

La aparición de cultivares de día neutro, en los - que la posibilidad de cosecha está supeditada únicamente a la - existencia de umbrales mínimos de temperatura que permitan la - actividad vegetativa, fácilmente alcanzable en nuestras latitudes con el auxilio de las coberturas plásticas, abre insospechadas perspectivas de producción en cualquier época del año, si - los caracteres organolépticos de sus frutos son capaces de satisfacer las octas de calidad creadas en los mercados europeos= por los fresones que, cada temporada, les ha llegado de Huelva.

- Principios de utilización. Tipos de protección.

El objetivo primordial de la protección del cultivo del fresón en la obtención de cosechas viables en meses invernales; es, pues, la evolución de la iniciación floral la que ha de ocupar nuestra atención mayoritaria en ésta técnica, y potenciarla, mantenerla y defenderla eficazmente con costos razonables, misiones de los materiales plásticos utilizados. No conocemos datos concretos de los cultivares normalmente utilizados= referidos a las temperaturas máxima, mínima y óptima para la - correcta evolución de la iniciación floral. De un modo general el profesor Kagawa, de la Universidad de Gifu (Japón) propuso - un cuadro orientador al respecto, recogido por Pérez Alfonso en 1.979, y que en tanto no dispongamos de datos mejores, nos servirá para bosquejar una línea de conducta, bastante razonable - por otra parte.

0°C	5°C	10°C	15°C	25°C	30°C
Paro	Evolución	Las condiciones del día in-		No evolucio-	
vegetativo	sin tener	fluyen en la evolución del		na sin tener	
	en cuenta	brote floral.		relación con	
	la dura	14°C con 12 horas de luz, e-		la duración=	
	ción del	volución perfecta.		del día.	
	día.	14°C con 16 horas de luz, e-			
		volución imperfecta.			
		17°C con 16 horas de luz, no			
		evoluciona.			
		Entre 17 y 24°C y menos de			
		12 horas de luz, evoluciona.			

De la observación del cuadro pueden deducirse los siguientes hechos:

- Por debajo de 5°C no hay iniciación floral, hecho que coincide con la general aceptación de esa temperatura como el cero vegetativo.
- Por encima de 25°C tampoco hay evolución.
- Entre 5 y 10°C hay evolución siempre.
- Entre 10°C y 25°C la situación se hace complicada, pudiendo deducirse, no obstante, que a mayor temperatura serían necesarias menos horas de luz para la normal continuidad del proceso.

Con todas las naturales objeciones relativas a la generalización de conclusiones y a la extrapolación de resultados, de los datos ya citados puede extraerse una línea de actuación relativamente simple, que no sencilla, consistentes en intentar mantener el cultivo el mayor tiempo posible entre +5° y +25°C. En éstas circunstancias, los cultivares californianos se comportarían como uníferos de diferenciación floral continua, sin que los fotoperíodos entendamos tuvieran demasiada incidencia. Estas condiciones de temperatura son, naturalmente, imposibles de mantener en la práctica con medios sencillos, pero considerándolo pauta a seguir, cuanto más consigamos aproximarnos,

más uso racional estaremos haciendo del forzado, tal como la experiencia nos demuestra.

En orden al control de la temperatura, normalmente el agricultor sólo dispone, como medidas operativas, utilizar un plástico adecuado para sus circunstancias climáticas y efectuar adecuadas ventilaciones, de mayor ó menor cuantía, ocasionales ó permanentes. En éste sentido, hemos de señalar la práctica adoptada espontáneamente por muchos agricultores consistente en dejar permanentemente subidos unos 10 cms., ambos lados de sus túneles, con lo que se origina una ventilación continua, y que se ha manifestado sumamente práctica en experiencias posteriores.

Esquemáticamente, los tipos de protección utilizados normalmente en el cultivo del fresón son los siguientes:

Calentamiento del suelo { Acolchado.

Calentamiento del aire { Túneles.
Túneles-invernaderos.
Invernaderos.
Toldos térmicos.

El acolchado se fundamenta en la colocación sobre la superficie del lomo de cultivo, de una lámina de material plástico, normalmente PE de pequeño espesor, de tal manera que se impida en algún grado la pérdida nocturna del calor que el suelo acumuló durante el día. En el cultivo del fresón, la utilización del acolchado con PE negro de 150 galgas es una práctica añeja, ya que además de la porción de precocidad que imprime el cultivo en virtud de la mayor temperatura media que consigue para el sistema radicular, ejerce una importantísima labor herbicida al impedir que salvo alguna incorregible viváz, el cultivo se mantenga libre de malas hierbas en las inmediaciones de las plantas, adventicias caras de eliminar, ya que han de serlo a mano.

Alternativa importante al PE negro de 150 galgas es el mismo material pero transparente, con lo que el calentamiento del suelo es notablemente mayor, ya que este material deja pasar

el calor que el negro almacena, consiguiéndose, en circunstan -
cias ideales, una precocidad de alrededor de 7-10 días. Esta -
práctica está ampliamente difundida por todas las zonas productoras del mundo donde la hierba no es problema, como en California donde el uso del Bromuro de Metilo es preceptivo. De no fumigar se el suelo ó utilizarse adecuados herbicidas, la presión de las adventicias es tal que, impide la utilización de éste material.- Durante la pasada campaña, algunas explotaciones realizaron la - experiencia del acolchado con PE transparente en lomos tratados con Metan Sodio a 1.200 litros/Ha. Aunque la presión de la hierba fue muy importante, se mantuvo en niveles físicos tolerables, pero bien por la competencia de las adventicias o por la presencia endémica de "Black root rot", no erradicada por el Metan Sodio, muy entrada la temporada no se observaba diferencia apreciable con los lomos con acolchado negro convencional, manteniéndose ésta técnica hasta la terminación del cultivo.

La utilización de láminas de otros colores tendría - resultados acordes con la permeabilidad del color a las radiaciones solares, llegándose a resultados francamente contraproducentes, con plástico blanco, que al reflejar todos los rayos luminosos del espectro visible imprime un claro efecto depresor sobre el cultivo, utilizado en algunos sitios para retrasar la cosecha satisfaciendo mercados muy concretos.

En tanto no se disponga de técnicas efectivas, de - precios razonables, para la eliminación de adventicias, el acolchado con plástico negro se conforma como práctica cultural imperativa, y desde éste supuesto, no ha lugar considerar suplantación o no en base únicamente al atemperamiento que pueda producir sobre el cultivo, al menos de momento.

Tanto los túneles como los túneles-invernaderos y los invernaderos clásicos, tienen como principio común la utilización el calentamiento diurno de una masa de aire encerrada con la cubierta de un material plástico transparente a las radiaciones solares, y que durante la noche se manifiesta más o menos impermeable a las radiaciones nocturnas, fundamentalmente de ra-

yos infrarrojos de longitudes de onda larga, que, en sentido contrario, tienden a escapar hacia el exterior, provocando el enfriamiento del cultivo situado bajo la cubierta. Substancialmente, los tres sistemas son iguales, diferenciándose tan solo en el volumen de aire/m² de suelo encerrado por cada uno de ellos, lo que, no obstante, configura muy distintos resultados agronómicos en función, además, del tipo de plástico utilizado.

La elección de un sistema u otro, así como el plástico a utilizar, entraña siempre una duda, puesto que la efectividad de la protección irá muy en función de las temperaturas que ocurran durante los meses fríos, y ello aún no es posible saberlo previamente. Un retramiento en el gasto para la protección invernal del cultivo puede ocasionar grandes perjuicios económicos si ocurren heladas importantes, y una considerable inversión en cerramientos muy seguros con materiales caros puede ser innecesaria si el invierno es benigno, aunque el adelantamiento de la cosecha siempre fuera un hecho. El cuidadoso análisis de las experiencias disponibles, mucho mejor si son personales que ajenas y locales que foráneas, es fundamental a fin de intentar extraer conclusiones que orienten válidamente a la hora de la elección de estructura y material de cerramiento.

El túnel pequeño está bastante standarizado, con arquillos en general de hierro galvanizado de 6-8 mm., provistos de unas cocas para posibilitar el amarre de una cuerda que, junto con el propio arquillo compondrá el sistema de sujección del plástico para la ventilación, y con tipos diversos de anclaje en sus extremos para asegurar la estabilidad del conjunto.

El volumen del aire encerrado/m² es pequeño, del orden de 0'4 m³, con lo que la estabilidad térmica ofrecida es bastante precaria, pudiéndose originar grandes calentamientos en breve espacio de tiempo y, análogamente, equiparse a las bajas temperaturas exteriores también con relativa facilidad, e incluso ocurrir las temibles inversiones térmicas si el material de cobertura y el manejo del túnel no son suficientemente idóneos para las circunstancias.

El material de cerramiento puede ser polietileno de baja densidad, polietileno térmico de 1 o 2 campanas, polietileno + EVA, y cloruro de polivinilo (PVC), en espesores de 300-400 galgas y anchos apropiados. La elección de uno u otro irá en función de su precio y del resultado esperado con su utilización.

La ventilación puede realizarse de una forma intermitente, normalmente subiendo un lateral del plástico en la medida necesaria; o de una forma permanente, bien porque la lámina de plástico venga perforada de fábrica, o se dejen subidos los laterales del túnel continuamente.

El escaso volumen de aire encerrado condiciona fuertemente la operatividad de este cerramiento confiriéndole la mayor importancia al material empleado y haciendo fundamental una correcta ventilación, que el agricultor debe plantearse muy bien de acuerdo con sus posibilidades de mano de obra. En general, y para el standard de nuestras explotaciones, nos manifestamos partidarios de la ventilación permanente.

En lo referente a la utilización de plásticos de larga duración, teniendo en cuenta que la superficie dedicada al fresón dentro del contexto de nuestras explotaciones tiene un cierto carácter móvil, como asimismo la protegida dentro de ella no parece muy aconsejable su utilización, ya que habrán de realizarse muchos empalmes que erosionan la fiabilidad del conjunto. Factores adicionales en este mismo sentido es la alta luminosidad de nuestra atmósfera y la escasez de almacenes apropiados para albergar en correctas condiciones el plástico de un año para otro.

El túnel-invernadero es una estructura muy popular entre los cultivadores de fresón de nuestras comarcas productoras. A un precio moderado de la estructura, una gran facilidad de instalación y fácil movilidad, por lo que es un elemento muy operativo para cultivos bajos.

El volumen de aire contenido por m^2 de suelo protegido es mucho mayor que el de un túnel, $2m^3$, y esto le confiere una estabilidad térmica más considerable, por lo que los calenta

mientos excesivos son menos probables que en aquellos, y la protección contra las heladas bastante más efectiva, resultando una precocidad más segura y mantenida que la ofrecida por los túneles. En contrapartida, su utilización supone mayor carga en el capítulo de gastos de cultivo, del orden de entre 2'5 y 3 veces más por Ha., contando amortización anual de materiales y reposición de plásticos.

La estructura se concreta en arcos de hierro galvanizado de diámetros normalmente de 40-60 mm., y luces de 5'20 a 8'5 m., simplemente hincados en el suelo o con alguna sujeción somera. Un ligero entramado de alambre podrá colocarse opcionalmente para dar estabilidad al conjunto.

Los materiales a emplear son los mismos que los citados para los túneles, en galga desde 500 a 800 y anchuras apropiadas. A igualdad de correcta utilización, los gastos de manejo son más pequeños que en los túneles y permiten la recolección y otros trabajos en días de lluvia, circunstancia muy valiosa en ocasiones.

La ventilación constituye un cierto problema en este sistema de protección, pues la cómoda para el agricultor, por las bocas del túnel, se manifiesta claramente insuficiente para aquellas estructuras de apenas pocas decenas de metros, y obliga, si se pretende, no obstante su instalación, a sensibles desperdicios de terreno y plástico al tener que fragmentar la superficie total cubierta en un gran número de módulos. Si se pretende la ventilación mediante perforaciones en el plástico, estas han de ser realizadas normalmente en la propia finca, puesto que en éstos anchos las láminas no suelen venir perforadas de fábrica, y además, el film con perforaciones, que en estas estructuras tienen márgenes de batida a efectos del viento, tiende a su rasgado en algunos tipos. De cualquier manera, una única superficie total perforada, a lo largo del cultivo se nos aparece como difícil de determinar y, probablemente ésta superficie tendría que aumentarse a lo largo del mismo invalidando así la reutilización del plástico para el año anterior y reafir

mándonos en la conveniencia de utilización de plástico de la sola campaña. La ventilación levantando uno o los dos bordes del plástico, según lo requieran las circunstancias aparece como la más lógica, aunque más costosa. Es, pues, en éste aspecto donde más debe el agricultor intentar encontrar su propia técnica, a la medida de sus necesidades y recursos.

Por último, los toldos o mallas térmicas se presentan como alternativa de los túneles. No poseemos experiencia considerable al respecto, pero frente a unas indudables características de termicidad equiparables a la de los túneles bajos, presentan al decir de los agricultores que durante la pasada campaña lo probaron, dificultades de manejo que no han configurado, al menos por el momento, un balance demasiado alentador en cuanto a su posible propagación.

Los invernaderos convencionales representan la máxima protección dada al fresón en nuestras latitudes y con su utilización puede afirmarse con toda seguridad que se eliminan casi todas las contingencias climáticas que el cultivo pueda sufrir en nuestras zonas productoras. El gran volumen de aire encerrado por la cubierta, se constituye en seguro protector del cultivo, y con la adecuada ventilación, las altas temperaturas no llegan casi nunca a ser problema para el fresón.

Estructuras hay de diversos sistemas, las ya clásicas parral, capilla, cerchas diversas y muchas más, teniendo todas ellas de cara al agricultor, quizá como nota más importante su considerable coste, que unido al del plástico, se constituye en difícil empresa para no pocas economías freseras. Su instalación, por otra parte, imprime un carácter de asentamiento definitivo a la empresa agrícola, no muy del gusto de muchos freseros que han acudido al cultivo como una especulación más. Por todo ello su proliferación entre los cultivadores de fresón es pequeña y su número total, reducido.

- Efectos del forzado. Ejemplo práctico. Rentabilidad.

A tenor de los prometedores resultados que se venían obteniendo con la implantación del uso de túneles de PE en

el cultivo del fresón, sobre todo en la naciente zona productora "Costa Oeste", y al objeto de fijar conceptos y extraer conclusiones válidas, montamos en la campaña 1.981-82 una experiencia en una finca de la "Dehesa Limpia", del término municipal de Lepe, cuyos resultados, a pesar del tiempo transcurrido, pueden considerarse modélicos y definidores de las posibilidades reales de una protección bien realizada.

La experiencia consistió en la comparación entre los resultados obtenidos entre 50.000 plantas Tioga y Tuft cubiertas el 27 de Noviembre con un túnel de PE de 250 galgas, y 25.000 Tioga al aire libre. El túnel fue retirado el 20 de Marzo. Las características de las producciones, producciones acumuladas y productos brutos se reflejan en los gráficos 1, 2 y 3. El producto bruto/Ha., del área cubierta con túneles fue de 32'77% más elevado que el del situado al aire libre. Los gastos de instalación del túnel supusieron 1'49 ptas/planta cubierta, y ésta produjo 23 ptas., más que si hubiese estado descubierta.

Atendiendo a la evolución de las producciones comparadas, observamos un importante segmento de producción temprana, hasta mediados de Marzo, hecho característico del forzado del fresón, y a continuación la entrada en producción de la planta situada al aire libre, cuyos resultados permanecen siempre por debajo de las que continúan arrojando las plantas forzadas, hasta una producción final superior en el 28'6% para éstas. Este hecho es importante y marca, a nuestro entender, las posibilidades máximas reales del forzado.

No poseemos los datos climatológicos de la temporada 81-82, pero, probablemente aquel invierno tuvo que ser muy benigno para los resultados obtenidos con la sola protección de un film de PE de 250 galgas, y esto confiere un cierto carácter anecdótico a la experiencia; pero los resultados obtenidos, y, sobre todo, las características de las producciones observadas definen indudablemente una situación de perfecta conjunción entre calidad de planta, fechas de plantación y del comienzo del=

forzado, así como del manejo del mismo, que la hacen, repetimos definidoras de quizás las máximas posibilidades en la protección del cultivo del fresón con materiales sencillos.

Enunciar con carácter general datos concretos y apriorísticos de la rentabilidad de la protección, es arriesgado y muchas veces, falso. La instalación de una cobertura de plástico es una inversión que, aparte su posible problemática de financiación en sí, se traduce en una amortización anual, perfectamente calculable, del material fijo, varillas, arcos ó estructura, más los gastos de plástico si se renueva cada año, más los jornales de instalación, manejo y desmontaje. Todo ello tiene que ser pagado con el incremento del PB respecto del cultivo no cubierto. Veamos rápidamente un ejemplo práctico; supongamos que un agricultor desea cubrir 1 Ha. de terreno con túneles; esto le puede costar alrededor de las 400.000 ptas. Además de poder disponer de ellas, la cobertura le supondrá anualmente, considerando una amortización de arquillos de 5 años, los siguientes gastos:

- Amortización arquillos	36.000 ptas.
- Plástico	200.000 "
- Jornales montaje, desmontaje y manejo	105.000 "
	=====

TOTAL341.000 ptas.

El agricultor ha de saber, pues, que el incremento de PB logrado con la cobertura ha de ser superior a esa cantidad para que la técnica sea rentable. Digamos en descargo del agricultor que, en éste caso concreto, la cuenta está tan clara que no merece casi la pena hacerla.

Por el contrario, inversiones mucho más importantes como la de grandes módulos de invernaderos, por ejemplo, sí exigen que se hagan los cálculos, y bien hechos, porque podría suceder que si la cobertura no va acompañada de un cultivo óptimo que extraiga todas las posibilidades a la planta, la inversión no fuera rentable.

- Experiencias sobre materiales y tipos de protección. Hechos =

observados. Conclusiones.

La diversidad de opciones en cuanto a tipos de — protección y materiales a emplear, así como la ausencia generalizada de experiencias disponibles, de un rigor mínimo, realizadas en nuestras comarcas freseras podía crear en el agricultor un cierto confucionismo a la hora de fundamentar su decisión al respecto. Conscientes de ello, las Agencias de Extensión Agraria de las comarcas productoras de Huelva han instalado en diversas ocasiones experiencias al respecto, de donde obtener conclusiones válidas, extrapolables en la medida que éstos datos = pueden serlo y que ayudaran a fijar, en la medida de lo posible criterios en éste sentido. De éstas experiencias extraemos las= siguientes, no sin antes hacer una mención a los agricultores = colaboradores que, conscientes de que los datos obtenidos en = sus explotaciones serían para uso de todos, no dudaron en colaborar gustosamente a pesar de los gastos y molestias que ello = les suponía.

1). Campaña 82-83. Pago "Dehesa Limpia" LEPE (Huelva).

Comparación entre las producciones precoces obtenidas con = 720 plantas Tioga cubiertas con túnel de PE térmico de 400= galgas, 720 con túnel de PE de 300 galgas, y 720 al aire li= bre.

Acolchado con PE negro de 150 galgas.

Período controlado: Plantación - finales de Marzo.

Fecha de instalación de los túneles: 30 Noviembre.

Gramos/planta obtenidos al 31/III

<u>PE Térmico</u>	<u>PE</u>	<u>Aire libre</u>
144'44	70'83	33'33

Aumento de producción temprana

<u>PE Térmico</u>	<u>PE</u>	<u>Aire libre</u>
333'3%	112'5%	-

2). Campaña 83-84. Pagos diversos de Gibraleón, Moguer, Bonares y La Palma del Condado.

Comparación entre las producciones precoces obtenidas con = 1.000 plantas Tioga y Douglas cubiertas con túnel de PVC de 400 galgas, y 1000 plantas de las mismas variedades cubiertas con = túneles de PE térmico de 400 galgas.

Acolchado con PE negro de 160 galgas.

Fecha de colocación de los túneles: 15-20 Diciembre.

Período controlado: Plantación - 31 de Marzo (producción = precóz).

Gramos/planta obtenidos al 31/III

<u>Variedad</u>	<u>PVC</u>	<u>PE Térmico</u>
Douglas	159	98
Tioga	95	69'5

Incrementos de producción

<u>Variedad</u>	<u>PVC</u>	<u>PE Térmico</u>
Douglas	62'2%	-
Tioga	36'69	-

3). Campaña 84-85. Pago "Valdelimones". LEPE (Huelva)

Comparación entre las temperaturas máximas y mínimas obtenidas en los siguientes tratamientos (gráficos 4, 5 y 6):

a) Túnel de PE térmico de 300 galgas, ventilado de día a par tir de Febrero en función de las máximas y siempre cerrado de no che.

- Túnel de PE Térmico de 300 galgas, permanentemente levanta do unos 10 cms. por cada borde.

- Aire libre.

b) Túnel de PE + EVA de 300 galgas, doblemente perforado.

- Túnel de PE Térmico de 300 galgas, doblemente perforado.

- Aire libre.

c) Túnel-invernadero de 5'20 mt. de anchura, con PE ventilado ocasionalmente de día y cerrado de noche.

- Túnel-invernadero de 5'20 mts. de anchura, con PE Térmico, = ventilado ocasionalmente de día y cerrado de noche.

- Aire libre.

Del examen de todas las experiencias aportadas, = podemos enunciar como hechos constatados los siguientes:

- La utilización del plástico como protección del cultivo del fresón se manifiesta como altamente positiva, en condiciones normales, e importante factor en la elevación de su PB.
- En nuestras comarcas productoras de fresón precoz, pueden = producirse heladas invernales que, sin la protección adecuada, harían inviábiles las floraciones tempranas.
- Se manifiesta absolutamente necesaria una constante ventilación, sobre todo en túneles, evidenciándose en éste sentido= como muy positiva la técnica de subir unos 10 cms. ambos la- dos del mismo.
- Altas temperaturas, probablemente depresoras para el cultivo pueden alcanzarse bajo plástico incluso en los meses más == fríos.
- PVC se manifiesta notablemente mejor que EVA, éste algo me - jor que PE Térmico, y éste mucho mejor que PE.
- PE se evidencia como incapáz de proteger al cultivo en condi- ciones de heladas de cierta severidad.
- En condiciones de baja temperatura, de no estar adecuadamen- te ventilado un túnel, éste puede alcanzar fácilmente la tem- peratura exterior incluso protegido con PE Térmico. Con PE = probablemente se producirían inversiones térmicas.
- El túnel-invernadero evidencia mucha mayor regularidad en = las temperaturas, tanto máximas como mínimas, por lo que pue de considerarse opción técnicamente más correcta que los tú- neles. Un invernadero convencional lo sería, lógicamente, = más aún.
- Respecto al comportamiento frente a las bajas temperaturas,= el orden de prioridades de tipos de cerramiento y materiales plásticos, fué el siguiente (Anexo 1)

1 Invernadero con PE Térmico

- 2 Túnel con PE Térmico levantado por los bordes
- 3 Invernadero con PE
- 4 Túnel con EVA perforado
- 5 Túnel con PE Térmico perforado
- 6 Túnel con PE Térmico permanentemente bajado de noche
- 7 Túnel con PE

- Si los estolones son plantados con un importante déficit de frío, un rápido forzado puede incidir negativamente sobre el montante total de la producción.
- La utilización de plásticos para la protección del cultivo = originará indefectiblemente, si no se toman las medidas oportunas, un porcentaje variable de frutos deformados, que en = ocasiones puede llegar a ser importante.

A la vista de todo ello, podemos considerar como = conclusiones aplicables a la utilización de los plásticos en = la protección del cultivo del fresón, en condiciones climáti - cas asimilables a las de las zonas costeras de la provincia de Huelva, las siguientes:

- El correcto uso de los plásticos en la protección y forzado = del fresón es claramente recomendable.
- Respecto a la protección del cultivo frente a las heladas, = un sistema de túneles bajos puede ser suficiente si se utili za el plástico adecuado y se maneja correctamente, permane - ciendo los grandes túneles e invernaderos como opciones más= seguras pero no inevitables. En orden a la precocidad de la= cosecha, por el contrario, los invernaderos se demuestran co mo netamente superiores e incluso imprescindibles si se de - sean grandes desplazamientos de la punta de la recolección = ó extraforzados con cultivos hidropónicos, en vertical ó pro ducciones invernales con cultivares de día neutro.
- PVC es claramente mejor material protector que EVA y PE Tér= mico. Estos, no obstante, se manifiestan suficientemente bue nos, por lo que en atención a sus precios respectivos, utili

zaremos éstos, y preferiblemente EVA, en material de l campaña.
ña.

- PE no proporciona la adecuada protección.
- Una correcta ventilación es absolutamente imprescindible en cualquier tipo de estructura. En los túneles, y dada la inevitable incapacidad por parte del agricultor para situar = los plásticos en la situación de ventilación adecuada en ca da momento, es preferible que los utilice perforados ó, me = jor aún, permanentemente ventilados por los laterales. En = túneles grandes e invernaderos, éstas opciones no tienen = por qué ser válidas y habrá de ser instrumentada la solu — ción más adecuada en función de las dimensiones y caracte = rísticas del módulo.
- La fecha de instalación de la protección irá de acuerdo con las horas de frío experimentadas por el estolón en el vive = ro, de manera que si éstas no fueran las necesarias, habría de ser retrasada aquella.
- Se prestará especial atención a la evitación, en lo posi — ble, de las deformaciones de frutos, cuidando todos aque — llos factores que contribuyan a una perfecta polinización.
- Problemática del forzado. Limitaciones.

Naturalmente, el forzado tiene también sus proble = mas. Al gasto concreto que supone para el agricultor su insta = lación, ésta y, sobre todo, su manejo si es correcto, supon = drán un suplemento de jomales que incrementarán la cuantía = del montante. Un mínimo de locales donde guardar los elemen = tos permanentes será necesario, así como el vehículo para — transportarlo ocasionalmente. Determinadas circunstancias cli = máticas harán imperativa la presencia del agricultor en la = parcela en un momento dado y ésto podrá impedirle parcialmen = te su dedicación a otra actividad paralela ó le hará tener == contar con otra persona fija en la atención del cultivo.

Pero es otro aspecto, quizá el más llamativo y di

fácil de erradicar, donde la problemática de la protección se manifiesta más notoria, y es como fuente generadora de frutos deformados, que si bien normalmente no pasan de una proporción tolerable, en ocasiones pueden hacer inviables económicamente floraciones enteras. Explicar las causas y sus remedios sería salirse del tema y, sobre todo, del tiempo disponible, por lo que nos limitamos a la sola exposición del hecho.

La fecha de instalación del forzado ha ido siendo cada vez más temprana en la provincia de Huelva, desde que, allá en los comienzos de su utilización, los túneles creemos recordar se instalaban casi por Navidades. Ahora, en algunas explotaciones se ha llegado a plantar con los plásticos ya colocados. Aparte de las motivaciones del hecho, que pueden ser agronómicas ó simplemente logísticas, lo cierto es que el forzado ha ido adelantando sus fechas más y más. Paralelamente a ello, la rentabilidad del cultivo ha ido en claro aumento, si no fuera así estamos seguro que su extraordinario auge no se habría producido, pero, aunque sin poderlo afirmar con seguridad, no estamos convencidos que las producciones totales hayan aumentado al mismo tiempo, tal como ocurría en la experiencia que hemos examinado del año 81-82. Así llegamos a la campaña pasada, 85-86, en la que, por las altas temperaturas habidas en una buena parte de las zonas viverísticas, una considerable cantidad de estolones llegaron a manos de los agricultores con notorios déficits de horas de frío, hecho, por otra parte, advertido previamente por algunos viveros. Siguiendo la tónica ya citada, muchos cultivadores instalaron inmediatamente sus protecciones, con lo que la planta, que estaba prácticamente en vegetación, necesitó poco para saltar al escalón térmico que el plástico le ofrecía y comenzar rápidamente su ciclo fenológico, con floraciones muy tempranas que llenaron de gozo al fresero. Mientras tanto, los estolones que quedaron al aire libre seguían en su semilatenencia, sin reaccionar a estímulo alguno que no fuera el aumento de temperatura, ofreciendo en ocasiones enormes diferencias de

evolución entre lo cubierto y lo descubierta, difíciles de explicar, sin recurrir a éste concepto. Resumidamente, las plantas forzadas tempranamente, con su potencial de vigor muy mermado por la ausencia de frío, sin haber producido demasiado, = se agotaron tempranamente, en cuantía en relación también a = otros factores, fundamentalmente más ó menos óptimas circun - tancias medioambientales para el sistema radicular, sufriendo = su producción un bache primaveral del que unas se repusieron = y otras no. Por el contrario, las que permanecieron al aire li bre fueron enjugando su déficit de frío, y cuando su metaboli s mo lo juzgó oportuno, se dispararon en una magnífica cosecha = de frutos de gran calidad, aunque eso sí, más tardío de lo de seado. Estas plantas, además, mostraban al final del cultivo = unos sistemas radiculares realmente insólitos en éstos pagos = para ésas fechas. Existe todo un anecdotario de las diferen - cias y resultados obtenidos según la planta fueran tapadas ó = no, incluso en lomos contiguos de la misma parcela.

Este es un caso concreto en el que, desde cierto = punto de vista y debido, en realidad, a otros factores, el for zado fué contraproducente. Situaciones tan ostensibles como és tas nunca la habíamos visto en todos éstos años que venimos si guiendo el cultivo, pero nos llevan a pensar si realmente las = cada vez más tempranas fechas de instalación de los plásticos = son totalmente adecuadas con arreglo al standar de frío y la = tencia con que habitualmente lleguen los estolones a nuestros = freseros. Una protección demasiado temprana puede dar una pre - cóz pero corta cosecha, y una instalación más aplazada de la = misma, mayor cosecha pero más tardía. Se adivina que debe ha - ber una fecha con la que la producción sea óptima. Parece lógi co pensar que, a éstas alturas del cultivo, ésa fecha debe ser estudiada y conocida por todos.

Si, realizada ya una rápida panorámica sobre los = aspectos de la protección del cultivo del fresón que hemos juz gado más interesantes, tuviéramos que hacer un escueto juicio = valorativo de lo que es la significación actual del uso de los

plásticos en la fresa, en el marco de las zonas productoras = onubenses, diríamos que como el resto de las grandes realida - des técnicas agronómicas, los plásticos reciben cada año el = respaldo incontestable que suponen las crecientes hectáreas = por ellos cubiertas, de suerte que, al menos en la zona productora "Costa-Oeste", es practicamente imposible encontrar una = parcela de fresón que no tenga una parte alicuota cubierta con ellos, de tal manera que parecemos caminar hacia una cobertura total. Esperamos y deseamos que con su correcto uso, fruto de- orientaciones técnicas acertadas, el agricultor encuentre cada vez más rentabilidad en la fresa, para su propio provecho y el de tantos colectivos laborales y comerciales que de ella dependen.

Muchas gracias.

Anexo 1

Daños por heladas. Enero 1.985
 "Valdelimonos". LEPE (Huelva).

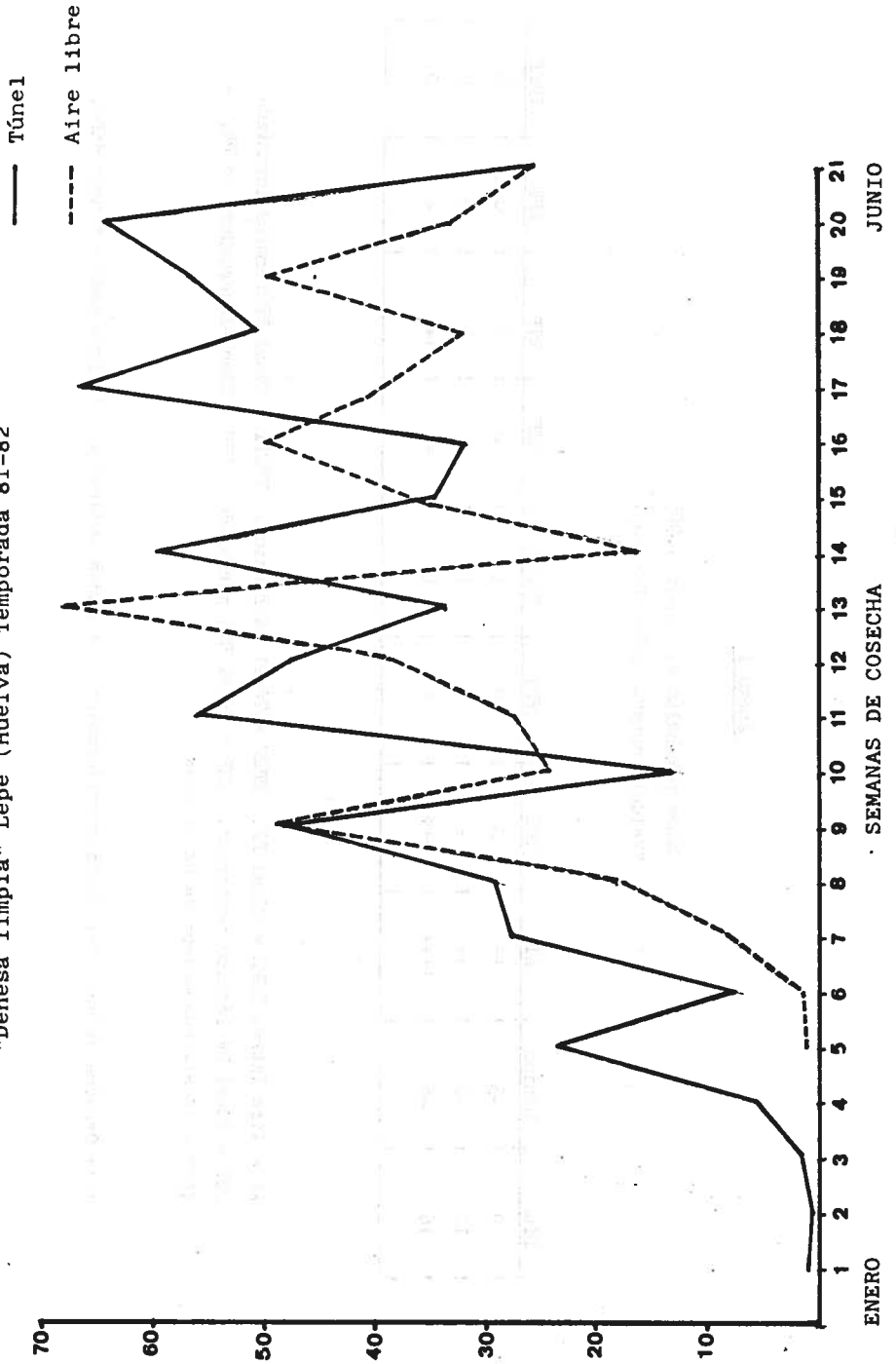
Día	Mínima	AL	TPE	TPET	TPETI	TEP	TTP	IPE	IPET
9	-3	++	0	0	0	0	0	0	0
12	-2	++	+	0	0	0	0	0	0
16	-6	+++	+++	+	0	++	++	+	0

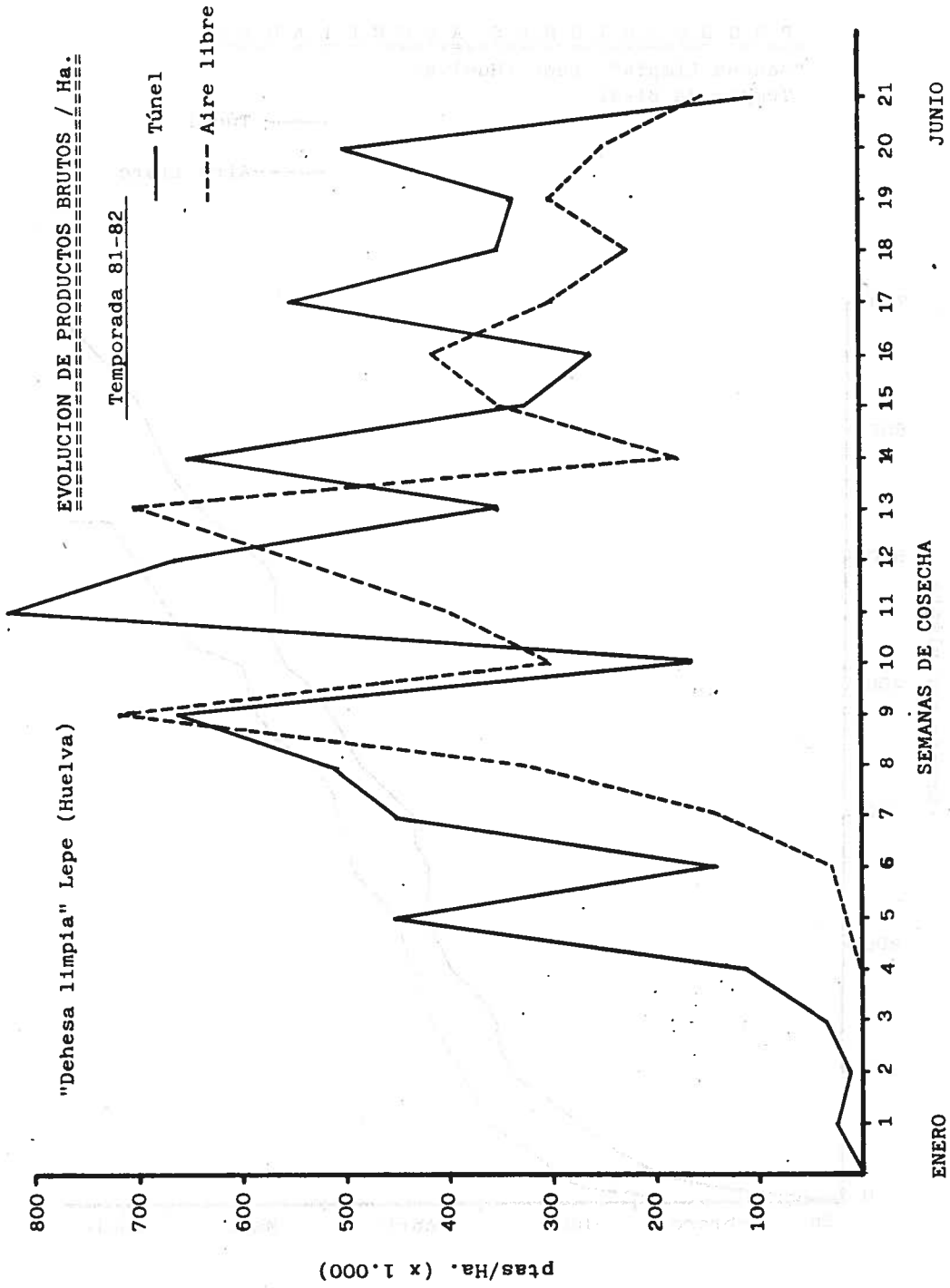
AL = Aire libre. TPEE = Túnel PE. TPET = Túnel PE Térmico. TPETI = Túnel PE Térmico levantado.
 TTP = Túnel PE Térmico perforado. TEP = Túnel EVA perforado. IPE = Túnel-invernadero de PE. =
 IPET = Túnel-invernadero de PE Térmico.

+++ Grandes daños. ++ Daños considerables. + Daños moderados. + Algún daño o ningún daño.

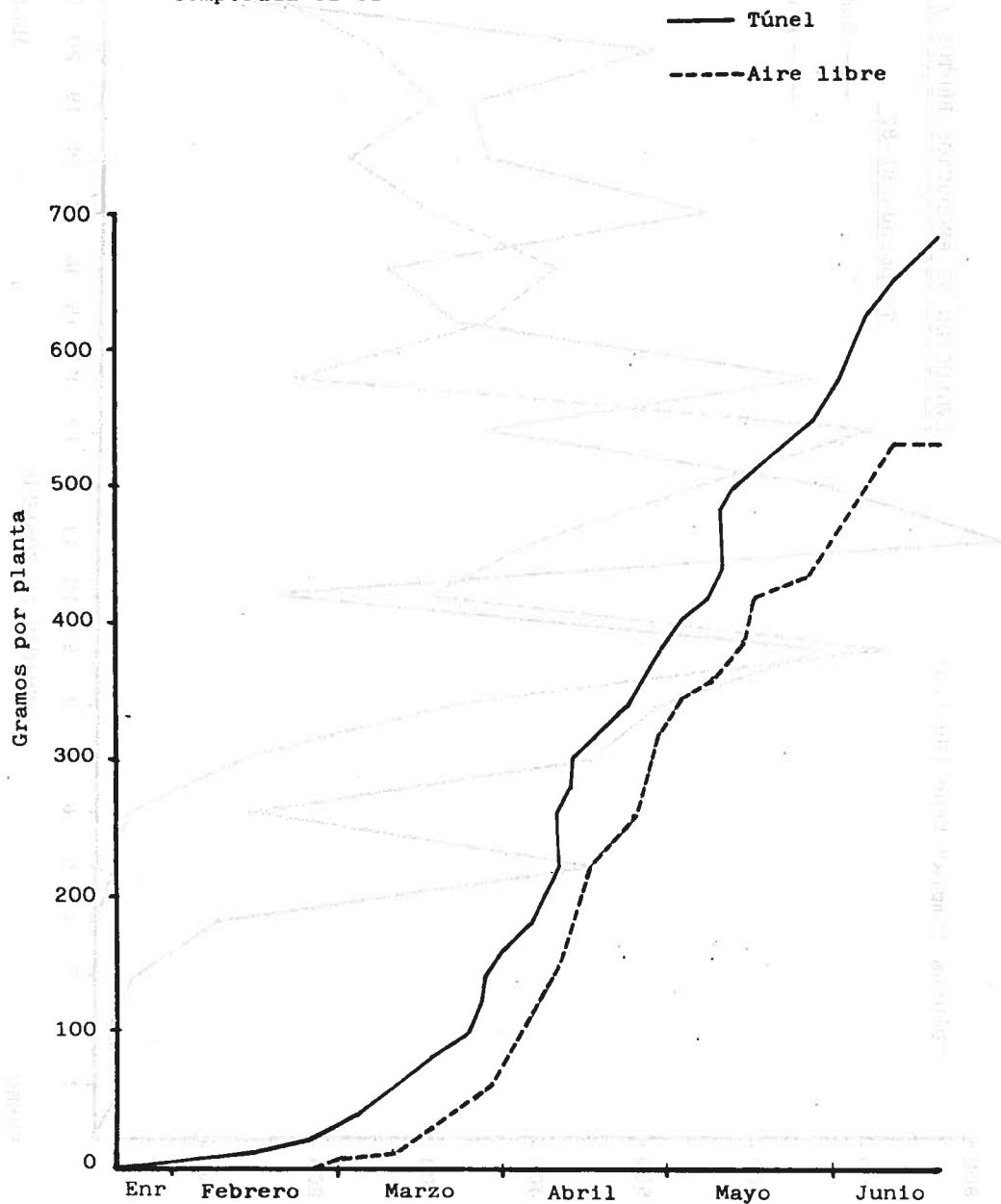
PRODUCCIONES COMPARADAS

"Dehesa limpia" Lepe (Huelva) Temporada 81-82



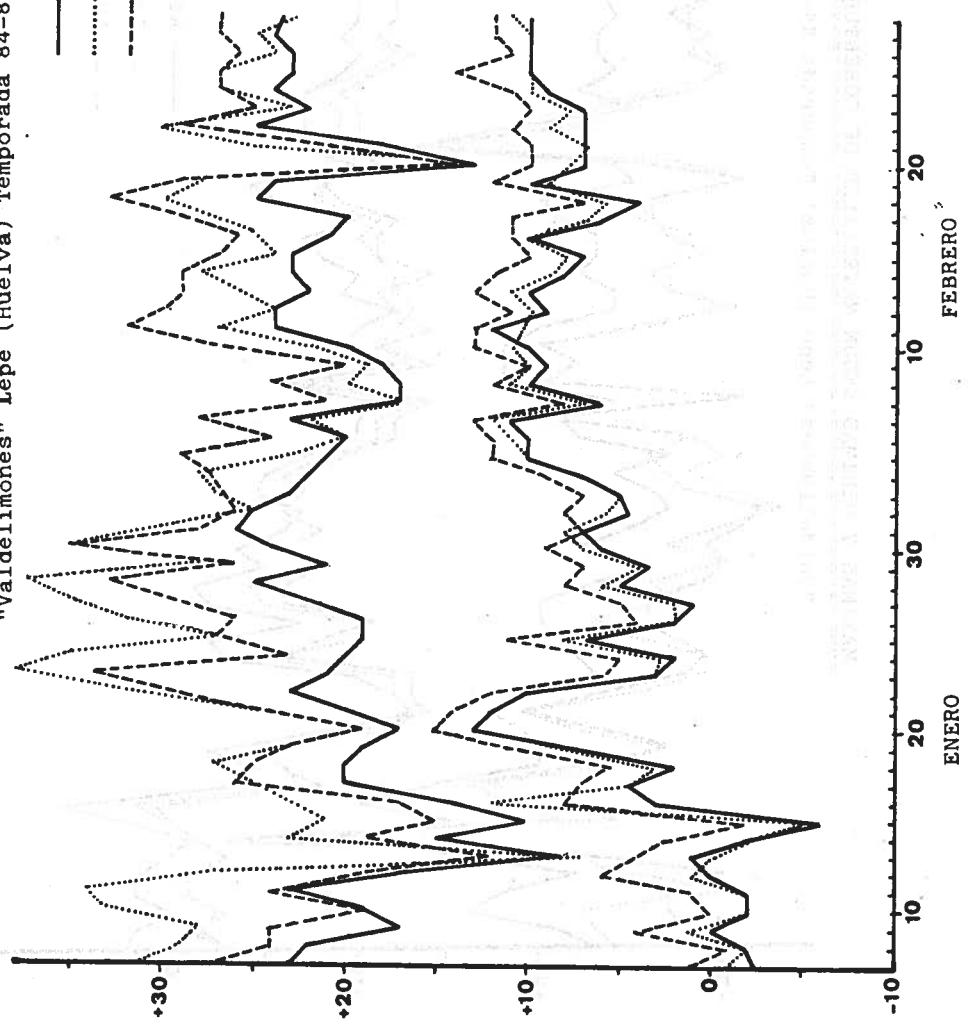


PRODUCCIONES ACUMULADAS
 "Dehesa Limpia" Lepe (Huelva)
 Temporada 81-82

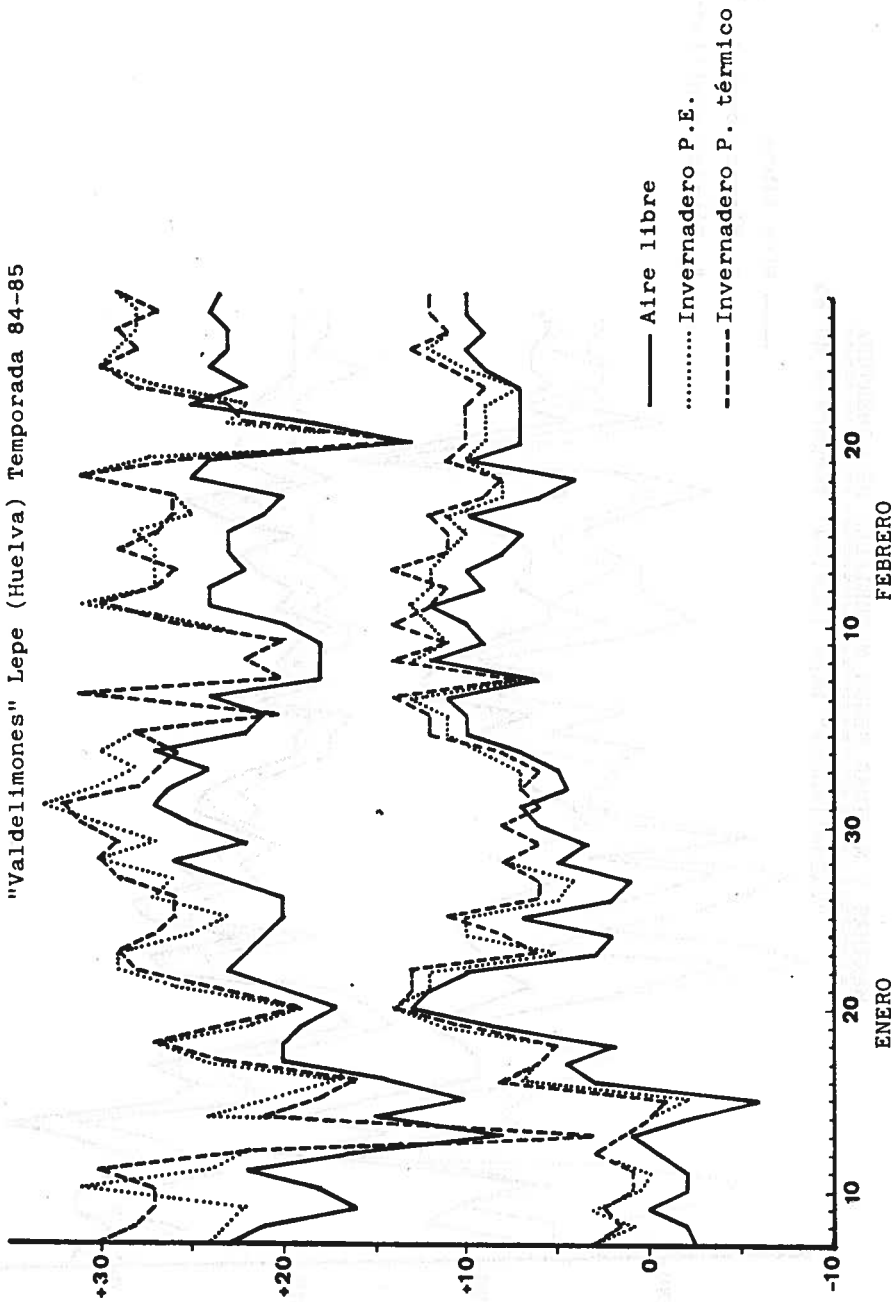


MAXIMAS Y MINIMAS SEGUN MATERIALES DE COBERTURA
"Valdelimonos" Lepe (Huelva) Temporada 84-85

- Aire libre
- T. Térmico cerrado
- T. Térmico ventilado siempre

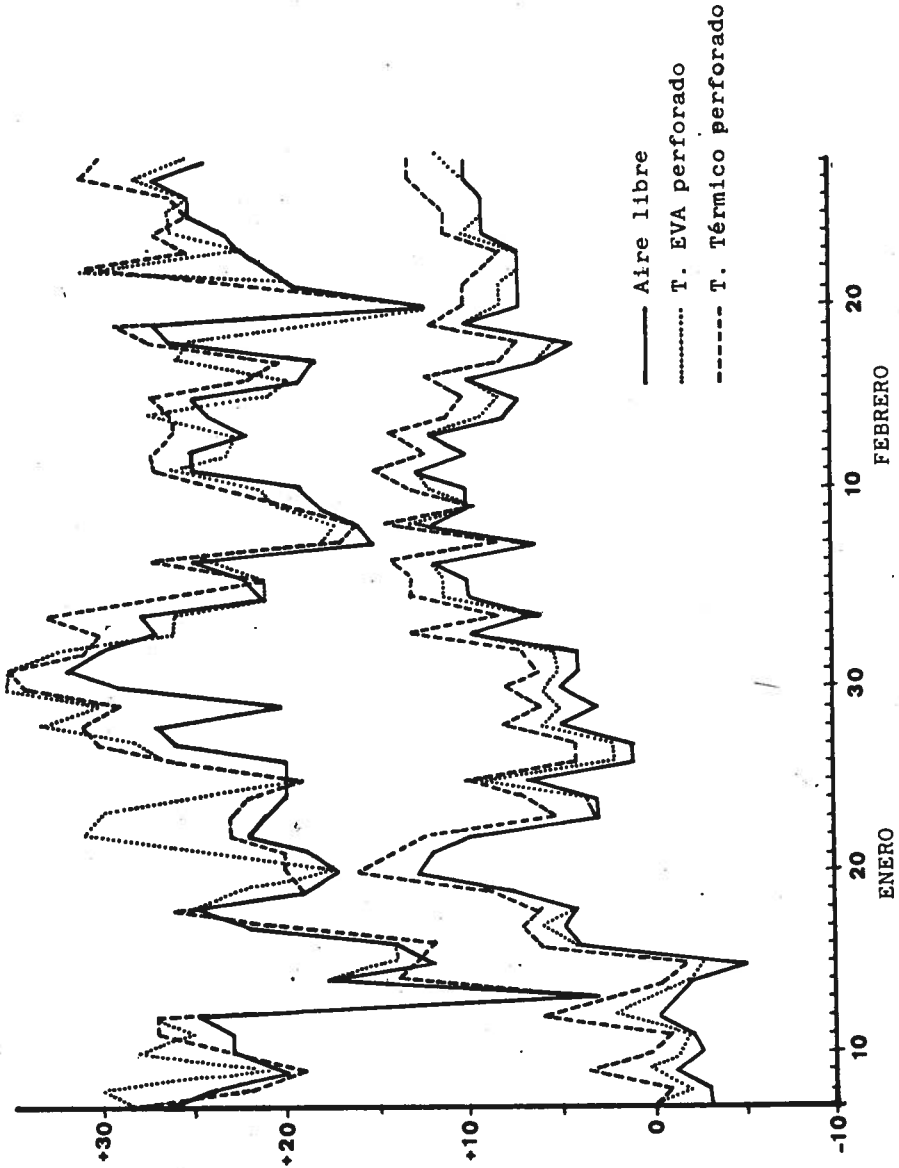


MAXIMAS Y MINIMAS SEGUN MATERIALES DE COBERTURA
"Valdelimonos" Lepe (Huelva) Temporada 84-85



MAXIMAS Y MINIMAS SEGUN MATERIALES DE COBERTURA

"Valdelimonos" Lepe (Huelva) Temporada 84-85



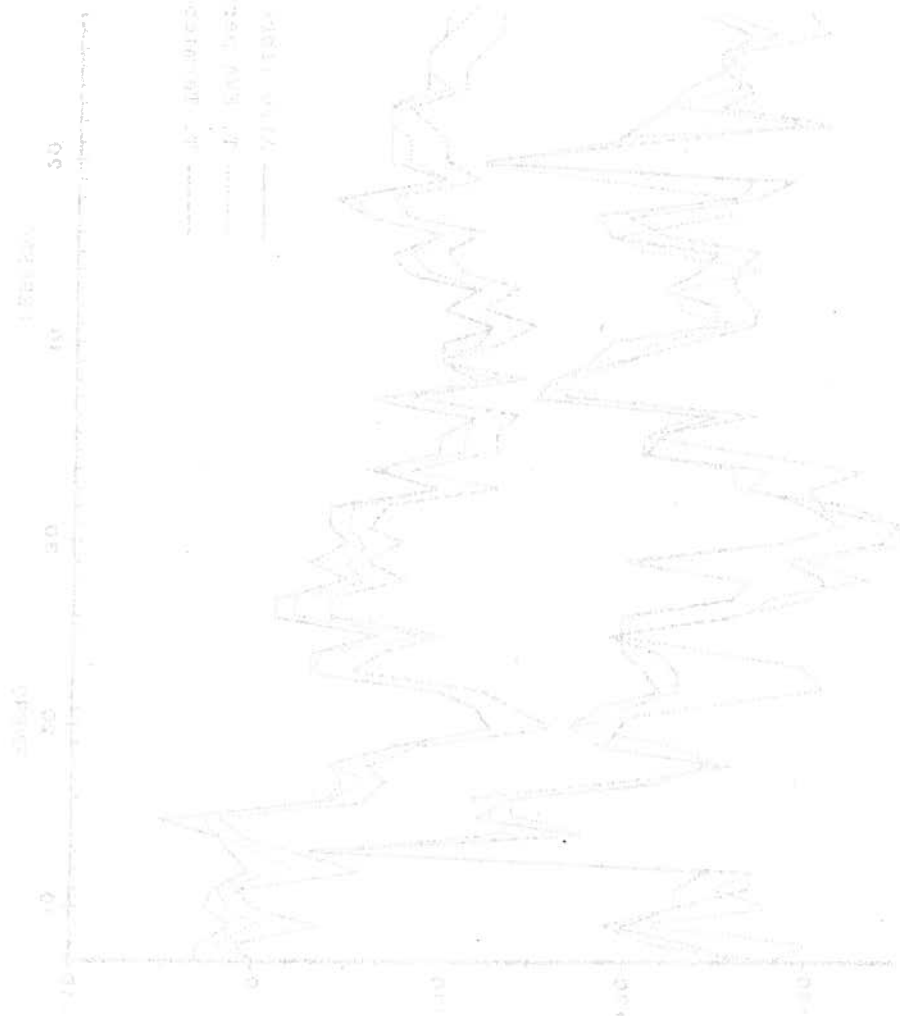


Figure 1. Comparison of the (top) and (middle) and (bottom) series.

CULTIVOS HORTICOLAS ALTERNATIVOS AL FRESÓN, EN HUELVA.-

JOSE MANUEL LOPEZ ARANDA.- Director del Centro de Capacitación y Experimentación Agraria de Chipiona (Cádiz)

Quisiera agradecer al SEPLA su invitación para aportar esta comunicación en un lugar donde ya he expuesto el tema en varias ocasiones, recuerdo ahora mi participación con un asunto similar en este mismo lugar en las 1ª Jornadas Hortofrutícolas de la Costa. Cartaya. Diciembre 1.984.

Quisiera también hacer énfasis en el carácter absolutamente personal de las ideas que voy a exponer, que al tener carácter futurible pueden ser perfectamente discutidas.

No pretendo ser exhaustivo en la descripción agronómica o comercial de cada especie, sino que trato de analizar brevemente el presente y proponer algunas ideas para un modelo futuro de alternativa de sustitución-complemento del fresón, o quizás más bien de ampliación de cultivos.

Para desarrollar este trabajo he tratado de acumular toda mi experiencia como técnico vinculado desde hace años a la costa andaluza occidental y sobre todo he oído pacientemente las ideas de numerosas personas representativas de todos los sectores empresariales, técnicos y sociales de la costa de Huelva, a las cuales desde aquí muestro mi agradecimiento.

Dejando aparte el desarrollo citrícola, a la vista de la realidad presente el cultivo del fresón no tiene alternativa en la costa de Huelva por ahora. En efecto, no existe ningún cultivo hortícola que se haya adaptado mejor técnica, económica y comercialmente que el fresón. Realmente mantiene desde hace al menos una década un equilibrio y constancia en precios, acompañado de una demanda creciente que no lo alcanza ningún otra hortaliza intensiva o extensiva, de aire libre o bajo cubierta plástica.

Desde este punto de vista podríamos afirmar que en la actual etapa de expansión freserana hay alternativa, con lo cual mi conferencia debería finalizar.

Desde el punto de vista agroclimático la situación de partida es radicalmente diferente, podemos afirmar que la totalidad de la costa de Huelva admite en sus diferentes modalidades la realización de cualquier cultivo hortícola, nume-

rosos ejemplos lo avalan. Por tanto también podría dar por acabada mi conferencia afirmando que todos los cultivos hortícolas son alternativos al fresón en esta costa.

Ambos extremos son rechazables, por excluyente y miope en el primer caso y por general e impreciso en el segundo.

Trataré por tanto, de situarme en una óptica intermedia, partiendo de la base de la dificultad de sustituir un cultivo tan exitoso como el fresón y demostrando que es "matemática" la necesidad de complementarlo mediante la búsqueda de nuevas especies a corto plazo.

He observado que dentro de un lógico y normal movimiento de expansión fresera monocolor, existen sombras de dudas que hacen buscar salidas complementarias y en ese sentido nacen núcleos florícolas, o se intentan cultivos-contratos de hortalizas por ejemplo.

Si aceptamos como válidas las cifras que sitúan una superficie fresera entre 2.500 y 2.800 Has. de cultivo en 1.985, 3.000 a 3.200 Has. en 1.986 y preveamos según la fápida prospección que he realizado en los centros neurálgicos precisamente para la preparación de esta comunicación, la cifra de 3.500 a 3.600 Has. para 1.987, confirmamos la existencia de un crecimiento anual mantenido del 20% o algo más de la superficie dedicada a este cultivo.

Si todo se desarrolla según esta tasa de expansión, alcanzaremos en la campaña de 1.990 un nivel cercano a 5.800 Has., con una capacidad productiva media de 150.000 Tn. entre enero y julio.

Aceptando un consumo medio intracomunitario estabilizado en 2 Kgs. de fresa por habitante y año, es claro que el mercado máximo potencial es de 600.000 Tn. aproximadamente. ¿Todo para la costa de Huelva?

Es verdad que podría definirse la campaña 1.985-86 como la de la consagración Europea de Huelva como potencia fresera, con su importante "victoria" frente a Italia, Francia, Israel, Valencia, Málaga, etc.

Pero es claro que el mercado máximo potencial autoconsumo y tiene una inercia difícil de variar, son legendarias las plantaciones freseras inglesas, italianas, francesas y belgas por ejemplo. Por tanto al ritmo actual, sin previsión de distorsiones graves del mercado fresero, con la actual or-

ganización, suponiendo difícil conquistar mercados significativamente altos con excepción de los países nórdicos, Suiza y Austria, estas 5.000 Has. con una productividad media de 30 Tns. parecen un techo o tope mas que razonable para la expansión fresera y esto puede alcanzarse en un plazo de 3 a 5 años.

La oferta actual de zonas y explotaciones hábiles para este cultivo, ya es superior a las 5.000 Has. en nuestra costa, y no hay que olvidar que precisamente para principios de los noventa estarán a punto las grandes zonas de riesgo Almonte-Mariasas, Chanza y los pequeños regadíos con lo que se dispondrá de al menos 25.000 Has. potencialmente hábiles para este cultivo. Dicho con otras palabras, aunque hay mucho no hay para todos.

Yo no creo que el fresón de Huelva pueda sufrir un gran descalabro con los actuales niveles de organización y productividad. Pero su expansión no es ilimitada como creo he quedado claramente reflejado.

De ahí que a pesar de la mayoritaria opinión monocultivadora y de la evidencia de la dificultad de encontrar sustitutos de rentabilidad actual similar, muchas veces se levantan en los últimos años abogando por la búsqueda y consolidación de otros cultivos hortícolas para nuestra costa.

Soy un convencido de que igual que el despegue fresero abortó el desarrollo hortícola iniciado en los años 70, este mismo fenómeno, su organización y su infraestructura, será la locomotora que introduzca los cultivos sustitutivos-complementarios.

La agonía de la costa de Huelva es su carencia de factores limitante externos al desarrollo hortícola. Posee una variada gama de unidades superficiales aunque con claro predominio de la explotación familiar, equilibrio en cantidad y calidad de agua, suelos arenosos y saneados, red comercial potente aunque joven y excesivamente especializada en el fresón, y una climatología suficiente. "Flota" mas que otras zonas costeras. Sin ser la zona que mas destaque en factores positivos (red comercial, suelo, agua, clima, experiencia, etc.) es la zona que menos problemas puntuales de fondo plantea.

En definitiva esa ausencia de auténticos factores limitantes externos le permite optar por el modelo que desee, todos tienen su cabida y su lógica:

- .- Un modelo de cultivos de invernadero tipo Almería.
- .- Un modelo de cultivos hortícolas intensivos de aire libre tipo Valencia.
- .- Un modelo hortícolas semiintensivo tipo costa de Cádiz.
- .- Un modelo hortícola extensivo tipo vegas del Guadiana

No es razonable pensar en un modelo hortícola extensivo de carácter industrializable, viendo la crisis extremeña y la ausencia de industria conservera o transformadora en la zona.

No es razonable pensar en un modelo tipo Almería, basado en solanácea de invierno, tomate, pimiento, berenjena, etc. cuando todo indica que ha alcanzado su techo.

No es razonable pensar en un modelo hortícola intensivo de aire libre, con vocación de mercado interior, cuando la capacidad consumidora interna está prácticamente saturada.

En definitiva solo queda la posibilidad de producir un desarrollo variado y multiforme según las características estructurales de las explotaciones y de sus formas organizativas.

La gran locomotora de este desarrollo debe ser la red comercial actualmente existente, recapitulamos:

- .- Tres grandes cooperativas freseras que cubren la casi totalidad de la costa de Huelva.
- .- Un abundante y floraciente número de agresivos S.A.T.
- .- Un insipiente MERCALMONTE
- .- Un conjunto de empresas prestigiosas tipo Surhortícola, Maneu, Huerta Noble, Macías, etc.
- .- Un número indeterminado de exportadores individuales de fresón, que reciclarían con rapidez.

Para una zona como Huelva, esta red, que alcanza a los mayores mercados nacionales y a la práctica totalidad de los países de Europa es más que suficiente para captar las posibles salidas comerciales de otros productos. Es cierto que se han hecho intentos no muy afortunados pero no es óbice para abandonar.

A pesar del daño económico puntual producido recientemente con proyectos tipo melón amarillo canario, pimiento de aire libre tipo yolo, lechuga iceberg, etc., no es suficiente este dato para abandonar los intentos; quizás el planteamiento no fue el correcto.

Aunque el fracaso como hemos indicado, abortó el desarrollo hortícola y en concreto el desarrollo de los invernaderos de plástico, también puede ser el embrión de un importante incremento en la superficie cubierta con construcciones convencionales baratas y macrotúneles, que con facilidad podrán ser reciclados para cultivos hortícolas típicos de invernaderos y especialmente para floricultura.

En efecto, aunque tengo informaciones contradictorias acerca de la superficie real de invernaderos y macrotúneles instalados en esta provincia, he podido identificar al menos 600,000 Has. especialmente de estos últimos repartidas por toda la costa. Esa superficie ya es importante para intentar una sustitución de cultivos sin tener que iniciar una nueva infraestructura de instalaciones siempre difícil y costosa.

Aunque suele decirse que lo difícil es vender, yo no olvidaría el binomio producción-comercialización, y producir no es sólo criar un cultivo sano, sino hacerlo con la técnica adecuada, la calidad adecuada y en el momento adecuado. Veamos que experiencia global tenemos en Huelva, que yo conozca: patata temprana y de otoño, melón y sandía al aire libre y en invernadero, cultivos hortícolas tradicionales de invernadero, clavel y clavel mini, calabacín al aire libre en cultivo otoñal, lechuga romana, lechuga iceberg, esparago, zahahoria, cacahuete, gladiolo, helechos, etc.

Ante la falta de Centros públicos de Experimentación en esta costa, tengo que recurrir a aquellos más cercanos y ver que planteamiento experimentales siguen; en este sentido la costa de Huelva está flanqueada por dos centros, el que tengo el honor de dirigir en Chipiona que se haya en el mismo paralelo y a no más de 10 Km. en línea recta de esta costa, y el Centro Experimental de Patacão, cooperación luso-alemana en las cercanías de Faro (Algarve) en condiciones agroclimáticas similares a esta costa. En nuestro Centro hemos probado con éxito los siguientes cultivos además de los ya mencionados:

remolacha de mesa, hinojo dulce, apio verde y blanco, todos ellos al aire libre y para exportación; y en invernadero pepino de exportación y otras flores cortadas y bulbosas en invernadero, se nos dan con un alto grado de calidad: iris, freesia, liatrix, anémone, lírium, statice y gerbera. En Patacôo además de todos los cultivos anteriores experimentan con broccoli y piña tropical en invernadero y col china al aire libre.

Si a todo lo anterior unimos el tabaco, la alcachofa blanca y morada de exportación, puerro, cebollino y endivia, tenemos el abanico prácticamente completo de las actividades sustitutivas o complementarias del fresón.

De ellas entiendo que solo el clavel y el clavel mini tienen la categoría suficiente para ser un sustituto serio al fresón por su alto producto bruto en explotación familiares, pero su expansión a corto plazo es lógicamente más limitada.

Pero en nuestro rápido repaso hemos mezclado demasiado. Démosle un orden, un modelo.

Es característico señalar en la costa de Huelva tres zonas diferenciadas:

.- Zona costera central que comprende Bonares, Lucena del Puerto, Huelva, Palos de la Frontera y Moguer.

.- Zona costera occidental que comprende: Lepe, Isla Cristina, Ayamonte, Cartaya, Gibraleón, La Redondela, San Bartolomé, Pozo del Camino, Puerta del Moral y Villablanca.

.- Zona oriental que comprende: Almonte, Bollullos, La Palma, Rociana, Chucena, Villalba, Manzanilla y Paterna del Campo.+

Según las fuentes estudiadas aparecen en 1.985 entre 800 y 930 explotaciones freseras en la primera zona, entre 490 y 550 en la segunda y entre 200 y 240 en la tercera. Con un total cercano a las 1.600 explotaciones freseras.

En las tres zonas hay un claro predominio de la explotación familiar, digamos con superficies medias entre una y tres Has. Pero en las tres zonas especialmente en la zona costera occidental y en la costa oriental (Almonte), existen explotaciones de gran superficie; estas han visto clara su alternativa: cítricos, melocotón, nectarina.

Dejando a un lado la gran plantación frutal, hemos vislumbrado que no hay un cultivo alternativo al fresón, sino conjuntos de cultivos que la realidad comercial campaña tras campaña y las actitudes competitivas de la zona irán reduciendo hasta estabilizar las especies y los momentos, y un nuevo ciclo de búsqueda se iniciará.

Las explotaciones intermedias, mas de 2-3 Has., medianas, 15-30 Has., o grandes, tienen un amplio camino que recorrer en cultivos hortícolas semi-intensivo o extensivos de otoño e invierno-primavera, casi todos ellos de plantación en Septiembre-Noviembre con recolecciones invierno-primaverales como son: zanahoria, remolacha de mesa, apio, alcachofa morada, coliflor, esparrago, lechuga iceberg, etc., que se caracterizan por ser productos que pueden obtenerse con máxima calidad en esos meses y tienen un fuerte atractivo aún en los mercados de exportación, en los mismos mercados donde se prestigia la fresa.

En las explotaciones familiares e intermedias además de una cierta cuota de los anteriores cultivos puede tener interés la horticultura forzada de aire libre con cucurbitáceas: melón y sandía especialmente con vistas a conquistar el mercado de Junio y primera quincena de Julio a caballo entre la producción precoz almeriense y la producción de temporada de Murcia, ALICANTE, Sevilla, etc.

Especialmente en las explotaciones familiares, mayoritaria, cabe el desarrollo de la horticultura protegida de invernadero o macrotúnel, Numerosos estudios demuestran que la horticultura intensiva protegida es patrimonio de la empresa familiar.

Aquellos cultivos donde la componente mano de obra en sus costes es alta, solo son viables a medio plazo en la empresa familiar.

Es en el marco de la explotación familiar y en el movimiento cooperativo frero, donde está el auténtico problema de búsqueda de alternativas complementarias al fresón. Creo que existen varias posibilidades o modelos:

1º) Floricultura del clavel y del clavel mini. Mediante la utilización de

invernaderos convencionales y macrotunales. Aún está lejano el tebo comercial. La costa de Cádiz camina hacia las 120 Has. protegidas con cerca de 400 profesionales del sector. La costa de Huelva no debe variar sensiblemente su capacidad de obtención de calidades exportables. Afortunadamente ya existen núcleos en los 3 sectores señalados: Almonte-Marimas con mas de 500.000 esquejes, San Bartolome de la Torre, y los esfuerzos en capacitación de la cooperativa Nuestra Señora de la Rábida de Palos de la Frontera son en mi opinión factores muy significativos y plausibles, el embrión de una auténtica alternativa.

Pero no es fácil, aquí no sirve "lo importante es vender", aquí hay que saber producir calidad primero, y eso implica un conocimiento profundo en elección varietal, marcos, pinzados, confección, etc. que aún no se tiene. Por otra parte el mercado actual internacional de flores no es en principio coincidente con el del fresón, está en un altísimo porcentaje organizado por empresas holandesas. Hay que conectar y acordar con ellas o aprovechar los contactos comerciales creados por el fresón, de la elección correcta del modo de comercialización puede depender el futuro de la flor en esta costa.

2º) Cultivos de bulbosas y otras plantas para flor cortada. Mercado difícil y en auge, para cuyas posibilidades agronomicas la costa de Huelva en cultivo protegido debe tener condiciones excepcionales. Con canales por ahora muy limitados en la costa de Cádiz. Son de extraordinario producto bruto y poseen una sensible bajada en las necesidades de mano de obra respecto al clavel. Tenemos certeza de que pueden producirse cultivos otoñales e invernales de iris, liliun, anémona, freesia, liatrix, gladiolo, gypsophila paniculata, con alto porcentaje de éxito agrónomico. Y cultivos bisanuales de gerberas sin calefacción.

3º) Cultivos hortícolas intensivos tradicionales (tipo costa de Cádiz). El mas razonable puede ser el melón transplantado en febrero para producciones concentradas de mediados de mayo a mediados de junio. Estos cultivos hortícolas tradicionales de invernaderos entre otras funciones pueden ir ocupando un vacío en el mercado regional occidental que indudablemente va a dejar el incremento florícola de la costa de Cádiz.

En definitiva hay alternativas, como señalé en la introducción no pretendo entrar con detalle en cada cultivo pues no es ni objetivo, ni tengo el tiempo suficiente en el marco de esta comunicación, ni conozco personalmente todos ellos.

En resumen el fresón es difícil de sustituir, bajo ningún concepto tiene a corto plazo sustitutivo único. Es un modelo combinado de horticolas semiextensivo y protegido de aire libre, y una combinación de flor cortada y horticolas de invernadero, en función de la dimensión territorial de la explotación el que puede plantearse en un futuro a medio plazo, cuyos cimientos deben ir construyéndose desde ya, y desde luego puntualmente se intenta. Porque el fresón sin tener que preveer catástrofe apocalíptica futuras, por otra parte bastante improbables, tiene su techo y su tope. Y la costa de Huelva puede dar de sí mucho mas. Muchas gracias.



LE DEVELOPPEMENT DE LA PLASTICULTURE

AUJOURD'HUI ET DEMAIN

Jean-Claude Garnaud
Secrétaire général CIPA,
Paris.

Lors des journées organisées par le CEPLA à Murcia en 1975, le Président Manuel Mendizabal avait déjà mis en évidence la "Universalidad del empleo de los plasticos en la agricultura".

Aujourd'hui, un peu plus de dix ans après Murcia et tout juste trente ans après le premier essai de paillage plastique réalisé aux Etats-Unis par le Dr Emmert, je voudrais démontrer à mon tour combien cette universalité de la plasticulture s'est renforcée, s'affirmant dans tous les secteurs de l'agriculture et dans un nombre croissant de pays sur les cinq continents. Sans prétendre cependant posséder le talent du Professeur Mendizabal, ni surtout sa maîtrise de la langue castillanne !

UNIVERSALITE DES TECHNIQUES PLASTIQUE

Par la diversité de leurs caractéristiques, par leur adaptabilité, les plastiques ont permis des progrès révolutionnaires dans la vie de tous les jours comme dans les techniques de pointe (aérospatiale, chirurgie...). Ces mêmes qualités des plastiques ont été mises à profit par l'imagination des agronomes pour apporter des solutions à la fois efficaces et économiques aux problèmes des agriculteurs, - que l'on peut classer en trois catégories.

1. Le sol

. Dans les pays du Sud, le but prioritaire des brises-vent, notamment dans votre région, et du paillage plastique (spécialement en Chine sur plus de 1 million d'hectares) est freiner l'érosion.

- . Plus au Nord, la priorité devient l'assainissement des sols, - d'où le développement spectaculaire du drainage : environ 15 000 t par an en Allemagne de l'ouest, 33 000 t en 1985 en France (plus de 120 000 ha).
- . Sous toutes les latitudes, le film plastique est l'accessoire indispensable à la désinfection des sols. Aux Etats-Unis, les surfaces traitées par fumigation sous films P.E. égalent le sixième des surfaces paillées plastique mais en Californie, elles les dépassent : 8 800 ha contre 5 200 ha seulement de paillage. Par ailleurs, la désinfection par simple "solarisation" des sols sous film plastique devrait s'étendre dans les régions à étés très ensoleillés comme la vôtre ; cette méthode en effet a le mérite d'être absolument sans risques et bien meilleur marché !

2. L'eau

- . Le doublage des réserves d'eau et des canaux devient pratique courante. En Inde, la consommation de film PE à cet usage a doublé entre 1983 et 1985 (2 500 t) et devrait atteindre 19 - 20 000 t en 1990 (20 000 km de canaux)
- . Il est difficile de départager les usages agricoles des tubes et tuyaux des usages civils et industriels, mais quelques sondages sont révélateurs de l'ampleur des besoins de l'agriculture : 11 - 13 000 t de PVC pour les seuls tuyaux souples en France, 9 000 t de tubes PE et PVC en Australie (en parallèle à 2 000 t de film seulement)...
- . L'explosion de la micro-irrigation est également difficile à chiffrer, mais doit probablement atteindre, voire dépasser 500 000 ha pour le monde entier, dont la moitié sans doute aux Etats-Unis.

3. Le climat

- . Le paillage plastique, selon les situations écologiques, est un moyen d'économiser l'eau, de surmonter les méfaits

de la salinité, de freiner l'érosion, de lutter contre les mauvaises herbes ou les maladies ... Il s'est révélé partout un facteur décisif de productivité. Le paillage plastique s'étend chaque année sur plus de 2 millions d'hectares !

PAILLAGE (ha)	1975	1980	1985 *
Allemagne	300	750	2 000
Bulgarie	-	420	2 000
Chine	-	15 000	1 300 000
Espagne	4 000	14 400	40 000
France	35 000	48 000	80 000
Grèce	-	50	1 500
Israël	1 300	1 400	2 000
Italie	5 000	7 000	30 000
Japon	100 000	120 000	200 000
Jordanie	-	-	1 200
Maroc	-	45	300
Mexique	-	-	8 000
Norvège	400	1 200	1 500
Tchécoslovaquie	220	260	1 750
U.S.A.	60 000	70 000	150 000

* estimations CIPA

Les abris bas se sont depuis une dizaine d'années nettement scindés sous deux titres :

- les abris supportés par des arceaux ou piquets, généralement appelés petits tunnels ;
- les abris sans aucun support, dénommés alors bâches à plat.

Alors que les petits tunnels font exclusivement appel aux films plastique (PE, EVA, parfois PVC) et se rencontrent sous la plupart des climats, les bâches à plat utilisent de plus en plus largement les nontissés à côté du film PE perforé, et restent concentrées dans l'Europe du Nord-

Ouest Le faible niveau d'investissement requis par ces deux méthodes de protection explique leur progression continue en Asie comme en Europe. Leur absence quasi totale sur la rive sud de la Méditerranée demeure toutefois un mystère...

PETITS TUNNELS (ha)	1975	1980	1985 *
Espagne	3 000	4 000	7 500
France	7 000	12 000	22 500
Italie	2 500	10 000	15 000
Japon	30 000	55 000	60 000

* estimations CIPA

BACHES A PLAT (ha)	1975	1980	1985 *
Allemagne	500	2 920	4 000
Belgique	(50)	2 500	2 600
France	10-20	1 000	4 500
Grande-Bretagne	-	50	2 000
Hongrie	-	800	1 200
Suisse	10-20	350	500
U.S.A.	-	-	250

* estimations CIPA

Les serres plastique marquent désormais le paysage agricole dans maints pays, et pas seulement à Almeria.

Le Japon demeure le leader mondial avec quelque 35 000 ha mais votre propre pays, l'Italie et depuis peu la Chine, la Corée... se disputent les places au classement, avec des surfaces de 15 000 à 20 000 ha. Il faut attendre les résultats de l'enquête que le CIPA a lancée il y'a quelques semaines pour se prononcer.

PERSPECTIVES

Pourtant, on peut dès maintenant dégager quelques grandes tendances.

Baisse des quantités de film plastique utilisées à l'hectare

Ce phénomène, qui évidemment se traduit par une réduction des dépenses de l'agriculteur, résulte de deux évolutions :

La diminution des épaisseurs pour sa part est due à l'introduction quasi concomitante de machines et d'équipements plus performants dans les ateliers d'extrusion, et du polyéthylène linéaire.

L'évolution du film de paillage PE photodégradable en France est significative à cet égard :

	Matière	épaisseur (μm)	kg/ha
1980	PEbd	30	240
1981	PEbd	25	200
1982	PEbd + PEbd1	20	160
1983	PEbd1	15-17	130

L'allongement de la durée de service des films pour serres tient également aux progrès technologiques réalisés au niveau des fabricants de résines et des transformateurs, mais surtout aux nouveaux stabilisants anti-UV. En France toujours, la consommation annuelle moyenne par hectare de serres est ainsi tombée de 2,4 t en 1975 à 1,3 - 1,5 t en 1985, du fait de l'espacement du renouvellement des couvertures.

Généralisation des films thermiques

L'intensification des recherches depuis le premier choc pétrolier en 1973 a conduit à toute une série de polyéthylènes modifiés (généralement additionnés de charges minérales

absorbant l'infrarouge long), de copolymères EVA, voire de combinaisons des deux, de co-extrudés mariant les qualités thermiques d'une matière aux avantages mécaniques d'une autre ...

On peut estimer que, du moins dans les pays avancés, plus de la moitié des serres sont couvertes de films thermiques.

Il faut signaler ici que le film PVC plastifié, film thermique par excellence des origines de la plasticulture, est en net recul sur les serres au Japon, sa terre d'élection. La raison en est la difficulté d'élimination par incinération.

Amélioration des matériaux rigides pour couverture de serre

D'invention très récente (1957), le polycarbonate n'a fait son apparition en horticulture qu'après 1975, sous forme de plaques alvéolaires. Des matières plus élaborées et surtout des revêtements protecteurs toujours plus efficaces ont désormais éliminé les défaillances enregistrées au début, particulièrement une perte assez rapide de transmission lumineuse.

Une toute nouvelle version "anti-drop" du polyméthacrylate de méthyle est venue effacer le handicap majeur de ce matériau, excellent mais coûteux.

Enfin, la technique elle aussi toute nouvelle de la bi-orientation, associée à une protection anti-UV inédite, a complètement réhabilité le PVC en lui conférant une résistance au vieillissement et une résistance au choc extraordinaires.

Mécanisation de la plasticulture

En Chine, on égalise encore au rateau les champs de blé et on pose à la main 1 300 000 ha de film de paillage (ce qui d'ailleurs permet de descendre les épaisseurs jusqu'à 8-10 μ m). Mais c'est une exception...

Presque partout ailleurs, le développement du paillage, des petits tunnels, du drainage ... dépend de la mécanisation. Notamment améliorées depuis les premières dérouleuses apparues en 1965-1970, de nouvelles machines cumulent souvent plu-

sieurs fonctions, par exemple pose du film + pose d'un tube d'irrigation goutte à goutte + plantation. Ce sont ces machines qui expliquent pourquoi, alors que les salaires augmentaient très fortement, le paillage et les petits tunnels ont continué de progresser très fortement en France, en Italie, aux U.S.A.

Pour ce qui est de la dépose, deux opinions s'affrontent. L'une, essentiellement européenne, mise sur les films à photodégradation contrôlée pour éliminer le problème avec élégance certes, mais pas dans sa totalité car les bandes enterrées demeurent. L'autre, surtout américaine, préfère la solution d'une dépose mécanisée, ce qui implique toutefois que le film conserve en fin de service une résistance mécanique pratiquement intacte.

Qualité des plastiques

Les statistiques dont on dispose, pour approximatives qu'elles soient, montrent à l'évidence que le développement de la plasticulture s'arrête aux pays industrialisés ou semi-industrialisés. Pourtant, il est certain que les planteurs d'ananas d'Afrique occidentale ne demandent qu'à imiter leurs collègues d'Hawaï (40 000 ha d'ananas paillés plastique). Mais ils ne peuvent aucunement se procurer le film noir de qualité imposé par un cycle cultural de 2-3 ans, et que l'industrie américaine a spécialement mis au point pour Hawaï.

Tout autant que le manque de produits de qualité, un assortiment trop pauvre peut également être un frein au développement puisque chaque type d'application, pour être rentable, exige un type très défini de plastique : par exemple, film transparent ou noir, courte ou longue durée, grainé ou non... Encore convient-il que ces produits différents soient clairement identifiés : c'est le rôle des systèmes de certification et de normalisation que d'aider les agriculteurs à faire un choix judicieux.

Diversification des productions

En Amérique du Sud et à un moindre degré en Europe, une conjoncture de surproduction céréalière ou laitière oblige les

agriculteurs à rechercher des voies de diversification. En outre, le chômage et la recherche d'une certaine qualité de la vie favorisent une sorte de renaissance des "ceintures vertes" autour des grandes villes industrielles.

Les plastiques sont souvent l'instrument déterminant de ces reconversions, qu'il s'agisse de culture légumières, de champignons, d'aquaculture, de petits élevages (plus de 3 000 bâtiments d'élevage plastique en France : moutons, lapins, canards, ... même escargots !), etc...

CONCLUSION

Le développement accéléré de la plasticulture a certes des répercussions sociales très positives, sur la Côte de Culiacan au Mexique comme sur celle d'Al^méria, dans la vallée du Fleuve jaune en Chine comme dans celle du Jourdain...

Mais il a également des répercussion économiques très profondes, en bouleversant les calendriers de production et d'approvisionnement, particulièrement de produits horticoles.

Pour s'en tenir au cadre de la CEE élargie, il est évident que l'implantation de 40 000 ha de serres plastique dans la zone méditerranéenne a incité les serristes du Nord à redoubler de technicité dans l'exploitation de leurs 20 000 ha de serres verre (dont 8 900 ha aux Pays-Bas). La progression des cultures sans sol, - qui d'ailleurs utilisent largement les plastiques : gouttières, tubes, cuves, etc. .. - illustre les progrès accomplis : en Belgique, 1 ha en 1980, 100 ha en 1983, 250 ha en 1986 ... et presque 2000 ha aux Pays-Bas.

Les serristes du Sud ont bien sûr le privilège du soleil, mais ils ont d'autres handicaps à surmonter que le manque de lumière ou le coût du chauffage : une période de production raccourcie par la concurrence des productions de plein champ, des coups de chaleur compromettant la qualité des produits, une eau souvent de qualité médiocre, avec des ressources limitées, l'éloignement des grands marchés de consommation... La solution de ces problèmes spécifiques à la plasticulture méditerranéenne, et qui conditionne tout développement futur, passe par des recherches spécifiquement méditerranéenne, de la serre et une collaboration étroite des régions intéressées, dans un esprit réellement européen.