



Aspecto de la mesa de ponentes durante una de las sesiones del XII Congreso de Plásticos celebrado en Granada.

XII Congreso Internacional de Plásticos en Agricultura.

I PARTE

Jean Claude Garnaud hizo una comparación en carácter histórico en su intervención haciendo una referencia a que *500 años después: La plasticultura*.

Lo explica el ex-secretario general del C.I.P.A., Comité Internacional de Plásticos en la Agricultura y periodista especializado en técnicas de empleo de los plásticos en la agricultura mundial, el porqué con respecto al pasado, es una tentación dibujar un paralelismo entre la *Era del Descubrimiento del Nuevo Mundo* marcado por el viaje de Cristóbal Colón en 1492 y la *Era de los Grandes Descubrimientos Técnicos* que vio surgir la Plasticultura.

No obstante, mientras que al final del siglo XV el fervor económico y cultural permaneció centrado en Europa, actualmente todo el mundo participa en los grandes desarrollos técnicos y económicos de nuestro tiempo: El avance de la plasticultura a través de los continentes ilustra bien el fenómeno de la globalización.

En cuanto al futuro, la evolución de la plasticultura es difícil de prever. En base a conjeturas se pueden concebir varias hipótesis. Sean éstas optimistas o pesimistas, el futuro de la plasticultura pasa por una colaboración cada vez más estrecha entre las industrias del plástico y las agrícolas

tanto a nivel nacional como internacional.

Esta vocación de divulgación de materiales y aplicaciones de los plásticos que se emplean en agricultura es la que viene reuniendo a una comunidad de técnicos procedentes de todo el mundo en foros tan distintos como Barcelona, Nueva Delhi, California, Bucarest, El Cairo... La celebración del XII Congreso Internacional de Plásticos en Agricultura en España constituye un interesante contrapunto respecto al III Congreso Internacional, único celebrado en España con anterioridad (Barcelona, 1968). Desde aquellas fechas, la Plasticultura ha contribuido a mejorar la eficiencia de empleo de los factores de producción, mostrando su gran potencial en el aumento de los rendimientos de los cultivos, especialmente en los hortícolas, y, en general, ha contribuido a mejorar la productividad en el sector agrario.

El presidente del CEPLA, y también del CIPA, durante los años previos al Congreso, el Ingeniero Agrónomo Nicolás Castilla además del éxito alcanzado por la cualificación de los participantes y de las comunicaciones puede felicitarse también por el marco escogido para la celebración, la ciudad de Granada y su nuevo Palacio de Congresos, junto a las cuidadas actas de recopilación de

I PARTE

- Introducción y sumario.
- Invernaderos.
- Productos y materiales.

II PARTE

- Riego, drenaje, embalses y gestión del agua.
- Cultivos semiforzados: acolchados, pequeños túneles, cubiertas planas y otros.
- Envasado, almacenamiento y conservación de productos agrarios.
- Calidad de materiales. Normalización y certificación.
- Cuadro de todas las ponencias.
Nº 80 de Julio-Agosto.

III PARTE

- Los plásticos en agricultura en todo el mundo.
Nº 81 de Septiembre.

las comunicaciones. El libro de las actas publicado con anterioridad a la inauguración y entregado a los participantes inscritos tiene como editores al propio presidente del CEPLA y con la colaboración de Joaquín Hernández.

A continuación se publica un informe que recoge algunas generalidades escogidas entre comunicaciones, ponencias y sesiones poster. Este informe tendrá continuidad en los próximos números con una segunda y tercera parte.

En esta I Parte, se tratan los temas de invernaderos y los de materiales. En la segunda parte se incluirá un cuadro con todas las ponencias presentadas al congreso junto al nombre de los autores y su centro de trabajo, para facilitar la intercomunicación entre los profesionales y técnicos interesados en el plástico agrícola. El próximo Congreso de Plásticos para Agricultura organizado por el CIPA, se celebrará en Florencia.

Invernaderos

Los nuevos avances en los plásticos para invernaderos fue el tema desarrollado por Christian von Zabeltitz de la Universidad de Hannover que explicó que los criterios generales de diseño para la construcción de invernaderos de películas de plástico ya se presentaron en anteriores congresos del C.I.P.A. (XI Congreso, New Delhi). A partir de dichos criterios se describirían nuevos avances en el tema.

Un criterio importante en zonas de clima templado es que se consiga una eficiente ventilación, para dar vigor al cultivo. Se han desarrollado algunas construcciones nuevas. Otro de los criterios de diseño es la actual tendencia hacia estructuras más ligeras con elevada capacidad de transmisión de luz. Se están realizando algunas construcciones colgantes. La estructura «tipo tienda de campaña» desarrollada en Hannover está aún en estudio. En otros países se promueven construcciones similares. Las estructuras simples de túnel de-

Las figuras de la 1 a 7 corresponden a criterios generales de diseño de invernaderos de plástico expuestas en la ponencia de Christian von Zabeltitz de la Universidad de Hannover.

Figura 1:
Construcción de invernaderos con perfiles laterales en desnivel

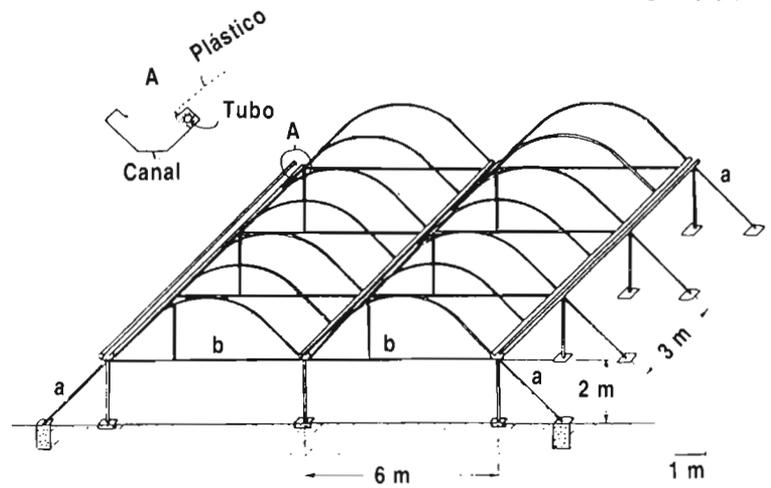


Figura 2:
Construcción de invernaderos utilizando tensores de alambre

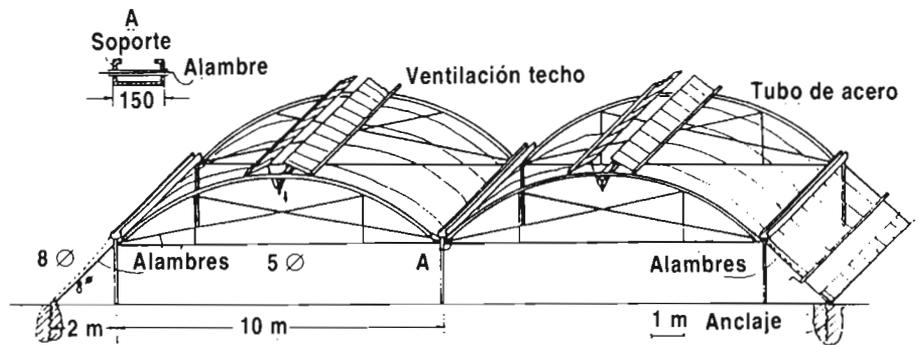
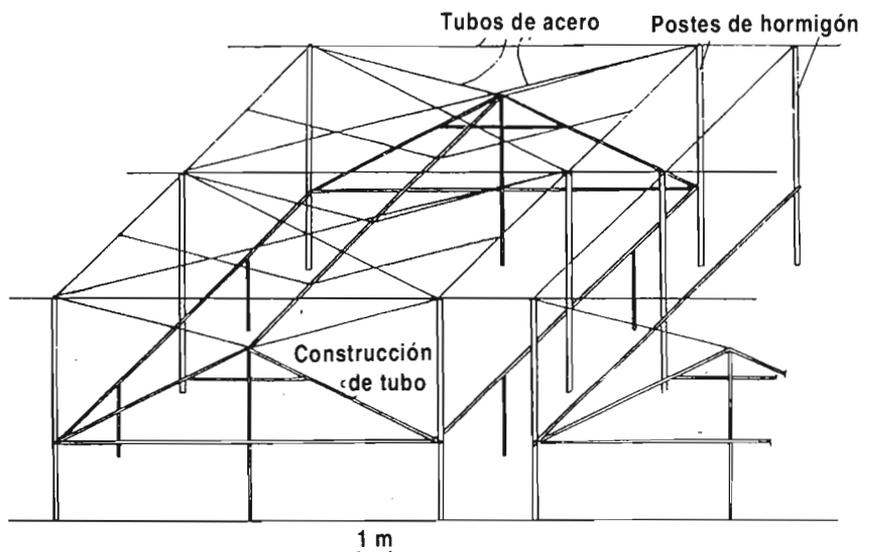


Figura 3:
Construcción suspendida





El CEPLA organizó viajes técnicos para los congresistas asistentes a la convocatoria de Granada. Un grupo viajó a la costa granadina para visitar explotaciones y viveros de frutas exóticas para climas templados, en Motril, Salobreña, Almuñecar. Los otros grupos estuvieron en Almería. Allí, visitaron la finca «Las Palmerillas» de la Caja Rural y la empresa de plásticos Macresur. En la foto uno de los grupos en invernadero parral con una incipiente plantación de melón.

berían construirse con forma de arco apuntado en vez de arco semicircular, para evitar que las gotas caigan sobre los cultivos.

En las ponencias se utilizan las ilustraciones señalados en las fig. 1 a 7 que explican tendencias lógicas a las que están recurriendo los nuevos diseños de los invernaderos actuales. La orientación que mueve este ponente también puede observarse en la agricultura española en donde se adivina para el futuro un incremento de la demanda de estructuras de invernadero bien diseñados que cumplan adecuadamente la función agronómica para lo que son construidos.

En este sentido, son ya muchos los observadores que señalan que las construcciones basadas en los tipos «parrales» serán empleados con mallas o bien, otros agrotexiles o plásticos sencillos y/o sólo para cultivos determinados.

Cuando se utilizan tecnologías más avanzadas de cultivo o se precisa de mayores niveles de calidad o precocidad en la fruta, hortaliza o producto ornamental, en el futuro más próximo, se requerirán estructuras de invernaderos con mayores prestaciones agronómicas.

En este mismo orden de ideas **F. Sevilla, P. Feuillolwy, Ch. Mekikd-jian**

de Francia explicaron sus trabajos sobre la ventilación natural de los invernaderos en las áreas mediterráneas; llevadas a cabo en Francia en donde el clima mediterráneo se caracteriza por una alta radiación y altas temperaturas en verano y primavera.

Esta ponencia resume los experimentos y modelización de tres sistemas de ventilación estática en tres túneles plásticos:

- un túnel con ventanas mecánicas longitudinales superiores e inferiores.
- un túnel con aperturas longitudinales superiores e inferiores cerradas con tubos de plástico inflados.
- un túnel con un sistema de apertura tradicional, aunque mecánico, que consiste en retirar las películas de plástico.

La eficacia de cada sistema (índice de ventilación) se mide con un método que utiliza un indicador de gas.

Se simula la vegetación con cortavientos de plástico.

Los resultados y la discusión de-

Las construcciones basadas en los tipos «parrales» serán empleados con mallas o bien agrotexiles o plásticos sencillos sólo para cultivos determinados.

Cuando se utilizan tecnologías más avanzadas de cultivo o se precisa de mayores niveles de calidad o precocidad en la fruta, hortaliza o producto ornamental, en el futuro más próximo, se requerirán estructuras de invernaderos con mayores prestaciones agronómicas.



En Almería, la finca «Las Palmerillas» de la Caja Rural, ha trabajado en el desarrollo y experimentación de plásticos para la cubierta de invernaderos y también en aplicaciones prácticas para la mejora en las estructuras de los invernaderos del Sureste de España. En la zona de mayor superficie del país dedicada a la producción hortícola en invernadero aún tiene pendiente evaluar la productividad de los modelos de invernadero fabricadas de acuerdo con normas de calidad de rango europeo y según criterios de diseño agronómico que permiten en nuestro clima todas las alternativas de cultivo hortícola.

muestran que existe una proporción de apertura óptima, el 15% ó 20% de apertura por metro cuadrado de suelo, y que la vegetación disminuye el índice de ventilación hasta el 30%.

El efecto chimenea entre la parte superior e inferior es significativo cuando la velocidad del viento es inferior a 1 m/s.

La aireación por apertura tipo «chimenea» resulta superior porque para una superficie de apertura dada, ésta debe ser obtenida por una débil apertura en la cumbre y por más grandes aperturas laterales en todo los laterales del invernadero creando así una mejor circulación de los «filetes» de aire e igualmente para débiles velocidades de viento.

Los avances tecnológicos de la «Plasticultura», como es el caso de las películas muy transparentes con propiedades anti-goteo..., disminuyen los inconvenientes ocasionados por:

- la reducción de la transparencia de una doble pared a las radiaciones fotosintéticamente activas.

- el aumento de la higrometría del aire y de la condensación en la pared

del invernadero hermético.

Experimentos en la estación de Alenya muestran la importancia de los calendarios de los cultivos, de las elecciones de híbridos (tomates) y el interés de las técnicas de cultivo sin suelo. Estas confirman la eficacia de la asociación de los intercambiadores de calor a baja temperatura (con tubos colocados en la vegetación) y mediante generador de aire caliente. Han permitido evaluar los diferentes costos energéticos según las funciones; calefacción de base, deshumidificación con el método de ventilación/calentamiento...

El invernadero de doble pared hinchable es un instrumento de grandes resultados, adaptando en todas las estaciones a la producción hortícola. Los técnicos de Alenya, **J. Lagier** y **B. Jeannequin** de la Estación Experimental Mas Blanc llevan a cabo progresos de investigación sobre alternativas técnicas y climáticas que utilizan dobles paredes de plásticos y las cubiertas de invernaderos.

Por otro lado, **D. Wasijenberg**, de Wageningen Holanda, trabaja sobre el diseño de una película para invernaderos con soporte de cable.

El objetivo de esta investigación es desarrollar un invernadero de alta tecnología con una alta transmisividad de luz, buen aislamiento y suficiente fuerza. En el diseño no hay ventanas para la ventilación natural en la cubierta porque el invernadero tiene una instalación climática con respiraderos, «cooling» etc. Será desarrollado como un invernadero cerrado respecto al ambiente debido a que para el futuro no se den contaminaciones por pesticidas.

En el Imag-DLO se construye un prototipo en enero de 1992 con un trazado 20 x 20 m y una altura en la cumbre de 4 m. Los resultados de esta investigación en cuanto al diseño, la construcción de esta nueva estructura, los estiramientos y fijaciones de las películas plásticas y las fuerzas que ocurran en los cables bajo cargas de viento fueron presentadas durante el Congreso.

En contraposición a un modelo de invernadero con un alto nivel de sofisticación está el invernadero tipo Almería, que es una opción tecnológica para el aprovechamiento de zonas áridas como tierra de cultivo. En este sentido fue la exposición de



Las 28.000 Ha de las que casi 22.000 Ha están cubiertas de plásticos y toda esta superficie, por su concentración geográfica, representa una visión espectacular para el visitante procedente de otro país. Lo mismo ocurre con «la tecnología» surgida de la simbiosis, «palo, alambres y plástico», el llamado invernadero parral procedente de la tradición parralera de la zona cultivando uva.

J. López Gálvez, F. Bretones Castillo y L. Moya Juanas pertenecientes a E. Experimental «Las Palmerillas» y la empresa Repsol Química, S. A.

La tecnología de los cultivos sobre enarenado en invernadero tipo Almería ha conseguido soslayar las limitaciones de la calidad del suelo de cultivo dando un mayor y casi exclusivo peso al agua y posibilitando un uso eficiente de este recurso. La no disponibilidad de suelo fértil ha conllevado, a las explotaciones de producción hortícola, a la creación de un sustrato artificial el «enarenado». Este va perdiendo parte de su protagonismo debido al uso cada vez más generalizado de la tecnología del riego localizado, que permite la aplicación del agua y los elementos nutritivos a pie de planta con la frecuencia que sea necesaria y facilita el control de la contaminación proveniente del lixiviado de los elementos fertilizantes.

Esta tecnología local, ha conjugado convenientemente la preparación de suelo artificial, el riego a partir de aguas subterráneas y el establecimiento de unos invernaderos muy simples, para crear un microclima

favorable que incrementa el rendimiento y la precocidad de los cultivos con unos bajos costes de inversión, compitiendo con las técnicas de invernaderos más complejas y costosas desarrolladas en otras latitudes. Sin embargo, otros autores señalan a menudo que los problemas sanitarios y de salinización del suelo acabarán por forzar a seguir cuales cultivos almerienses o mejorar sus tecnologías de cultivo en invernadero.

Seguramente estos autores dejaron aquí este último tema, para sus trabajos de I + D, que a buen seguro expondrán en otros foros, el renovado protagonismo de nuevo con el empleo de plástico que están tomando novedosos sistemas de cultivo en Almería: la hidroponía, los cultivos «sin suelo».

N. E. Anderson de Dinamarca, intervino en este Congreso Internacional de Plásticos para explicar la producción de esquejes bajo pantallas de sombreo de diferentes materiales.

En sus ensayos la *Hedera helix* variedad *Alke* y algunos patrones de *Dendranthema grandiflora* variedad Surf (Crisantemo) se cultivaron bajo

pantallas de sombreo de tres materiales diferentes (DGT4b, LS14 y LS16) o sin protección alguna, en un invernadero.

Se midieron la presión de vapor de agua, la temperatura del aire y la del cultivo bajo las pantallas. Ni el número de esquejes de *Dendranthema*, ni el peso fresco ni el seco en cada corte se vio afectado por el material de la pantalla. El contenido en materia seca se vio influido por el material de la pantalla, aumentando a medida que el nivel de sombreo bajaba. Se observó la mayor temperatura del aire en el medio ambiente del invernadero sin protección, y la temperatura más baja del aire bajo LS16. La temperatura más alta en el entorno de la planta se midió en las plantas sin pantallas protectoras, y sólo se encontraron pequeñas diferencias entre los diversos materiales de pantalla. La presión de vapor de agua más elevada fue bajo DGT4b y la más baja con LS16. La evapotranspiración media más elevada medida en *Hedera helix* fue bajo LS14 y en las plantas sin protección. El nivel de evapotranspiración media más bajo se observó con DGT4b y LS16.

La climatización de los invernaderos en período estival y el estudio de diferentes métodos de refrigeración es un tema que continuamente adquiere mayor atención por parte de los agricultores y en ello trabajan **M. Mermier, T. Boulard y A. Baille** de Francia. (Figura 8).

La climatización de los invernaderos en período estival es un problema importante en las zonas de clima mediterráneo y condiciona la duración de la ocupación de los invernaderos, y con ello, la rentabilidad de las inversiones.

Se han estudiado los efectos de diferentes equipos de climatización de invernadero (hacer sombra, ventilación o nebulizado) sobre el microclima resultante y sobre la transpiración de un invernadero.

Las funciones de refrigeración se han estudiado de forma separada y después combinada (sombra y ventilación, nebulizado y ventilación), con objeto de analizar sus interacciones:

- la sombra produce fuertes reducciones de transpiración del cultivo debido al descenso de aporte de energía radiativa, en cambio la bajada de la temperatura del aire y de la

Figura 4:
Construcción de invernadero con plástico, canalón enrollable y ventilación lateral

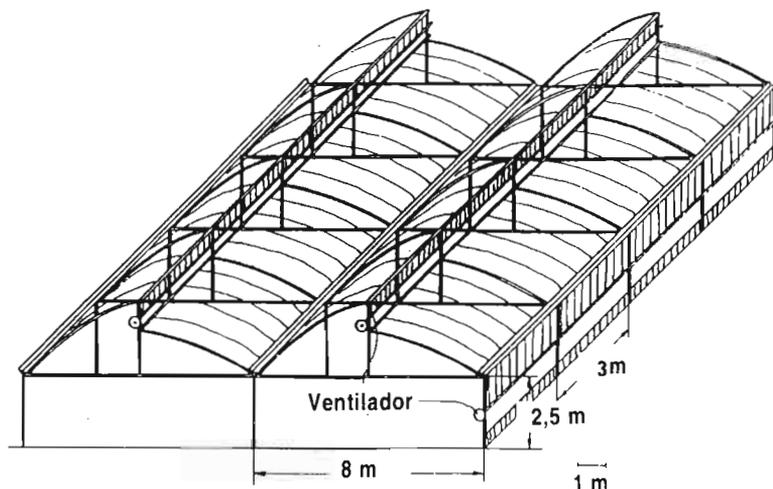
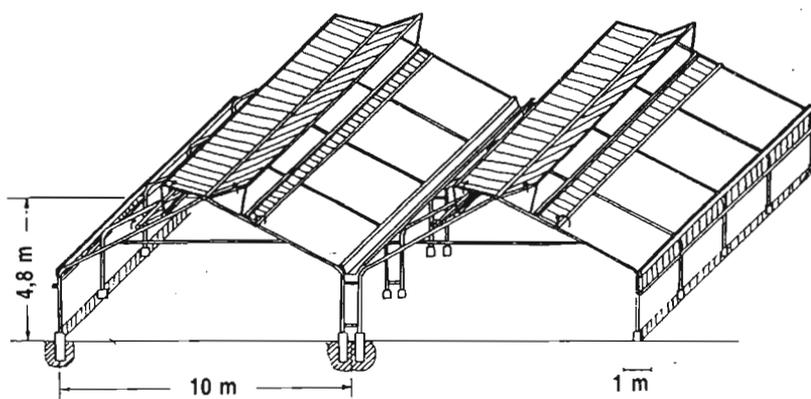


Figura 5:
Construcción con alto porcentaje de ventilación abierta



pueden aportar a la gestión estival del clima del invernadero, teniendo en cuenta en tiempo real, la transpiración del cultivo y las interacciones entre las diferentes funciones del sistema de control del clima.

Los resultados a que han llegado los franceses **M.Mermier, T. Bou-lard y A. Baille**, muestran que es necesario administrar el invernadero a partir de variables de estudio, temperatura, déficit de saturación, pero también teniendo en cuenta las tasas de transpiración del cultivo, medida (medida de flujo de savia, medida en lisímetro) o cálculo (modelización de estos términos).

Las dos funciones aireación y nebulización disminuyen la transpiración de manera importante, pueden ser modelizadas en el marco de un balance de la pareja calor sensible y de vapor de agua bajo invernadero. Los resultados obtenidos probados en el marco de un sistema comercial de ordenador de gestión de invernadero, con un debe de nebulización y una apertura óptima, muestran que es posible limitar la demanda climática frente a las posibilidades de oferta del cultivo.

El comportamiento climático del invernadero tipo Almería en los meses de invierno y de verano, fue explicado a los congresistas de todo el mundo asistentes a la convocatoria de Granada por **J. López-Gálvez, J. C. López-Hernández y F. Bretones**, de la Estación Experimental de Almería perteneciente a la Caja Rural.

En su exposición dijeron que se han comparado las medidas de parámetros climáticos efectuadas en el exterior e interior de un invernadero tipo Almería. Los resultados de temperatura y de radiación para los meses de Enero y Julio. La integral térmica fue mayor dentro de invernadero, un 5,7% durante el mes de Enero y un 5,3% durante el mes de Julio.

El invernadero tipo Almería precisa de mejoras conducentes a elevar las bajas temperaturas de los meses invernales y reducir las altas temperaturas de los meses estivales, así como los altos valores de humedad relativa que se generan en el interior de los mismos. Para ello habría que trabajar en: adecuar el esqueleto estructural para utilizar dobles cubiertas móviles, mejorar los niveles de radiación dentro de invernadero con geometrías de cubierta adecuadas y

- hoja es menos significativa;
- la ventilación aplicada de forma independiente se traduce, por la fuerte renovación de aire, en elevados índices de transpiración a un mayor déficit de saturación del aire interior;
- en cambio, la utilización simultánea de la ventilación y el nebulizado reduce de forma importante el flujo de transpiración.

El conjunto de resultados de los experimentos pone en evidencia las interacciones existentes entre las diferentes funciones de climatización y su efecto sobre el clima del refugio y la transpiración de los cultivos.

El estudio de los autores sugiere un cierto número de mejoras que se

La eficacia de índice de ventilación óptima, el 15% ó 20% de apertura por metro cuadrado de suelo. El invernadero de doble pared hinchable es un instrumento de grandes resultados, adaptando en todas las estaciones a la producción hortícola.

buscar sistemas de ventilación que permitan reducir los valores altos de humedad relativa.

Como explican nuestros autores en este mismo número la floricultura en la región de Murcia, presenta una situación actual que cuenta con un aliado en los plásticos y con su estructura productiva basada en la empresa familiar agraria que le permite aspirar a unas perspectivas interesantes para producir productos de horticultura ornamental: flores y plantas. Del mismo tono es la ponencia presentada al Congreso de Granada por **R. Aragón, J. Melgarés y M. Romero** sobre *La floricultura en la región de Murcia*.

La integración de las técnicas de plasticultura en el cultivo de pepino en la región noreste de Méjico la explicaron **M. R. Quezada Martín, J. Flores Velázquez y L. Ibarra Jiménez**.

En el noreste de Méjico, no es posible producir pepino en el período de otoño-invierno en condiciones de intemperie. Con el uso de invernaderos no climatizados se ha demostrado que es factible producirlo en dicho período.

Se presenta la integración de técnicas de plasticultura dentro de invernadero en el cultivo de pepino corto var. *Spring 440 (S)* como un medio de justificación de tales tecnologías. Los tratamientos evaluados en el período otoño-invierno fueron:

1).- Acolchado de suelo más riego por goteo, 2).- Acolchado de suelo más riego por superficie, 3).- Riego por goteo más suelo desnudo y 4).- Riego por superficie más suelo desnudo.

En el período primavera-verano se evaluó el tratamiento acolchado del suelo más riego por goteo, que fue el que tuvo mejor respuesta en el anterior período (Otoño-Invierno).

Los resultados muestran que el rendimiento medio se incrementó 279, 218 y 43 por ciento, por efecto de estación del año, de acolchado del suelo y riego por goteo respectivamente.

El aporte de energía luminosa en los invernaderos, fue el tema escogido por los técnicos de *Visqueen*, y lo suyo puede decirse que fue «hablar por experiencias».

Explican que en 1986 las novedades tecnológicas introducidas por la sociedad inglesa «*British Visqueen*

Las plantas, la luz y los plásticos.

La ponencia que llevaba por título: *Películas fotoselectivas y fluorescentes en plasticultura de Y. Zarka* perteneciente al *Recherche et Developpement Station Experimentale, Erez Thermoplastic Products* de Israel, explica los fundamentos por los que transcurren las investigaciones encaminadas a experimentar plásticos fotoselectivos.

Las plantas son máquinas, que funcionan con energía solar. La luz es el carburante de la fotosíntesis. En total las plantas captan la energía del sol y la transforman en sustancias que, directa o indirectamente, alimentan a la mayoría de las otras formas de vida en la Tierra.

La luz no es solamente un carburante de las plantas. El futuro de una semilla germinada depende no solamente de la intensidad de la luz, sino también de la calidad de la luz que recibe la plántula. De la calidad de luz dependen el tamaño de la planta adulta, la cantidad de hojas, el principio de la floración, de la fructificación y de la senescencia. De esta forma, la luz determina todos los aspectos de la vida vegetal según el proceso de «fotomorfogénesis».

Ya que la luz rige el desarrollo de las plantas, también debe actuar sobre programas de la morfogénesis: los genes. Ahora bien,

si las reacciones bioquímicas de la fotosíntesis son conocidas, el mecanismo por el cual la luz modifica la expresión de los genes en las plantas permanece obscuro.

Numerosos investigadores estudian el mecanismo bioquímico de la fotomorfogénesis y especialmente, los genes activos por la luz y han encontrado secuencias de ADN que reaccionan a la luz, denominados «elementos fotoreactivos».

Numerosos biólogos estudian la regulación de los elementos fotoreactivos. El autor de esta ponencia ha utilizado las informaciones acumuladas por decenas de investigadores en los diez últimos años, a fin de desarrollar películas para invernaderos explotando estos descubrimientos.

Por ello introdujo en películas de plástico, filtros solares selectivos absorbentes y selectivos fluorescentes, filtros que cambian la composición espectral de la luz transmitida al invernadero.

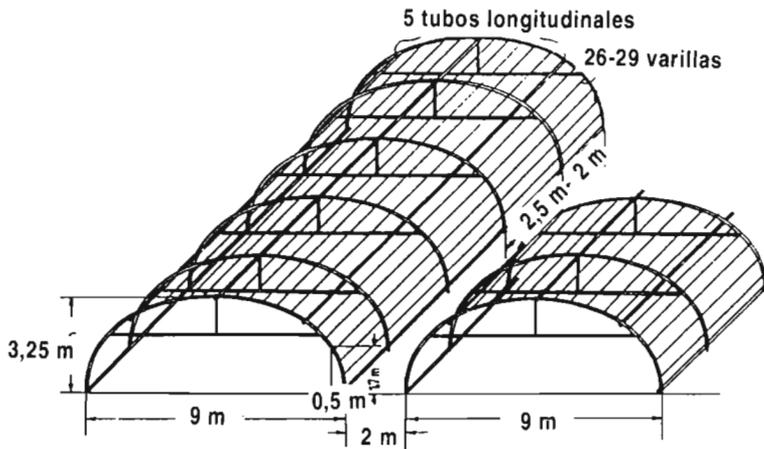
1.- Durante varios años hemos hecho tests de películas fluorescentes -dice **Y. Zarka** en su ponencia presentada en el congreso internacional de Granada- sobre diversos cultivos, en diferentes climas, al principio en estaciones y bajo diferentes climas, al principio en estación experimental, para continuar a

escala comercial. Los resultados indican: una reacción de los más positiva de los cultivos investigados con películas fluorescentes. Estas reacciones varían en intensidad según los cultivos, las estaciones y las regiones geográficas.

2.- Actualmente se están haciendo tests a películas nuevas con filtros absorbentes y reflectantes destinados a la lucha en invernaderos contra las afecciones patológicas de las plantas. Los resultados nos conducen a la hipótesis de que la calidad de la luz podría ejercer una influencia sobre la sensibilidad de algunas plantas con ciertas anomalías y enfermedades. Especialmente, enfermedades provocadas por hongos aéreos (*Botrytis cinerea*, *Sclerotinia*, *Allenaria*, *Stemphylium* y otros).

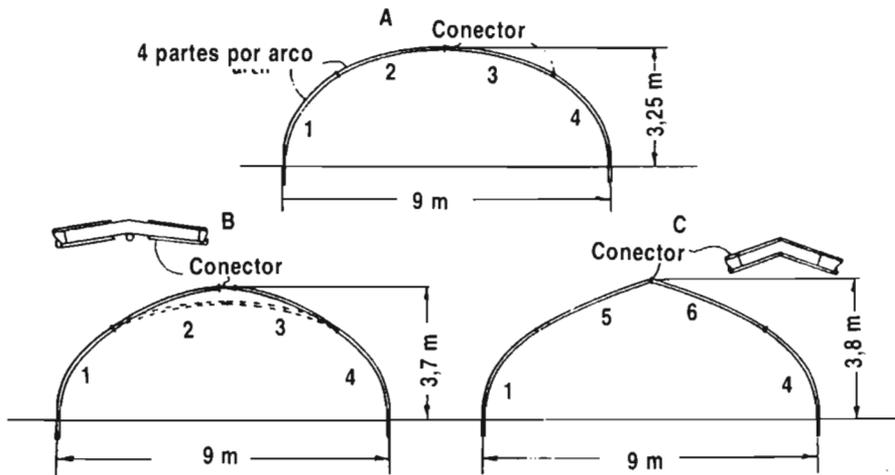
Si se consigue irradiar las plantas con una calidad de luz que responda a sus necesidades, se podría dirigir su crecimiento y su agostamiento según nuestras exigencias. Pero todavía apenas se entrevé la precisión con la cual la luz controla el crecimiento, el desarrollo y el envejecimiento de las plantas. La comprensión de este proceso es un desafío fundamental para la agricultura en general, y la plasticultura en particular.

Figura 6:
Túnel de invernadero de arco redondeado
y cubos longitudinales (26-29 varillas)



La no disponibilidad de suelo fértil ha conllevado, a las explotaciones de producción hortícola, a la creación de un sustrato artificial, el «enarenado». Este va perdiendo parte de su protagonismo debido al uso de la tecnología del riego localizado.

Figura 7:
Construcción de túnel de invernadero de arco gótico
en un solo tramo



dente de la tecnología y el buen hacer de «British Visqueen». *El Luminal-4* ha demostrado ser el producto que mejor responde a la noción de energía luminosa bajo cubierta.

Nuevos productos están en experimentación. Productos que intervendrán sobre la regularización de las temperaturas en el interior de la zona protegida y sobre la mejora de la actividad fotosintética de las plantas. El grupo británico al cual pertenece *Visqueen*, es el primer fabricante europeo de plásticos a base de polietileno, con una producción anual de cerca de 200.000 toneladas de filmes.

La gestión simultánea de la ventilación estática y de la nebulización en invernadero de doble pared de plástico, es aconsejable. Esto es lo que se desprende de los trabajos de ensayos realizados por **T. Boulard**, **M.Mermier** y **P. Pyrrha**, pertenecientes al INDA francés.

La utilización de invernaderos en período estival en climas mediterráneos pasa por una mejora de las técnicas clásicas de climatización. Especialmente en el caso de las funciones de ventilación estática y nebulización, que permiten disminuir de forma significativa la temperatura y el déficit de saturación en invernadero y hacen posible la continuación de los cultivos en verano.

El modelo puesto a punto permite calcular la temperatura y la humedad del invernadero para diferentes condiciones climáticas y diferentes esta-

Limited» en el concepto y fabricación de películas de polietileno para la cubierta de invernadero de túnel y en el de capilla, han aportado a estas películas unas propiedades de transmisión de luminosidad jamás conseguidas hasta ahora.

La exposición de los técnicos ingleses describe las principales características de una película de polietileno de tres capas compuestas de copolímeros EVA, aditivos especiales para la absorción de rayos infrarrojos y agentes anti-vaho.

La capa de agua continua que se

forma en la cara inferior de la película, por el lado del cultivo, aumenta también las propiedades térmicas en la medida que los rayos infrarrojos de onda larga quedan retenidos en el interior del invernadero.

La transmisión de luminosidad y la termicidad son factores que mejoran los resultados agronómicos: frutos menos marchitos y mejor formados, plantas más fuertes, precocidad importante, mayor rendimiento.

Visqueen-France ha introducido desde 1987 en el mercado francés y español la película *Luminal-4* proce-



En la foto, ante la sala principal del Palacio de Congresos de Granada están de izq. a dcha.: Francisco Bretones, de la Estación Experimental «Las Palmerillas»; el Presidente de honor del CEPLA, Manuel Mendizabal; el Presidente del Centro Español de Plásticos, Josep Lloria y el Secretario General del CEPLA y del congreso, Félix Robledo de Pedro.

dos de los principales sistemas de climatización.

Los resultados obtenidos han sido satisfactorios y casi siempre se ha podido conseguir una temperatura inferior a la del exterior, al optimizar la nebulización y las aperturas para ventilación; todo esto cualesquiera que sean las variaciones del clima exterior y sin tener que conocer las características exactas (parámetros) del invernadero y del cultivo.

Productos y materiales

El nuevo desarrollo en las películas agrícolas es el trabajo en el que participa **Yael Allingham** perteneciente a **Constab Polymer-Chemie GMBH & CO**, de Alemania

En Granada, explicó que el desarrollo en la modificación de películas de polietileno ha permitido un nivel de control de luz y temperatura dentro del microclima de los invernaderos, o suelos acolchados que no habría sido posible hasta ahora, sin los trabajos de investigación y ensayos de plásticos especiales para la agricultura.

Además de proteger las películas agrícolas del deterioro producido por los rayos ultravioletas durante tres años, se pueden formular combinaciones aditivas altamente sofisticadas para transmitir y distribuir la radiación solar beneficiosa, para retener el calor y evitar los daños asociados con la condensación. Son los

llamados plásticos «fotoselectivos».

Otros tipos de aditivos para los plásticos susceptibles de empleo agrícola son los llamados *anti-enfermedades*.

Algunas enfermedades causadas por los microorganismos en las plantas son de difícil control y pueden causar graves daños a los cultivos a no ser que se utilicen fuertes y regulares dosis de pesticidas.

Un problema particular es el que presenta el hongo de la *Botrytis*, el cual es casi imposible de combatir. Teóricamente, en literatura fotobiológica se conocen los ciclos de vida de algunos de estos organismos, incluida la *Botrytis*, ciclo que depende de una cierta longitud de onda de la radiación solar.

Con la adición del absorbente adecuado, se puede también reducir drásticamente la enfermedad. Otras enfermedades están siendo investigadas por esta compañía alemana de aditivos para los plásticos.

También en Méjico llevan a cabo ensayos con plásticos fotoselectivos para uso agrícola a base de polietileno y estudios del efecto de los pigmentos sobre el envejecimiento. En ambos casos los resultados son por ahora dispares y con aún escasa aplicación económica para la mayor parte de los cultivos.

Sin embargo, los plásticos fabricados mediante de películas «coextrusionadas» para invernaderos a base de polímeros de flúor, no son algo experimental y **Tony Daponte** de

Hyplast, en Bélgica, explicó sus características.

Empezó afirmando que tradicionalmente, los invernaderos de cristal y los invernaderos cubiertos por plásticos han coexistido durante muchos años.

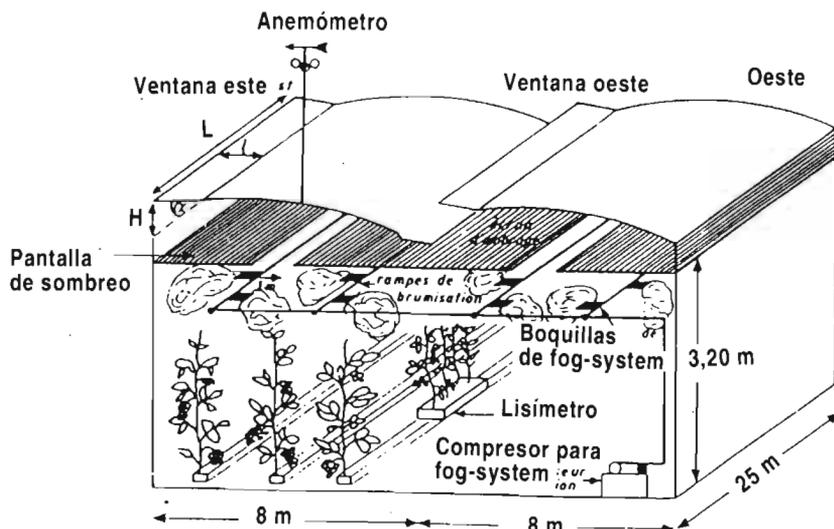
En la actualidad existe una nueva generación de películas de plástico «coextrusionadas» realizadas a base de diferentes polímeros de flúor, disponiéndose en grandes anchos, eliminando así las diferencias de carácter agronómico entre el cristal y el plástico. Estas películas tienen como característica intrínseca, un altísimo índice de transmisión de luz difusa, y una absorción casi completa de la radiación infrarroja de onda larga. Su resistencia durante 10 a 15 años a los rayos ultravioletas los convierten en las películas que en el futuro habrán de sustituir al cristal.

La ponencia destaca estas características, pero profundiza en el modo en que las propiedades mecánicas se pueden ajustar simplemente cambiando la distribución de las capas, o el contenido de las diferentes láminas de fluoruron de polivinilo coextrusionado.

Plásticos fotobiodegradables en cultivos protegidos: el estado del polímero y de los aditivos tras el proceso de degradación es el título de la intervención de **Augusto Fabbri**, Italia

Dijo que la tradicional práctica del acolchado ha sufrido un importante desarrollo desde la aparición de ma-

Figura 8:
Túnel de invernadero de arco redondeado y tubos longitudinales (26-29 varillas)



teriales plásticos para sustituir a los naturales.

La industrialización de esta técnica ha estimulado la diversificación de productos agrícolas, aumentando de esta manera el rendimiento, que cubre ampliamente la pequeña inversión necesario para comprar el material de acolchado. Durante el año agrícola de 1986, la técnica de acolchado se aplicó sólo por la técnica de acolchado se aplica en todo el mundo en una superficie de unos 2,3 millones de ha (datos obtenidos por cortesía del C.I.P.A.)

La introducción de películas de plástico fotobiodegradable evitará, hasta cierto punto, los habituales problemas derivados del uso de otros materiales plásticos no especializados, extendiendo así los beneficios agrícolas y ecológicos característicos de esta técnica a los cultivos herbáceos de recolección mecánica.

La investigación llevada a cabo en este campo ha demostrado que es posible regular los tiempos de degradación de las películas de plástico, adaptándolas al cultivo de que se trate. Además, se ha demostrado que los residuos de este proceso no son contaminantes, ni nocivos para los cultivos en los que se usan.

Estudios y ensayos encaminados al desarrollo de placa rígida para cubiertas de invernadero a base de

PVC o PC, los llevan a cabo M. C. Javier Guillén M., M. C. Saúl Sánchez V. y L. C. Q. Jesús Rodríguez V. de Méjico

Estos técnicos explican que el desarrollo de placa rígida para cubiertas de invernadero a base de PVC o PC se fundamenta en la necesidad de contar con productos que se utilicen como cubiertas rígidas para invernadero requiere del desarrollo de formulaciones de materiales plásticos que tengan la capacidad de transmitir los rayos caloríficos solares de longitud de onda corta y a su vez impedir el paso de radiación de longitud de onda correspondiente al infrarrojo lejano (7-14 micras) que son el tipo de radiación que emite el suelo durante la noche (efecto de invernadero).

Los materiales que producen el mejor efecto invernadero por su alta absorción de radiación de longitud de onda al infrarrojo lejano son en orden decreciente el Policarbonato (PC), Polimetilmetacrilato (PMMA), Poliéster (PET), Policloruro de vinilo (PVC), Copolímero de etilen-vinil-acetato (EVA) y Polietileno (PE) térmico.

Los primeros desarrollos de cubiertas para invernadero a base de un material polimérico, se llevaron a cabo en Méjico en películas flexibles, siendo las más importantes el

PE en su forma de larga duración y formulado para ofrecer impermeabilidad infrarroja, el PVC plastificado, el PELBD y el Copolímero EVA.

Las placas a base de materiales rígidos ofrecen las siguientes ventajas como cubiertas de invernadero: costo de amortización más bajo que el de películas flexibles; los principales materiales utilizados para la elaboración de estas placas tienen excelentes propiedades ópticas y térmicas; el uso de invernaderos con este tipo de placas requiere un menor consumo de energía para su calefacción; la durabilidad de estos materiales es muy alta (más de 15 años en algunos casos en PC) comparada con cualquiera de los materiales flexibles utilizados; ofrecen una mayor resistencia a los vientos, lluvias y granizo; la mayoría de estas placas tienen propiedad antiflama y ofrecen una excelente resistencia a climas áridos representativos de las zonas agrícolas que utilizan invernaderos en Méjico.

Después de exponer el proceso experimental, se detallaron en el congreso de Granada los que indican que debido a que el precio por kilo de resina de PVC es el menor comparado con el del de termoplásticos como el PC, PMMA y PET y que es una de las resinas más versátiles para formularse. En Méjico realizan pruebas para encontrar formulaciones base variando el tipo de ayuda de proceso y de modificador de impacto para obtener un valor de transmisión de luz mayor a 80% que es el mínimo requerido para cubiertas para invernadero de uso agrícola.

En sus conclusiones en esta intervención explicaron que se obtuvieron formulaciones prototipo de PVC rígido que fueron procesadas como placas extruidas con valores de transmitancia a la luz visible mayores al requerido para cubiertas flexibles para invernadero agrícolas: mayor durabilidad, antiflama y mayor opacidad.

Los componentes de las formulaciones que se podrían utilizar para obtener placas extruidas de PVC rígido para emplearse como cubierta de invernadero se indican en los resultados de la ponencia.

La alta transmisión de luz visible de policarbonato permite su uso en la elaboración de placas extruidas que se podrían emplear como cubier-

Además de proteger las películas agrícolas del deterioro producido por los rayos ultravioletas durante tres años, se pueden formular combinaciones aditivas altamente sofisticadas para transmitir y distribuir la radiación solar beneficiosa, para retener el calor y evitar los daños asociados con la condensación. Son los llamados plásticos «fotoselectivos».



tas rígidas para invernadero siempre y cuando se incluya en su formulación aditivos antioxidantes de tipo fenólico y estabilizadores UV del tipo benzotriazol.

Las propiedades del policarbonato lo hacen superior a muchos de los materiales empleados como cubierta rígida para invernadero ya que posee altas propiedades mecánicas como alta resistencia al impacto, gran durabilidad al intemperismo, opacidad muy alta a la radiación infrarroja, alta transparencia a la luz visible, que junto a una buena selección de aditivos que lo protegen contra la radiación U.V. y a la degradación térmica lo hacen un material muy adecuado para utilizarse como cubiertas para invernadero de uso agrícola.

La influencia de los pesticidas en la vida de las películas para cubierta de invernaderos, es el título de la ponencia presentada por **Katelijne Rooze** de la Exxon Chemical.

En la zona sur de Europa la principal aplicación de los plásticos en agricultura es la película para cubierta de invernadero para la protección del cultivo. La vida de estas películas para cubiertas de invernaderos se ha visto enormemente alargada mediante la utilización de aditivos absorbentes de luz UV. En la actualidad se emplean dos tipos: los neutralizadores Ni, que le dan un ca-

racterístico color verde amarillento a la película; y los estabilizadores HALS, que dan como resultado una película transparente.

Desde el punto de vista de la absorción de la luz UV, ambos son muy efectivos. En condiciones ideales de exposición, las películas con aditivo de tipo HALS son más eficaces respecto a la estabilidad UV que las del aditivo neutralizador Ni.

Sin embargo, cuando la película para cubierta de invernaderos se ve expuesta a pesticidas que contienen azufre y cloro, se observa que su vida se acorta de forma significativa, tanto en cubiertas con aditivo neutralizador Ni como con estabilizador HALS.

El objetivo de la ponencia del investigador de Exxon es resumir los diferentes experimentos realizados en la comparación de la resistencia a los pesticidas por parte tanto de las películas con aditivos neutralizadores Ni, como con estabilizadores HALS. A partir de estos experimentos las conclusiones indican que ambos estabilizadores UV se ven afectados por el empleo de pesticidas, aunque se advirtieron pequeñas diferencias entre los distintos tipos de aditivos HALS.

Nicolás Castilla, presidente del CEPLA y del CIPA recibiendo la felicitación por la organización del Congreso Internacional de Granada del director de esta Revista, **Pere Papaseit**. La organización del Congreso y la publicación de las actas del mismo contó con la colaboración de la Consejería de Agricultura de Andalucía, Exxon Chemical, la empresa transformadora de plásticos Macresur, Ciba-Geigy, el INIA y la Caja Rural de Almería. El patrocinio ha sido de Repsol Química, Dow Ibérica y la Caja Rural de Granada.

Es un reportaje
realizado por:
XAVIER CARBONELL
ANNA VILARNAU
PERE PAPASEIT