

EVOLUCIÓN Y MEJORAS APLICADAS A LA TECNOLOGÍA DE LA PRODUCCIÓN INTEGRADA EN LOS INVERNADEROS DE ALMERÍA

JOSÉ ÁNGEL NAVARRO CASTILLO

RESUMEN

Siendo difícil aislar los distintos factores integrantes del sistema de producción integrada, se hace una visión retrospectiva de la evolución, desde un punto de vista general, de la agricultura en Almería, también de las prácticas fitosanitarias y de las estructuras. En cada una de estas vertientes se destaca la adaptación sufrida en la última década hacia un sistema productivo más racionalizado y su posible proyección de cara el futuro.

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura, al igual que cualquier otra actividad, está sujeta a los cambios dictados por la tecnología de cada momento. En el caso de la agricultura de invernadero este aspecto tecnológico está más marcado y es totalmente dependiente del mismo, teniendo como objetivo prioritario la rentabilidad. Por ello, en la medida que avance la ciencia y su aplicación tecnológica, avanza nuestra agricultura, y en la medida que se equivoca nosotros también nos equivocaremos.

Es difícil a veces predecir el futuro de la técnica aplicada, ya que la resolución de algunos problemas precede al estudio de sus posibles consecuencias, muchas veces debido a la presión comercial y a la falta de regulación legal o a la debida aplicación de normativa; como ejemplo de ello tenemos los problemas en la aplicación de productos fitosanitarios, la explotación de acuíferos, gestión de residuos, etc.

De otra parte, no se debe entender la producción integrada como una práctica puntual para conseguir un fin inmediato, sino como un sistema de producción tecnológico en el que agrónomicamente y legalmente se aconseja y se obliga a cumplir una normativa en la que se han previsto las consecuencias que la actividad agraria produce de forma inmediata y a lo largo del tiempo.

Se debe pasar de una agricultura de “libre albedrío o buen entender” a un sistema bien regulado y con un control exhaustivo, de la misma manera que cualquier otra actividad en los distintos sectores económicos (minas, fábricas, hoteles, etc.).

2. Contexto histórico

La tradición hortícola en Almería, anterior a la proliferación en primera instancia de enarenados y después cultivos bajo plástico, se limita a las zonas tradicionales de vega para el abastecimiento de los núcleos de población cercanos. Los cultivos protegidos se deben a una inversión adicional en instalaciones tecnológicas y la valoración de los géneros en nuevos mercados de mayor poder adquisitivo.

2.1. Nacimiento de los invernaderos

La cronología sobre los hechos más destacados en la evolución de la horticultura almeriense, sería la siguiente (Mendizábal, M., 1969; Bosque, J., 1979; Muñoz y otros, 1991; Palomar, F., 1994):

- 1941.- Inicio de la transformación agraria. Declaración por el Instituto Nacional de Colonización de parte del Campo de Dalías como «Zona de Interés Nacional».*
- 1953.- Plan General de Transformación con la puesta en regadío de 1.760 Ha.*
- 1957.- Experimentación de la técnica de enarenado por el INC en Roquetas de Mar.*
- 1958.- Ampliación del Plan General de transformación a 2.175 Ha.*
- Proliferación de enarenados.*
- 1960.- Primeras experiencias del INC sobre construcción de abrigos plásticos.*
- 1963.- Construcción de los primeros invernaderos experimentales por el INC.*
- 1971.- Expansión de la superficie de cultivos bajo plástico hasta 1.114 Ha.*
- 1979.- El crecimiento de cultivos bajo plástico llega a 6.386 Ha.*
- 1984.- Regulación de las extracciones de aguas subterráneas por la Junta de Andalucía y suspensión de créditos oficiales para la implantación de invernaderos. 11.449 Ha bajo plástico.*
- 1986.- Promulgación del decreto de sobreexplotación del acuífero del Campo de Dalías.*
- 1993.- Superficie invernada 23.150 Ha.*
- 1998.- Se estiman unas 30.000 Ha.*

2.2. Evolución de las estructuras

Desde el inicio, las estructuras para soportar el plástico se adaptan con pocas modificaciones a la tecnología de cultivos de parral de la zona. Tanto es así, que durante bastante tiempo, y esto es hasta final de los ochenta, prevalecen las cubiertas planas. Para entonces, según Muñoz A. y otros (1991), el 80,4% son el clásico parral de madera y alambre, el 7,1% tubo galvanizado y el 6,9% perfiles angulares de hierro.

Especialmente de estos últimos se conservan en la actualidad un buen número a los que normalmente se les ha proporcionado más altura. Este largo período de presencia masiva del

parral está justificado por varios motivos (normalmente acordes con la situación económica del sector que no permite grandes inversiones), no siempre acertados como posteriormente se ha corroborado:

- Mayor resistencia constructiva.
- Menor resistencia al viento.
- Facilidad de colocación de la cubierta plástica.
- Disminución de la salinidad del suelo mediante la entrada de agua de lluvia.

Durante los veinte años que comprenden las décadas de los setenta y ochenta, la aplicación de avances tecnológicos en las estructuras de invernaderos es muy lenta o casi inexistente para la mayoría de pequeños productores agrícolas. El sistema productivo se caracteriza por:

- Estructuras de tipo plano con una altura máxima de 2 a 2,3 m.
- Material de construcción con pilares a 2 x 4 m de distancia a base de rollizos de madera (a pesar de que los primeros invernaderos se construyen de perfiles o tubo de hierro).
- Tejido de alambre galvanizado doble en los laterales y en la cubierta.
- Soporte de cultivo entutorado con cañizo y más tarde rafia de polipropileno.
- Sistema de ventilación básicamente lateral y cenital con apertura estacional de algunas juntas de unión del filme.
- Sustrato de cultivo aportado artificialmente en parte o en su totalidad constituyendo el denominado enarenado (Bosque, 1979).
- Sistema de fertirrigación localizada por goteo y abonadoras de presión diferencial.
- Cubierta a base de polietileno tratado de 0,1 mm perforado.
- Equipos para tratamientos fitosanitarios móviles.

En la década de los noventa la progresión tanto en superficie cultivada, como en variación del tipo de estructura o en la tecnología de los sistemas y materiales empleados es rápida, pudiéndose destacar varios factores que lo motivan:

- Consolidación del sector comercializador en origen.
- Apertura de nuevos y rentables mercados.
- Mejora de las infraestructuras.
- Establecimiento de compañías de suministro como acceso a la tecnología.
- Mayor cualificación profesional y técnica.

De aquí que la superficie de invernaderos planos haya disminuido considerablemente, según datos recogidos por Varela y otros (1998) para la zona del Poniente estaba en un 62,2%; esta cifra dependiendo de la zona puede llegar a ser casi inexistente. En la actualidad y en nuevas construcciones se ha optado de forma mayoritaria por el conocido como «raspa y amagado». Las modificaciones en relación al sistema de producción antes comentado son:

- Adopción en las estructuras del sistema «raspa y amagado» como forma generalizada.
- Alternativas estructurales: asimétricos planos y curvos, multitúneles siempre ofreciendo mayor amplitud.
- Aparición de nuevos materiales para la estructura: tubo galvanizado, filamentos plásticos, etc.
- Mejora en la condiciones microclimáticas del cultivo: ventilaciones, temperatura.
- Mecanización y automatización de las estructuras.
- Mejora en la calidad de los materiales de cubierta con filmes de larga duración, de 0,2 mm y propiedades mejoradas: termicidad, transmisión luminosa, etc.
- Sistema de fertirrigación automatizados cómodos y más precisos.
- Implantación de cultivos sin suelo.
- Instalaciones accesorias: equipos fijos para tratamientos, almacenes y accesos.
- Medidas preventivas en el control de plagas y enfermedades: mallas, desinfección, etc.

2.3. Evolución en el control de plagas y enfermedades

La presión de las plagas y enfermedades se ha visto incrementada con el avance de la superficie invernada, destacando entre los factores más importantes:

- Llegada de nuevas plagas y enfermedades.
- Alta concentración de cultivos.
- Ciclos ininterrumpidos y variables de producción.
- Aparición de resistencias.

El agente causante del daño y el medio para combatirlo también han modificado su importancia relativa. En un primer momento la aplicación de medios tradicionales como azufrados, caldo bordelés junto con algunos insecticidas fueron la forma de controlar plagas y enfermedades. Por su alta eficacia (Cabello y Cañero, 1994) en relación a los métodos utilizados hasta ese momento, los insecticidas aplicados de forma sistemática se convierten en el método de control único y masivamente utilizado hasta el finales de los ochenta. Momento en el cual se exigen controles de residuos por parte de los estados receptores de las mercancías, el problema de resistencias es cada vez mayor y se reflexiona sobre la estrategia a adoptar. Es entonces cuando el concepto surgido en los años cincuenta sobre la utilización de agentes naturales contra animales y plantas dañinas que da lugar al nacimiento de la Organización Internacional de Lucha Biológica e Integrada contra los Animales y Plantas Dañinos (OILB) adquiere un especial protagonismo y el control integrado en Almería se plantea como una posibilidad de futuro.

Principios de siglo: azufre, sulfato de cobre, arseniato.

1922.- Aceites, pelitre, rotenona.

1939.- Aparición de los insecticidas de síntesis con el descubrimiento del DDT por Müller.

1942.- Desarrollo órgano clorados.

1949.- Primera piretrina sintética, Aletrina por Schechter.

1950.- Descubrimiento de órgano fosforados por Schrader (Garijo, C., 1994).

1959.- Butenandt aísla e identifica la primera feromona sexual, el Bombykol, procedente del lepidóptero *Bombyx mori* (Domingo, 1988)

1966.- Se aísla la juvabiona por Bowers de efecto similar hormonas juveniles de insectos.

1970.- Philips Duphar obtienen la benzoilfenilurea, inhibidor de la síntesis de quitina (Domingo, 1988).

1986.- Bowers aísla productos precocenos, que provocan precocidad en las fases larvarias (Primo, 1991)

Finales de los 80. Abamectina, derivado de origen biológico procedente del *Streptomyces avermitalis*.

Pero la utilización de plaguicidas en la agricultura de Almería también ha estado condicionada por la progresiva aparición de los problemas fitosanitarios; en unos casos por surgir nuevos problemas o verse éstos aumentados, como la resistencia a enfermedades o la entrada de nuevas cepas más virulentas. En otros casos por la llegada progresiva de nuevas plagas adaptadas a unas condiciones ideales donde no han contado con un control eco-biológico, proliferando sin control. Así surgen algunas de los que siguen siendo mayores problemas, como la presencia de minadores de hoja del género *Liriomiza* en el año 1977 (Estrada, 1986), el trips *Frankliniella occidentalis* en el 1986 (Lacasa, 1989), la aparición de virosis como el «bronceado del tomate» (TSWV) en 1990, o el popular «virus de la cuchara» (TYCLV) dos años más tarde transmitido por un aleuródido que resurge en nuestros cultivos a partir de 1988 (Rodríguez, 1994), *Bemisia tabaci*.

Pero la aparición de nuevos productos en los noventa de naturaleza distinta a los «exterminadores químicos órgano-sintéticos», hace que los hábitos adquiridos lentamente empiecen a cambiar. Algunos reguladores de crecimiento (IGR), inhibidores de la síntesis de quitina, la utilización de *Bacillus thuringiensis* y de insectos polinizadores, abre el camino hacia un control racional basado en productos selectivos.

2.4. Problemas de los pesticidas

Varios han sido los factores que han obligado a la búsqueda de soluciones alternativas al control fitosanitario habitual.

2.4.1. Eficacia fitosanitaria

La respuesta al uso masivo de pesticidas a lo largo del tiempo ha provocado procesos de resistencia a los mismos. Normalmente, tras un período de éxito del producto, se ha visto como sucesivamente se suele producir una pérdida de eficacia, lo cual se intenta resolver aumentando dosis y alternando las materias activas. De esta manera los tratamientos han llegado a no

resultar rentables por el gasto generado y los resultados obtenidos en relación a fincas no tratadas: el caso transmisión de algunas virosis es especialmente significativo.

A continuación se presenta un cuadro cuyos datos están extraídos de Cabello, T. (1996), en el que se ofrecen los costes de los distintos cultivos a lo largo de tres campañas hortícolas de los años 1991 al 1994:

| | Pepino | Berenjena | Judía | Melón | Pimiento | Tomate | Calabacín | Sandía |
|---|--------|-----------|-------|-------|----------|--------|-----------|--------|
| Costes de pesticidas (Pts./m ²) | 27.13 | 15.91 | 19.80 | 11.10 | 18.65 | 14.16 | 11.83 | 5.36 |
| Mano de obra (Pts./m ²) | 11.72 | 4.80 | 3.90 | 3.43 | 4.90 | 7.51 | 4.11 | 1.61 |
| Total (Pts./m ²) | 38.85 | 20.71 | 23.71 | 14.53 | 23.55 | 21.67 | 15.94 | 6.97 |

2.4.2. Efectos sobre el medio ambiente

Como efectos más negativos figuran el desequilibrio ecológico que de una forma agresiva se produce al eliminar un elemento de un ecosistema, y de otro lado la persistencia de algunos de ellos en el medio ambiente y la entrada en la cadena trófica, sirviendo como ejemplo el paradigmático DDT. El 24 de diciembre del año 1975 se publicó en el BOE una Orden del Ministerio de Agricultura que restringía el uso de varios insecticidas clorados, entre ellos: aldrín, clordano, endrín, heptacloro, DDT, toxafeno.

2.4.3. Rechazo de los mercados

La sensibilización de los clientes centro y norteeuropeos es grande y en ocasiones los controles de residuos pesticidas impuestos a los productos españoles bastante estrictos. Como elementos esenciales en la regulación de los pesticidas en la Unión Europea figuran (Valverde, 1992):

«Directiva sobre la salida al mercado de la Comunidad de productos fitofarmacéuticos homologados CEE» [COM (89) 34 final .

«Reglamento CEE del Consejo por el que se fijan los contenidos máximos de residuos de plaguicidas en el interior y en la superficie de determinados productos de origen vegetal, incluidas la frutas y hortalizas, y por el que se modifica la directiva 76/895/CEE en lo que respecta a las normas de producción»

La aparición de algunos problemas puntuales originó en su momento una preocupación entre las cooperativas de Almería las cuales hicieron un gran esfuerzo por informar a sus asociados de los productos permitidos y los plazos a aplicar. En el año 1986 aparece el primer laboratorio de análisis de residuos (López, F., 1989), a partir de aquí los análisis en origen se

intensifican y son los propios grupos comercializadores quienes analizan el producto antes de ser enviado al mercado.

3. ALTERNATIVAS A LOS MEDIOS DE LUCHA TRADICIONALES

3.1. Presión de los mercados

Son los estados importadores quienes marcan los niveles de residuos admisibles para la entrada de mercancía en el país. Pero conseguido este punto, se va mucho más lejos y se sugiere la utilización de técnicas de control integrado y de buenas prácticas agrícolas en general. Esta preocupación se manifiesta en los permanentes controles que representantes de los compradores realizan sobre el lugar de producción y de manipulación de la mercancía, exigiéndose un control de calidad exhaustivo que mejore la calidad y el transporte hacia el destino. Posteriormente este control exige que se convierta en una auditoría de la explotación en la que se contemple no solo el aspecto sanitario y manejo del cultivo, sino también las condiciones ambientales y operativas de las instalaciones; en este proceso de adaptación nos encontramos.

3.2. Medidas legales

Las medidas de tipo legal van a ser las que marquen la pauta a seguir en la producción y deben ser el reflejo de las demandas sociales, aunando y armonizando las propuestas de las partes implicadas.

A nivel particular se confeccionan normas de aplicación en los grupos productores y comercializadores. Las comunidades autónomas intentan ponerse al día a veces de forma precipitada y elaboran sus reglamentos en los que no hay unidad de criterios en la forma ni en la actuación.

En el caso de Andalucía aparecía el Decreto 215/1995 sobre producción integrada en agricultura y su indicación en productos agrícolas» con posteriores reglamentos específicos para tomate, calabacín, fresa, melón y sandía, estando por publicarse en breve los de berenjena, judía, pimiento y pepino.

3.3. Reducción en el uso de plaguicidas

3.3.1. Métodos racionales

Las medidas de control racional consisten simplemente en el manejo del cultivo mediante un conocimiento técnico apropiado de todas las labores a realizar en el mismo. Empiezan con medidas preventivas, pasando por medidas culturales, y llegando a el control fitosanitario (Aparicio y otros, 1995). En este caso los medios productivos también tienen una importancia decisiva, considerando las instalaciones y su uso una parte fundamental en la gestión de la explotación agrícola.

Por ello se eliminan las prácticas de control sanitario sistemáticas y se recurre a la observación y a la toma de decisiones basadas en conocimientos técnicamente contrastados sin im-

plicar esto, como erróneamente se puede suponer la asunción de riesgos. Precisamente un control racional no tiene por qué discernir claramente entre productos o prácticas ecológicas, sino solo teniendo en cuenta la oportunidad y legalidad de las mismas, en cuyo caso entraríamos más en el terreno del control integrado.

3.3.2. Control integrado

Tomaremos como base la definición que Smith y Van der Bosch (de Vives, 1988) hacen sobre la lucha integrada: *«la combinación armónica de todas las técnicas para minimizar económicamente los daños causados por las plagas, con la mínima perturbación del medio ambiente»*.

Una amplia definición en la que caben multitud de interpretaciones, pero que al menos nos muestra la posibilidad de utilizar otros medios distintos a los habituales plaguicidas gran parte de los cuales por supuesto si tienen un impacto medioambiental apreciable.

La OILB concreta más la definición: *«la lucha contra los organismos perjudiciales, utilizando un conjunto de métodos que satisfagan simultáneamente las exigencias económicas, ecológicas y toxicológicas, reservando la prioridad de actuación a los elementos naturales de control y respetando los límites de tolerancia»*.

Como vemos se priorizan los métodos naturales pero ya la lucha química, sin llegar a abandonarse, no tiene una importancia predominante. Sí se promocionan aquellos plaguicidas de actuación específica de origen natural o los biorracionales. El conocimiento de las interacciones *planta-plagas-elementos de control* es muy importante, ya que un criterio decisivo es el de *límite de tolerancia*, definido como *«el nivel de daños económicos por debajo del cual no está justificado el tratamiento químico»*.

3.3.3. Lucha biológica

En el otro extremo, la lucha biológica utiliza agentes de origen natural, bien sean parásitos, parasitoides, depredadores, insecticidas naturales, atrayentes, etc.

Normalmente su actuación es compleja en nuestras latitudes y su acción está reservadas a cultivos ecológicos o parcelas muy concretas. Todavía no ha podido ser utilizado de forma masiva por problemas de adaptación de los artrópodos u hongos utilizados y la naturaleza de las estructuras muy dependientes de las condiciones ambientales del exterior.

De otra parte, se intentan aprovechar los recursos autóctonos como auxiliares y plantas que de forma espontánea suelen aparecer en los cultivos.

4. ALTERNATIVAS A LOS SISTEMAS TRADICIONALES DE CULTIVO EN INVERNADERO

4.1. Estructuras

En sentido amplio se puede decir que las estructuras son un artificio tecnológico que permiten adaptar los cultivos para mejorar determinados aspectos productivos de las plantas de acuerdo con nuestras necesidades: las estructuras pueden actuar directamente sobre el desarro-

llo del vegetal como ocurre con los entutorados, sobre el clima, sobre la sanidad del cultivo, o sobre el sistema de riego, entre otros (Navarro, 1988).

Si nos limitamos al caso de estructuras de invernadero se pueden distinguir varias funciones principales:

- Soporte para el cultivo facilitando las operaciones de manejo propias del mismo.
- Protección frente a agentes climatológicos adversos: excesiva radiación, granizo, lluvia, viento, heladas.
- Soporte sólido del material de cobertura que propicia las modificaciones ambientales en relación al exterior: luz, temperatura, humedad ambiental y del sustrato, composición del aire.
- Protección frente a plagas y enfermedades (ver Belda, J. y otros, 1994).
- Alojamiento de instalaciones accesorias derivadas muchas veces de la propia naturaleza de la instalación como ocurre con las ventilaciones, o que sirven para mejorar las condiciones productivas, alojamiento de equipo para tratamientos y fertirrigación, pantallas, climatización, etc.

Estas funciones se marcan con mayor intensidad a medida que se perfeccionan las instalaciones. Por ello, sobre la base de utilidad de una estructura la tendencia en la mejora de las mismas consiste en optimizar las técnicas y materiales, no siempre pretendiendo directamente una disminución de costes, sino el aumento de la rentabilidad. A modo de ejemplo, el hierro sustituye a la madera en estructuras convencionales porque las prestaciones constructivas y de duración son muy superiores a pesar de incrementar el precio de la instalación; el hierro cumple una función estructural decisiva que repercute en los puntos que hemos detallado: más altura, mayor resistencia, limpieza, etc.

4.2. Adaptación del concepto de invernadero a la Producción Integrada

Una definición adecuada de invernadero es la establecida por la Norma UNE 76-208/92: *«un conjunto formado por estructura ligera y cubierta que permite la protección y/o crecimiento de las plantas mediante el uso de la energía solar y la defensa contra el frío y otras condiciones climáticas adversas. Las dimensiones del recinto permiten a una persona trabajar cómodamente en su interior.»*

De forma errónea se ha asociado en ocasiones el invernadero con una dificultad en la producción integrada, relacionando la misma con prácticas ecológicas en espacios abiertos y dentro de un medio natural poco modificado. En otras ocasiones sosteniendo el argumento de la alta proliferación de plagas y enfermedades en un ambiente favorable para el desarrollo de las mismas. No obstante, estas concepciones parten de un error básico al considerar la producción integrada como un método de aplicación a una problemática puntual y no como un sistema estructurado y guiado por una serie de prácticas respetuosas con el medio ambiente. Por supuesto que dentro de la producción integrada entran cultivos de invernadero, sistemas sin suelo, plaguicidas o variedades híbridas; siempre que el mecanismo de regulación y control que su-

pone tener un conocimiento científico-técnico sobre los distintos aspectos productivos funcione, se midan las consecuencias de cada uno de ellos, al mismo tiempo que se contemplen las formas de eliminación y reciclado.

4.3. Partes destacables en un invernadero

4.3.1. Estructura básica

Sistema de anclaje: tiene por objeto fijar la estructura e impedir los efectos que sobre la misma pueden ocasionar los agentes meteorológicos o las características del terreno. Según el tipo de estructura y la complejidad de la misma se adoptan unas u otras soluciones. También es necesario conocer las propiedades del terreno teniendo en cuenta la normativa aplicada en construcción NBE-AE/88, así como la influencia que sobre ésta tiene el viento. Normalmente se utilizan cimentaciones a base de hormigón cuya elaboración habría que controlar siguiendo la instrucción técnica EH-91. Se suelen disponer cimentaciones aisladas, pero en ocasiones será necesario estudiar la idoneidad de armar o arriostrarlas, según las propiedades del terreno, calcular redondos, fundamentos, etc.

Sistema portante: constituido por los elementos que sustentan, consolidan la estructura y sobre los que recaen los esfuerzos debidos al peso propio, sobrecargas atmosféricas, de cultivo, de los elementos de recubrimiento y accesorios. Dependiendo del tipo de estructura normalmente tendremos postes o pilares, tirantes, cerchas, apoyos, tensores, etc. En ellos se define la geometría del invernadero y las prestaciones de cara a la instalación de la tecnología a incorporar (Serrano, 1994).

Cerramiento: formado por elementos que garantizan las condiciones ambientales y de aislamiento dentro del recinto. Para ello son importantes los materiales de cobertura y los sistemas de ventilación y puertas.

4.3.2. Elementos de control

Ventilación: en los invernaderos es un punto esencial por ser necesario un equilibrio entre la protección dada a las plantas con condiciones ambientales modificadas pero dependientes de factores externos como la radiación, temperatura y humedad estacionales y diarias fluctuantes. El control de los puntos de ventilación de cara a la entrada de plagas también es un aspecto a tener en muy cuenta en la protección integrada, sobre todo en los últimos tiempos con la aparición de virosis con efectos devastadores.

Lluvia: Uno de los mayores avances buscados en las estructuras tipo Almería es eliminar los problemas derivados de la entrada de agua de lluvia al cultivo, como forma de controlar la fertirrigación, evitar el mojado de las plantas y el desarrollo de enfermedades criptogámicas.

Condensación: de similares consecuencias que en el punto anterior pero mucho más problemático al afectar diariamente, cuando durante muchas horas la cubierta actúa como una pared fría que condensa la humedad del ambiente. No solo aquí el manejo del clima del invernadero es importante sino también disponer de los diseños estructurales que reduzcan los efectos ne-

gativos: altura de la cubierta, recogida en ciertos puntos o cubiertas anti-condensantes, entre otros.

Radiación: el control activo de la radiación consiste en la colocación de pantallas de distintos tipos (opacas, ventiladas, reflectantes, etc.) que deben ser móviles con los adecuados mecanismos de arrastre por cremalleras o cable.

4.4. Influencia de la estructura en las condiciones ambientales y laborales

De forma resumida se pueden reseñar los aspectos más destacados sobre los que la estructura tiene influencia:

Resistencia constructiva: nos permite adoptar diseños estructurales diáfanos en los que se mejoran las condiciones de trabajo, luminosidad de la instalación y desarrollo general de la planta: es necesaria una estructura sólida para dotar al invernadero de una altura adecuada que soporte las solicitaciones externas y la carga del cultivo.

Elementos constructivos: el comportamiento de un invernadero varía según los materiales y su función. Un invernadero plano de madera es menos aséptico que el acero, el tejido de alambre acumula más suciedad que un cabio para sujeción de placa, las bridas y tubos de los invernaderos multitúnel se adaptan peor a las irregularidades del terreno que el alambre del parral; por ello la elección de los mismos deberá ir en consonancia con el tipo de instalación proyectada y las prestaciones de deseadas.

Altura: además de lo comentado en el punto anterior, una estructura alta dota de una mayor *inercia ambiental* al recinto (temperatura, humedad, composición del aire), las variaciones son más suaves y es posible en ellos disponer elementos auxiliares como, dobles cubiertas, pantallas o ventilaciones mecanizadas.

Geometría de la cubierta: destinadas a hermetizar la estructura, permitiendo la máxima luminosidad, recogiendo el agua interior y exteriormente, resistiendo las acciones meteorológicas y siendo cómoda en su manejo (limpieza, duración, reposición, etc).

Ventilación: por los motivos ya comentados, es uno de los aspectos decisivos en el invernadero en clima mediterráneo sometido a fuerte insolación. Ésta, es función del tipo de ventilación y la velocidad del viento (Wancquant, C.y otros, 1995); para Lorenzo et al (1997) como mínimo debe de estar del 15 al 20% de la superficie cultivada. La adopción de un sistema de producción integrada obliga a adoptar sistemas de ventilación adecuados.

Material de cubierta: la transmisión de radiación con aspectos como porcentaje de luz directa, radiación total, PAR y permeabilidad infrarroja, el aislamiento térmico, la duración, son aspectos en los que la cubierta contribuye al resultado productivo. Ésta depende de el tipo de estructura y de los elementos para su fijación.

Aislamiento: entendiendo el invernadero como una barrera física contra la entrada de agentes externos como son las plagas y enfermedades. El cerramiento de los laterales, las unión del material de recubrimiento, puertas y colocación de mallas en los espacios abiertos son también imprescindibles para garantizar la eficacia de los sistemas de lucha fitosanitaria empleados.

Condiciones laborales: no cabe duda de que una estructura amplia posibilita la mecanización de sus componentes (ventilación, climatización) y de las labores realizadas en el cultivo (recolección, transporte de frutos, etc), mejora los aspectos sanitarios, de seguridad de los trabajadores y el rendimiento general de la explotación.

4.5. Tipología de los invernaderos de Almería

No existe un único modelo de «invernadero Almería», sino una tipología que agrupa las distintas tendencias y evoluciones de una construcción artesanal, realizada *in situ*, de estructura vertical a base de postes que pueden ser de distintos materiales y cuya peculiaridad más importante es la existencia de dos tejidos compuestos por filamentos de alambre y superpuestos, en medio de los cuales se coloca una lámina de plástico flexible que permite el aprovechamiento de la radiación solar por las plantas.

4.5.1. Evolución de las estructuras

La evolución de las estructuras en Almería ha seguido una línea paralela a la función que han venido desempeñando ya que no siempre ha sido la misma. Así, palabras como «abrigo», «estructuras protegidas», «estructuras invernadas», denotan un cambio hasta llegar a lo que hoy se pueden considerar invernaderos plenos, los cuales tienen la posibilidad de ofrecer unas condiciones de cultivo distintas existentes en el exterior en lo referido a viento, temperatura, lluvia, humedad, etc.

Parral: con más o menos modificaciones el parral ha prevalecido durante la mayor parte del tiempo por tratarse del tipo de estructura desarrollada en la zona, con materiales baratos y accesibles, muy sólida y de gran flexibilidad constructiva en zonas donde la propiedad estaba muy segmentada y con formas irregulares (El Parador, Roquetas de Mar, Vícar), adaptándose bien a pendientes y abanalamientos (Apuntes sobre construcción de invernadero tipo «parral»).

Parral mejorado: la mejora en las estructuras antiguas supone dotarlas de más altura, hacer posible la evacuación del agua de lluvia, mejorar la transmisión de luz al cultivo, mejorar la ventilación. En esta línea hasta finales de los ochenta se produce un avance en los invernaderos planos (más altura) que siguiendo las mejoras que hemos referido se transforman en lo que conocemos como «raspa y amagado» (recogida de lluvia) imponiéndose en los noventa, en este momento la Caja Rural de Almería pone a punto otro tipo de estructura asimétrica (aprovechamiento de la luz) bastante difundida. A partir de aquí se continúa con las mejoras constructivas tales como utilización de perfiles IPN y correas en el perímetro, tubo redondo de acero y cimentaciones más sólidas; también mejora en las ventilaciones muy conseguidas mediante ventanas similares a las de los invernaderos multitúnel.

Multitúnel: en el año 1996 apenas habían construidas 10 Ha de este tipo de estructuras industriales a base de acero galvanizado con elementos de unión atornillados, cubierta curva y ventilación normalmente mediante ventanas motorizadas de control automático. En la actualidad hay construidas en torno a 250 Ha, siendo un sistema masivamente adoptado por semilleros, productores de planta ornamental y horticultores con un alto grado de profesionalización.

Inicialmente en horticultura se intentaron introducir modelos asimétricos pero por el momento se ha impuesto el tradicional túnel simétrico con orientación N-S por su mayor solidez y comodidad.

Mejoras realizadas

| | 1970 | | 1980 | | 1990 | | 1995 | | 1999 |
|----------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--|---------------------------------------|------|----------------------------|---------------------------------------|--|---------------------------------------|
| Cimentación | Mortero cemento | Piedra atacada muerto-alambre | Piedra hormigón alambre | | | | hormigón redondo acero | | |
| Perímetro | perfil hierro alambre | madera alambre | | | | alambre hierro-madera | | | |
| Pilares | perfiles L tubería galv. | madera | madera tratada | | | madera hierro hormigón | | | |
| Altura | 2 m | | 2,3 m | | | | 3 m | | 4 m |
| Tipo de cubierta | dos aguas | plano | | | | raspa amagado asimétrico | | | multitúnel |
| Material de cubierta | polietileno 0,1mm perforado 10 meses | | Poliet. tratado perforado hasta 18 meses | poliet. 0,12 mm perforado 18-24 meses | | poliet. 0,18 mm. | Poliet. 0,2 mm. sin perforar 30 meses | | poliet. 0,2 mm. sin perforar 36 meses |
| Sujeción cubierta | alambre | | | menos puntos | | punteo 2m hilos sintéticos | punteo raspas amagado | | punteo amagados |
| Ventilación lateral | | manual abierta | | | | manual mallas | mecanización anti-trips | | automatizac. |
| Ventilación cenital | no existe | | apertura de uniones | | | enrollables | ventanas | | ventana mecanizada |

4.6. Exigencias de la Producción Integrada en invernadero

Un control ambiental mínimo de manera que se produzcan condiciones homogéneas en el invernadero. Esto mejorará la producción y evitará en gran parte la proliferación de enfermedades:

- Altura suficiente de la estructura para permitir el desarrollo de la planta, mejorando la ventilación y luminosidad.
- Evitar exceso de humedad manejando la ventilación y mojado de las plantas por la lluvia con cubiertas herméticas y canalizaciones.
- Evitar temperaturas bajas mediante la utilización de plásticos térmicos, dobles cubiertas o apoyo de calefacción.
- Evitar exceso de temperatura con el manejo de ventilación y sistemas de sombreo.
- Proporcionar la máxima luminosidad mediante cubiertas de alta transmisión, limpias y marcos de plantación adecuados.
- El aislamiento con el exterior es un aspecto fundamental como forma preventiva de impedir la entrada de organismos patógenos a la instalación:
- Cerrar las aberturas con mallas anti-insectos sin restar ventilación, para lo cual se puede aumentar la superficie ventilada.
- Mantener las entradas cerradas y con dobles puertas consistentes.
- Hacer estancos el perímetro y la cubierta mediante uniones de plástico, perfiles de sujeción, y sobre todo el suelo, cabeza de palos, roturas del material de cubierta, ventilaciones.
- Aplicar medidas profilácticas dentro de la propia finca y entre fincas desinfectando anualmente las instalaciones: estructura, sustrato, almacenes, material de trabajo.

4.7. Nuevos materiales para invernadero

4.7.1. Estructuras

Tipo Almería: en la actualidad se incorporan modificaciones para mejorar algunos de los aspectos que ya hemos mencionado anteriormente. En este momento para el **perímetro** del invernadero se ha impuesto la utilización del acero galvanizado con apoyos inclinados a base de perfiles IPN amarrados por perfiles en L y anclados al suelo mediante redondos de acero dulce, todos estos elementos soldados entre sí. Esto ha hecho que se perfeccionen las **ventilaciones laterales** siendo fácil soldar sobre la sólida base descrita: tubos huecos que actúan como cojinetes de barras de mando manuales y perfiles en U utilizados como guías para el accionamiento a través de cable de acero; en ocasiones este accionamiento es mediante cremallera.

Las **ventilaciones cenitales** se muestran más efectivas imponiéndose las ventanas corridas de apertura hacia el exterior y accionada mediante barra de mando y cable o cadena.

Otra novedad importante es la **sujeción del filme** son los invernaderos con el punteado del doble **tejido** sólo en los «amagados», por lo que la distancia habitual de unos 7,5 a 8,5 metros entre raspas normalmente pasa a 5 ó 6 metros.

El material para el tejido de alambre también se modifica apareciendo más calidades con mayor resistencia y mejores recubrimientos protectores, también se vienen utilizando hilos sintéticos de poliéster con buenos resultados sobre todo en zonas de gran corrosión por proximidad al mar y garantizados para 15 años.

Una modificación del invernadero «tipo Almería» es la realizada en la zona de Motril conformando una geometría de acusada pendiente $45^{\circ}/27^{\circ}$ (Quesada, F.M. y otros, 1998) donde el aprovechamiento de la luz es superior en la orientación E-W y también la evacuación del agua de una zona con bastante más lluvia que Almería.

Multitúnel: es un tipo de estructura industrial que se recibe prefabricada para montar en la finca. El material es acero con tratamientos protectores a base de galvanización sendzimir, alugalv-algafort (aluminio + cinc), con proceso discontinuo o por inmersión en caliente. Los elementos se unen mediante bridas especiales atornilladas y normalmente conformadas en frío. La cubierta es curva formando bóvedas, careciendo de tejido y mejorando la transmisión de luz (Alpi y Tognoni, 1984, de Nisen, 1963, von Zabeltitz, C., 1992). La ventilación es mediante ventanas accionadas mediante un moto-reductor, barras de mando y cremallera. El agua se recoge por canalones que sirven de elemento de unión entre pilares, conformando una sólida estructura horizontal junto a numerosos refuerzos como los tirantes de cultivo, arriostramientos horizontales y oblicuos, pendolones, tirantillos, etc. Con ello se consigue mayor altura, llegando a los 5 m de máximo normalizado. Se suele emplear filme plástico sujeto en el interior de perfiles a presión y variables en la forma de anclaje según las casa fabricante.

Partes importantes en este tipo de estructuras son:

El material utilizado en lo referente a calidad y dimensionado de las distintas piezas y elementos. Hay que exigir memoria de materiales con una justificación de los mismos y comprobar que el material presupuestado es el que finalmente se monte. La calidad de los aceros y la comprobación de que los elementos de unión son capaces de soportan los esfuerzos como mínimo según figura en la Norma UNE 76-208/92 que venimos comentando.

La planificación y acabados del despiece de cara al posterior montaje. El adecuado diseño de la estructura debe de dar como consecuencia ya no solo unas condiciones de seguridad, sino también ahorro en la fase de montaje proporcionado un manual de montaje detallado. El fabricante debe prever las variaciones sobre el modelo básico y sobre las condiciones particulares de la explotación, facilitando planos detallados para las distintas fases como manera de evitar un gasto en mano de obra que en este tipo de estructuras adquiere una importancia decisiva.

Cálculo de refuerzos y sobrecargas previstas en la estructura. La existencia de una normalización de las estructuras debería garantizar al cliente el producto que adquiere, avalado por una supervisión técnica y con la garantía de una empresa solvente tanto en la fabricación como en el montaje (Callejón y otros, 1998).

Calidad de los recubrimientos protectores. Los materiales y especialmente el las piezas acero o la tornillería a la intemperie deben estar provistas de un tratamiento anticorrosión: galvanización, pinturas, cincados, cromados, etc, adecuado a cada caso.

Sujeción del material de recubrimiento. No solo ha de ser seguro, sino también fácil de instalar en el caso de filmes, o bien sujetos con cierres herméticos y fijaciones consistentes que eviten tensiones y fisuras con el paso del tiempo en el caso de las placas.

4.7.2. Cubiertas

Filmes: Aunque el polietileno amarillo sigue predominando en el paisaje agrícola de los invernaderos de Almería, no se trata de la mejor cubierta para los cultivos. No obstante la mayoría de explotaciones avanzadas utilizan filmes de mayor calidad normalmente de aspecto blanquecino. Éstos mejoran la cantidad y calidad de radiación solar, la tecnología más avanzada los dota de aditivos térmicos (poco permeables al IR), mayor duración, difusión luminosa, protección contra degradación por productos químicos, entre otros.

El filme tecnológicamente más avanzado en este momento es el tricapa de 0,20 mm con garantías que llegan hasta los 42 meses y como novedoso especialmente diseñado para multitúneles el de 0,25 mm mucho más resistente a rotura.

Placas: solucionados los problemas tecnológicos que producían amarilleamiento y degradación prematura de las placas, mediante nuevos compuestos y nuevas formas de fabricación, las placas semi-rígidas son una buena alternativa aunque aún costosa. Por este motivo solo se emplean en los laterales y frontales de los invernaderos multitúnel. A continuación se detallan algunas las propiedades más importantes de las onduladas normalmente utilizadas en polimetacrilato de metilo, PVC biorientado y policarbonato en relación a otras que no se utilizan como el policarbonato celular o el vidrio.

Propiedades de las cubiertas más utilizadas

| | Unidad | Vidrio | Polietileno filme | PVC biorientado | Polimetac | Policarb celular |
|------------------------------|---------|--------|-------------------|-----------------|-----------|------------------|
| Espesor | mm | 4,2 | 0,2 | 0,9 | 1,5 | 10 |
| Transmisión luminosa nuevo | % | 90 | 86 | 81 | 91 | 78 |
| Transmisión luminosa 10 años | % | 90 | degradación | 70 | 84 | 67 |
| Resistencia impacto nuevo | J | 3,8 | 3,5 aprox | 17 | 15 | >30 |
| Resistencia impacto 10 años | J | 3,8 | degradación | 12 | 10 | 2,5 |
| Coef. aislamiento térmico | W/m2/ C | 5,8 | 12 | 7 | 5,9 | 3,5 |

Fuentes: Atohaas y Plásticos SunSaver

Tejidos trashúcidos: un producto que está empezando a ser utilizado sobre todo en los grandes paños de los laterales y frontales de multitúneles y en los laterales y ventilaciones de ventana de invernaderos convencionales; son tejidos compactos a base de rafia de unos 3 mm de

polietileno translúcido, similar al utilizado en la confección de sacos. Su resistencia y duración es superior al filme de polietileno convencional, proporcionando un cierto sombreo necesario a veces para evitar quemaduras solares en las plantas cercanas a los laterales cuando el sol penetra casi perpendicularmente. Normalmente se fabrican recubiertos por una lámina de polietileno muy fina que lo impermeabiliza y le da más cuerpo al unir el entramado.

4.7.3. Dobles cubiertas

El objetivo primero de la doble cubierta es la conservación de la temperatura creando una cámara de aislamiento. En Almería también se utiliza para evitar la caída de agua de lluvia o condensada sobre las plantas.

Doble cámara hinchable: se utiliza en invernaderos multitúnel de países centroeuropeos, en Almería apenas hay medida docena de invernaderos que lo usen ya que es costoso, requiere mantenimiento y pierde bastante luz con el tiempo.

Doble techo de plástico: utilizando polietilenos finos de unos 0,05 mm y transparentes para dejar pasar el máximo de luz. Sirve de colchón de temperatura durante la noche y eleva las máximas diurnas. El problema es la formación de bolsas y de gotas de agua en la superficie.

Doble techo de manta térmica: tela de polipropileno muy fina con un peso de unos 17 gr/m². Proporciona menos temperatura que el plástico, pero sin embargo es muy transpirable y retiene parte de la humedad difundiendo la luz. Esta aplicación es muy reciente, al igual que directamente sobre el cultivo en sustitución del tunelillo de plástico y arcos de acero. Es un material muy interesante de cara a la producción integrada ya que su permeabilidad posibilita la colocación para crear un recinto estanco, actuando como una barrera eficaz contra plagas como mosca blanca y trips.

4.7.4. Pantallas térmicas

Se comienzan a utilizar en semilleros cumpliendo la doble función de sombreo y conservación de la temperatura durante la noche. Todas utilizan el aluminio en mayor o menor medida como argumento técnico para la venta. De forma general se puede distinguir entre pantallas abiertas y cerradas.

Pantallas cerradas: normalmente constan de una estructura tejida en la que se alternan láminas estrechas de aluminio con otras de material plástico translúcido, combinándose para dar los distintos porcentajes de sombra. Actúa como doble cubierta al reducir el volumen de aire a calentar y la superficie de intercambio con el exterior además de una zona de temperatura intermedia. Elevan la temperatura nocturna en 3-4°C (Plaisier, H., 1991) El ahorro energético es grande. Sin embargo de cara al verano no permite la circulación de aire y el sombreo suele ser excesivo.

Pantallas abiertas: se retira la lámina translúcida y se deja el espacio abierto. También existen otras similares a las mallas de sombreo tradicionales tejidas mediante nudo o sistemas *Raschel*. En este caso se actúa térmicamente reflejando el infrarrojo nocturno, pero en menor medida y dependiendo de la cantidad de espacios abiertos del material sobre el calor convectivo.

En verano esta pantalla refleja parte de la radiación ofreciendo un balance luz-temperatura más alto que en otros sistemas y deja escapar el aire sobrecalentado del recinto.

4.7.5. Mallas

Sombreo: normalmente de polipropileno o polietileno, con distintos porcentajes de sombra que suelen ir del 50% al 90%, y con distintos sistemas de tejido.

Actualmente se utilizan solo para instalaciones anexas, en ventilaciones o laterales del invernadero para evitar la entrada directa del sol, pero sería aconsejable aplicarlas al sombreado del invernadero ya que proporcionan una cantidad de luz más precisa y homogénea que el tradicional «blanco de España». Según Matallana y Montero (1995), el efecto sobre la temperatura del invernadero para 25,3 °C de temperatura, humedad del 71% y radiación global de 891 W.m⁻², sería el siguiente:

| Tipo de sombreado | 10 renovaciones /Temperatura C | 40 renovaciones /Temperatura C |
|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Malla aluminizada | 30.4 | 26.8 |
| Malla blanca | 32.1 | 27.4 |
| Malla negra | 36.3 | 29.0 |
| Sin malla | 35.8 | 28.4 |

Anti-insectos: son un elemento muy importante en la prevención de plagas perniciosas como tales y como vectores de virosis. Existen comercializadas tres tipos básicos: 6 x 7, 10 x 16 y 10 x 20 hilos/cm². En el siguiente cuadro se puede ver a nivel orientativo el nivel de protección que ofrecen de cara a las plagas.

| | 6 x 6 | 6 x 9 | 10 x 16 | 10 x 20 |
|--------------|-------|-------|---------|---------|
| Pájaros | + | + | + | + |
| Orugas | + | + | + | + |
| Pulgones | - | - | + | + |
| Minadores | - | + - | + | + |
| Mosca blanca | - | - | + | + |
| Trips | - | - | + - | + - |

- No protege
- + - Protección parcial
- + Buena protección

Por la permeabilidad al paso del aire debería ser utilizada la 10 x 16 hilos/cm² en ventilaciones y la de 10 x 20 hilos/cm² en el caso de grandes zonas ventiladas o incluso estructuras recubiertas exclusivamente con este material.

5. MEJORAS DESEABLES EN LA PRODUCCIÓN INTEGRADA EN INVERNADERO

De todo lo expuesto se deducen mejoras a realizar para facilitar la adopción de un sistema de producción respetuoso con el medio ambiente. Normalmente la complejidad y el mayor precio de las estructuras implican una mejora en las condiciones productivas de la explotación. En la actualidad es posible adaptar el invernadero tipo Almería para conseguir un ambiente de trabajo aceptable; no obstante, el sistema de invernadero multitúnel en los tres años de rodaje en nuestra zona, tras sufrir algunas modificaciones (normalmente refuerzos de la estructura por estar sometida a una gran sobrecarga de cultivo) se está mostrando rentable. Pero es necesario armonizar las estructuras con el resto de servicios de la explotación:

- Adecuación de accesos. Asfaltado de caminos para evitar la acumulación de suciedad en la cubierta, la proliferación de malas hierbas, barro, etc.
- Zonas de carga y manipulado.
- Zonas de maquinaria y almacenamiento de productos.
- Lugar de vertido de residuos.
- Recubrimiento de embalses y limpieza de los mismos.
- Planificación de conducciones eléctricas, riego, tratamientos.
- Pasillos y puertas para la circulación en el invernadero.

Y sobre todo es necesario un cambio en la forma de entender la horticultura en invernadero. Ante todo se exige un adecuado nivel de cualificación profesional basado en el conocimiento de las técnicas agronómicas y las consecuencias medioambientales.

BIBLIOGRAFÍA

- «APUNTES sobre la Construcción de Invernaderos Tipo *Parral*». Servicio de Extensión Agraria. Temas 7 a 14: 58-103.
- APARICIO, V., RODRÍGUEZ, M.D., GÓMEZ, V., SÁEZ, E., BELDA, J.E., CASADO, E., LASTRES, J. (1995): *Plagas y Enfermedades de los Principales Cultivos Hortícolas de la Provincia de Almería: Control Racional*. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca: 260 pp.
- ÁVILA, J. (1997): «Posición de la OILB/SROP Respecto al Futuro de la Producción Integrada». *Actas del I Congreso Nacional de la Producción Integrada*. Federación de Cooperativas Agrarias de la Comunidad Valenciana.
- BELDA, J., CASADO, E., GÓMEZ, V., RODRÍGUEZ, M.D., SÁEZ, E. (1994): «Plagas y Enfermedades de los Cultivos Hortícolas Intensivos. Almería 1994». *Phytoma-España* 57: 9-39.
- BOSQUE, J. (1979): *Andalucía. Estudios de Geografía Agraria*. Aljibe: 197 pp.
- BRETONES, F. (1992): «Mejoras en la Geometría de Cubierta del Invernadero Tipo Almería». *Actas de las III Jornadas Nacionales y Iberoamericanas de Cultivos Protegidos*. Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos y Peritos Agrícolas de Almería.
- CABELLO, T. y CAÑERO, R. (1994): «Technical Efficiency of Plant Protection in Spanish Greenhouses». *Crop Protection* 13, 2: 153-159.
- CABELLO, T. (1996): «Utilización de Pesticidas en Cultivos en Invernaderos del Sur de España y Análisis de los riesgos Toxicológicos y Medio Ambientales». *Phytoma-España* 75: 11-19.
- CALLEJÓN, A.J., CAMACHO, F., LÓPEZ, J.A., SIMÓN, J.V., GONZÁLEZ, J. (1998): «Seguridad Higiene y Salud. Construcción de Invernaderos «Tipo Almería»». *Horticultura*, 130: 66-69.
- DOMINGO, P. (1988): «Actualidad y Perspectivas de Desarrollo Comercial de los Insecticidas Biorracionales». En: *Belles, X. Insecticidas Biorracionales*, Consejo Superior de Investigaciones Científicas: 379-401.
- ESTRADA, J.M. (1986): *Los Minadores de las Hojas de Hortalizas*. Colección divulgación HD 1/86 de la Junta de Andalucía: 11 pp.
- GARCÍA, A. y DELGADO, L.F. (1987): *Los Cultivos Forzados en Almería. Actualización a 1984 del Inventario Agronómico y Caracterización Productiva*. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación: 81 pp.
- GARCIMARTÍN, M.A. (1998): *Edificación Agroindustrial: Estructuras Metálicas*. Mundi-Prensa: 477 pp.
- GARIJO, C. (1994): «Medios Químicos de Acción Directa». En: *Sanidad Vegetal en la Horticultura Protegida*. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca: 17-35.
- HERNÁNDEZ, M. (1991): *El Hierro en la Construcción*. Ed. Ceac, S.A.: 172 pp.
- LACASA, A. (1989): «Los Trips Asociados a los Cultivos Protegidos en el Sureste Español». En: *Actas de las II Jornadas Nacionales de Cultivos Protegidos*, Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos y Peritos Agrícolas de Almería: 33-56.
- LÓPEZ, F. (1989): «Residuos de Plaguicidas en Hortícolas». En: *Actas de las II Jornadas Nacionales de Cultivos Protegidos*, Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos y Peritos Agrícolas: 1-32.
- LORENZO, P. y otros. (1997): «Horticultura Intensiva en el Sur Mediterráneo. Gestión del Clima». *Horticultura* 119: 80-83.
- MATALLANA, A. y MONTERO, J.I. (1995): *Invernaderos. Diseño, Construcción y Ambientación*. Ed. Mundi-Prensa, S.A: 209 pp.
- MENDIZÁBAL, M. (1969): «Posibilidades Agrícolas de los Plásticos en la Provincia de Almería». *Actas de las I Jornadas Regionales de Plásticos en Agricultura*, CEPLA: 11-17.

- MUÑOZ, A., y otros. 1991. *Recursos Naturales y Crecimiento Económico en el «Campo de Dalías»*. Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía: 556 pp.
- NAVARRO, J.A. (1998): «Evolución de los Invernaderos de Almería». *Horticultura*, 133: 13-18.
- PALOMAR, F. (1994): «XXX Años de Invernaderos en Almería». *Poniente*, nº extra de marzo de 1994: 43-113.
- PLAISIER, H. (1991): «The Importance of Aluminised LS - Screens for the Growth Tomatoes, Peppers, and Aubergines in Unheated Greenhouses». *Plasticulture*, nº 90: 19-28.
- PRIMO, E. y CARRASCO, J.M. (1980): *Química Agrícola 2. Plaguicidas y Fitorreguladores*. Alhambra Longman, S.A. Madrid, 1990: 639 pp.
- PRIMO, E. (1991): *Ecología Química. Nuevos Métodos de Lucha contra Insectos*. Coed. Banco de Crédito y Ahorro y Ediciones Mundi-Prensa: 191 pp.
- QUESADA, F.M. y otros. (1998): «Pendientes de Cubierta en Invernaderos Asimétricos: Respuesta de un Cultivo de Pepino». *Actas de las VI Jornadas del Grupo de Horticultura de la SECH*: 45-49.
- RODRÍGUEZ, M.D. (1994): «Aleuródidos». En: *Sanidad Vegetal en la Horticultura Protegida*. Junta de Andalucía. Dir. Gral. de Investigación Agraria: 123-153.
- SERRANO, Z. (1994): *Construcción de Invernaderos*. Ed. Mundi-Prensa: 445 pp.
- VALERA, D.L., MOLINA, F. y GIL J.A. (1998): «Análisis de la Situación Actual de los Invernaderos de la Provincia de Almería. Mejora de las Condiciones Ambientales como vía para la Disminución del uso de Pesticidas». *Encuentro Medioambiental Almeriense*, Comisión de Agricultura Intensiva: 165-178.
- VALVERDE, J.L. (1992): «La Nueva Legislación Comunitaria sobre Residuos de Plaguicidas». En: *Actas del II Seminario Internacional sobre Residuos de Plaguicidas*. Instituto de Estudios Almerienses: 3-16.
- VIVES DE QUADRAS, J.M. (1988): «Control de Plagas de Insectos. Problemas y Alternativas» En: *Insecticidas Biorracionales*, Consejo Superior de Investigaciones Científicas: 3-13.
- VON ZABELTITZ, C. (1992): «Energy-efficient Greenhouse designs for Mediterranean Countries». *Plasticulture*, nº 96: 6-16.
- WACQUANT, C. y otros. (1995): *Maîtrise de la Conduite Climatique*. Ctifl: 128 pp.

ANEXO

En marzo de 1997 tuvo lugar en Valencia el *Primer Congreso Nacional de la Producción Integrada*, organizado por la Federación de Cooperativas Agrarias de la Comunidad Valenciana (FECOAV). En él se dieron cita la mayor parte de especialistas en Producción Integrada del país. Se expuso la situación legal de las distintas comunidades autónomas, se definió el concepto de Producción Integrada desde distintos puntos de vista y de los agentes y sectores implicados, debatiendo en mesas de trabajo. Se revisó la situación internacional en este tema y las perspectivas de futuro. Y se concluyó con un documento que a modo de conclusiones pretendía sentar las bases para una uniformidad de criterios y unidad de acción que sirvieran de punto de partida en el desarrollo del sistema de Producción Integrada, el cual por su interés se recoge íntegramente a continuación:

Conclusiones de las mesas de debate del «I Congreso Nacional de la Producción Integrada»

1. La Producción Integrada, sistema de producción agraria que posibilita la realización de una agricultura viva y duradera, y por lo tanto respetuosa con el entorno y rentable para quien la practica, debe contemplarse con una visión globalizadora de todos los aspectos que la conforman, desde investigación y su inserción en el sector, hasta la formación y organización de los recursos humanos.

Por lo tanto, la puesta en práctica de una política en España que favorezca su promoción e implantación pasa por desarrollar una política de investigación, transferencia de tecnología, formación, comunicación al consumidor y a la sociedad en general, implantación de reglamentos técnicos, así como de entidades de certificación y control.

2. El factor humano es el eje principal donde debe girar la implantación de la Producción Integrada.

El proceso productivo es la suma del esfuerzo de agricultores, técnicos de campo, comerciales y directores de empresas, investigadores y experimentadores, etc.

Así pues, el proceso formativo deberá contemplarse desde esta óptica: formar todos los eslabones que hagan posible el funcionamiento de la cadena, desde un punto de vista de la Calidad Total, facilitando los mecanismos de comunicación y coordinación.

La formación debe ser permanente dinámica, y adaptada a las necesidades del interesado.

3. Si contemplamos la investigación desde el mismo punto de vista, concluimos que no sólo es responsabilidad de los especialistas investigadores. Deben participar en su diseño y desarrollo todos los integrantes del proceso, según los papeles que realicen, y plantearse como un sistema descentralizado, cercano a los orígenes de los problemas.

La investigación debe enfocarse hacia la solución de las necesidades reales del sector productivo, contemplando así mismo, las del consumo.

Se propone la creación de un organismo multidisciplinar donde estén representados y participen, el total de actores de la Producción Integrada que defina las necesidades del sector, sus

fuentes de financiación y mecanismos para la realización de los programas de investigación y transferencia, siempre contemplado de forma globalizadora.

4. Los técnicos de campo, especialistas en Producción Integrada son un eslabón más de la cadena, tan imprescindibles como los agricultores, o los investigadores. No puede faltar ningún eslabón, pues el proceso no podría realizarse.

El papel del técnico deberá ser el contacto permanente entre el agricultor y el mercado y la tecnología.

Es responsabilidad del sector asumirlos, así como definir sus áreas de actuación y dotarlos de los medios necesarios.

5. La Administración y el sector deben jugar un importante papel en el desarrollo de la Producción Integrada.

Son necesarias políticas que impulsen, mediante la ayudas adecuadas, la puesta en marcha del sistema de Producción Integrada.

La Administración y el sector deben asumir, principalmente, responsabilidades en la investigación y la formación, así como promover su difusión.

La Administración debe facilitar al sector que se organice y defina sus necesidades. De esta forma, los programas de trabajo y colaboración sector-administración estarán basados en la demandas de un sector productivos vertebrado.

6. Es necesario un marco legal a nivel estatal que permita el desarrollo de las normas técnicas de los distintos productos lo más ampliamente consensuado, debiendo adaptárselo cada autonomía a sus condiciones específicas.

El control y la certificación de la Producción Integrada, así como el logotipo diferenciador deberá contemplarse también desde un ámbito como mínimo de todo el estado español, sin excluir peculiaridades autonómicas. Esta función de control y certificación podrá ser delegada a entidades privadas y homologadas por las administraciones.

Le corresponde a éstas el papel de vigilar que el sistema funcione.

7. No se puede dejar fuera del sistema Producción Integrada al consumidor, iniciando su formación a nivel escolar.

La conciencia ecológica invade todas y cada una de las actividades del género humano. Y cada día más, los países desarrollados demandan, no sólo unos productos más sanos, sino también unos procesos productivos que cumplan los principios del respeto al Medio Ambiente.

La distribución, pendiente de las necesidades de los consumidores, conoce estas tendencias y exige que sus proveedores las cumplan.

Así pues, consideramos que el mercado está maduro para aceptar la introducción de productos en fresco y transformados, que debidamente diferenciados, cubran estos nichos.

Es necesario que tanto las Administraciones, como las empresas de comercialización, contemplen las inversiones para la definición y desarrollo de un «márketing» de la Producción Integrada.

8. Proponemos, como última conclusión, la creación de una Plataforma Nacional de Coordinación de la Producción Integrada, que integre, valga la redundancia, a todos los sectores implicados y las Administraciones.

Sus funciones básicas serían recopilación de información y elaboración de propuestas que faciliten la armonización de la políticas autonómicas o estatales relacionadas con la Producción Integrada.



Antigua estructura de invernadero a base de perfiles.



Trabajo artesanal en los invernaderos «tipo Almería».



25 años separan estos dos tipos de estructuras, parral y multitúnel



El invernadero «tipo Almería» admite múltiples materiales en su construcción. En esta fotografía se muestran pilares de hormigón



Dos de las geometrías de cubierta más utilizadas en invernaderos multitúnel



La «estructura multitúnel» está siendo la más utilizada por sus mayores prestaciones en instalaciones avanzadas