



MEDITERRANEO ECONOMICO

La agricultura mediterránea en el siglo XXI

- Agricultura mediterránea y mundialización
- Nuevos desafíos de la comercialización
- Las restricciones: costes, agua, conocimiento



LA AGRICULTURA DEL SURESTE: SITUACIÓN ACTUAL Y TENDENCIAS DE LAS ESTRUCTURAS DE PRODUCCIÓN EN LA HORTICULTURA ALMERIENSE

Jerónimo Pérez, Juan C. López y M^a Dolores Fernández

1. Introducción

La concepción tradicional de una actividad agrícola próspera ligada a circunstancias favorables de suelo, agua y clima, quiebra de forma determinante con la aplicación de diversas innovaciones tecnológicas que permiten el desarrollo de los cultivos bajo protección y mitigan las limitaciones que el medio físico natural impone a la producción agrícola.

El concepto de cultivo protegido se refiere a aquel sobre el que durante todo el ciclo productivo o parte del mismo, se actúa modificando las condiciones del microclima en que se desarrolla la planta, permitiendo la obtención de producciones en tiempo y espacio fuera de lo habitual. Este concepto está estrechamente ligado a una elevada y continua incorporación de nuevas técnicas que facilitan una rápida adecuación de la producción a la evolución de los mercados, incrementando las producciones y mejorando la calidad de los productos obtenidos y facilitando, de este modo el mantenimiento de la rentabilidad del sistema productivo.

El área mediterránea acoge una de las mayores concentraciones de cultivos protegidos del mundo, con más de 400.000 ha, siendo la segunda zona mundial en importancia, tras el área asiática. Esta superficie incluye estructuras de protección permanentes (invernaderos y macrotúneles) y no permanentes (acolchados y pequeños túneles).

España, con una superficie total de 161.959 ha (MAPA, 1998) ocupa el primer lugar en superficie dedicada a cultivos protegidos del área mediterránea, de las cuales 48.749 ha, corresponden a invernaderos y macrotúneles y el resto a pequeños túneles y acolchados.

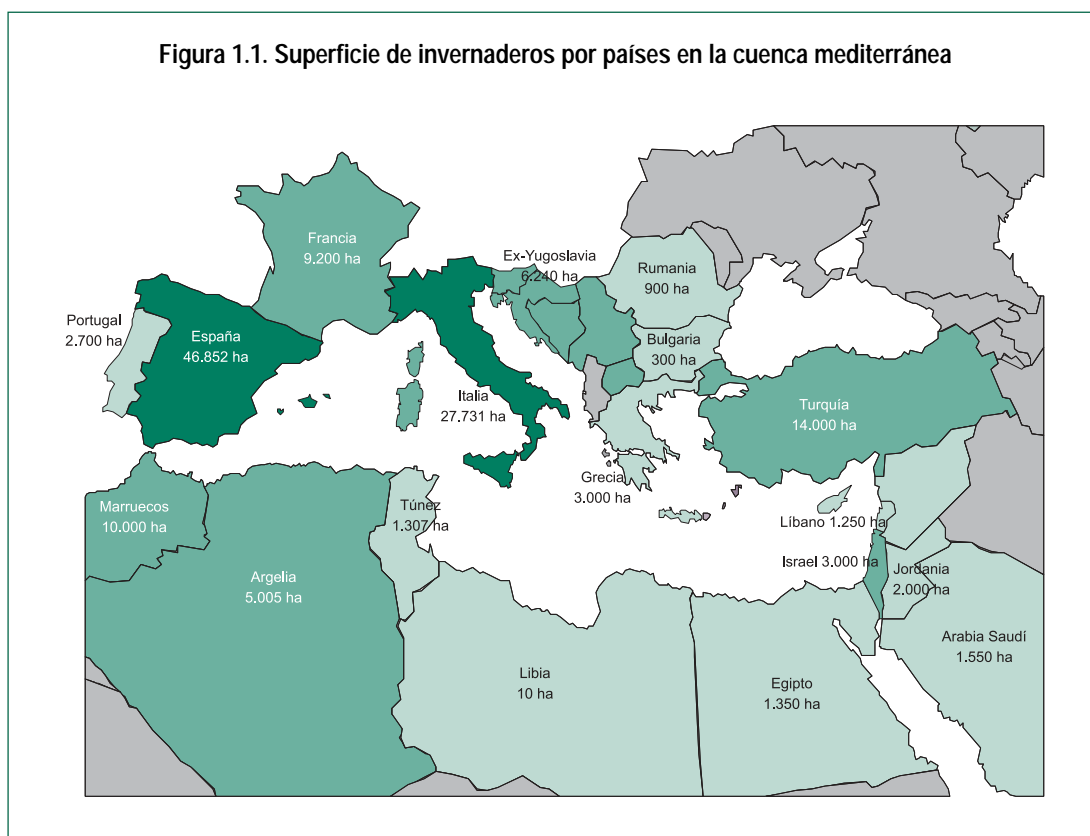
1.1. Los cultivos en invernadero en el área mediterránea

La superficie actual de invernaderos en el mundo supera las 450.000 ha, con un continuo crecimiento en los últimos años, estimándose en un 20% anual desde 1980, destacando con un 66% de esta superficie el área asiática (China, Japón y Corea), seguida de la cuenca mediterránea con un 30% (Cobos y López, 1997).

En Europa, este desarrollo se localiza en los países mediterráneos, fundamentalmente en las comarcas costeras, donde las buenas condiciones de insolación, las suaves temperaturas invernales y la estabilidad del clima derivada de la proximidad del mar (Castilla, 1998) determinan unas condiciones muy favorables para los cultivos protegidos. Esto explica la rápida expansión de esta agricultura en el conjunto de la región mediterránea donde, en la actualidad, se localiza una de las mayores concentraciones de cultivos protegidos del mundo, con más de 400.000 ha, de las cuales, unas 130.000 ha son invernaderos (Figura 1.1).

España es una buena muestra de este rápido desarrollo, que ha tenido lugar en las últimas décadas, situándose a la cabeza de los países mediterráneos y europeos en superficie dedicada a invernaderos (546 ha en 1968 y 46.852 ha en 1999), siendo superada a escala mundial sólo por China (200.000 ha) y Japón (60.000 ha) (Cobos y López, 1997).

En Europa, tras España, se sitúan Italia con 27.731 ha y Francia con 9.200 ha (González Real, 1996). En el área mediterránea, los países no europeos con mayor superficie de invernaderos son Marruecos con unas 10.000 ha y Turquía con 14.000 ha.

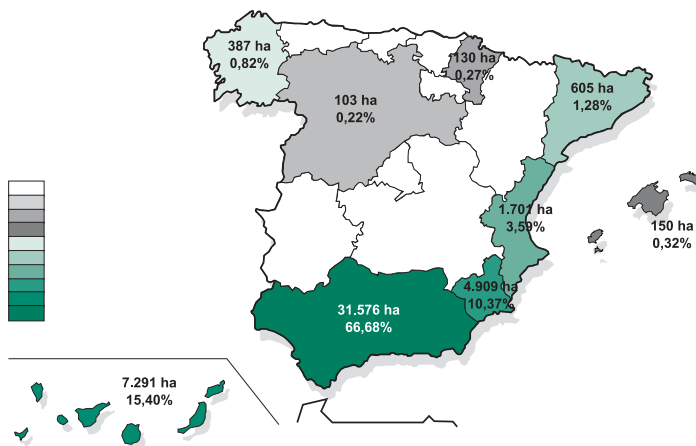


La distribución de la superficie de invernaderos en España (Figura 1.2) presenta una gran concentración en el Sureste peninsular, destacando Andalucía y Murcia con un 66,78% y 10,37% de la superficie, respectivamente. El ejemplo más llamativo de esta alta concentración es Almería con 24.763 ha, que suponen el 52,9% de la superficie de invernaderos de España.

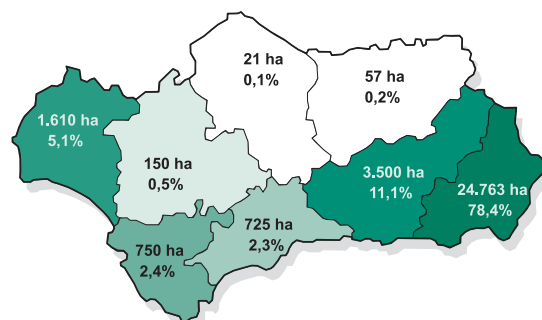
La Figura 1.3 refleja la rápida expansión de los cultivos en invernadero en España y Almería, en las últimas décadas.

La superficie ocupada por invernaderos, se dedica principalmente al cultivo de hortalizas, entre las que destacan los cultivos de tomate, pimiento, judía, melón, sandía, berenjena, calabacín y pepino, siendo muy pequeña la superficie dedicada a flor, planta ornamental y otros cultivos.

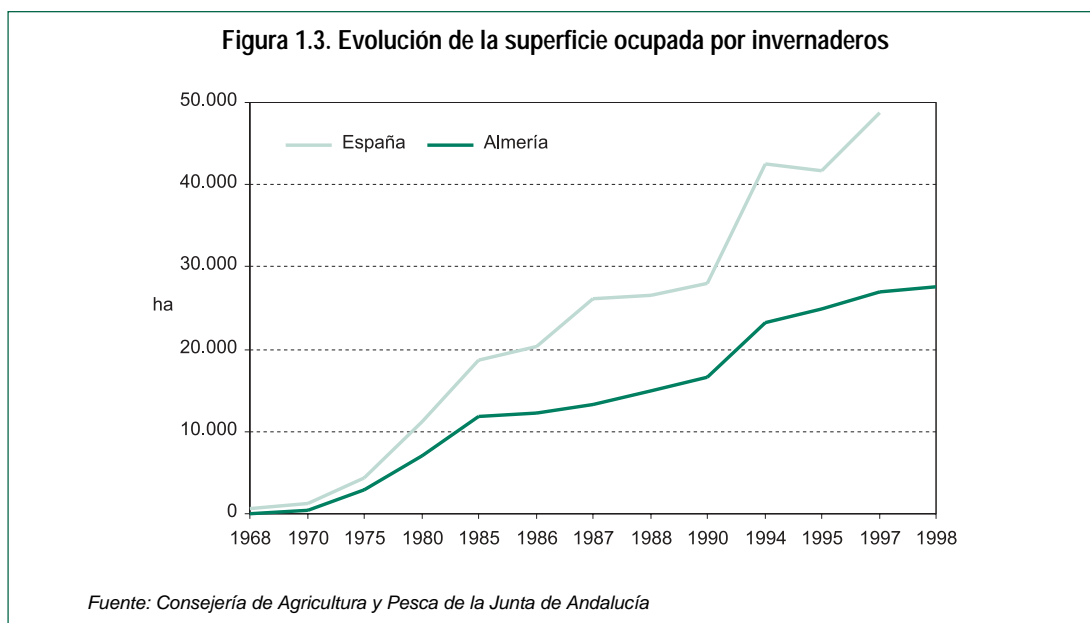
Figura 1.2. Distribución de la superficie de invernaderos en España
Campaña 1998/99



Fuente: Estimaciones finales de campaña 1998/99. Servicio de Estadísticas Agrarias del MAPA



Fuente: Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía



Las 46.852 ha de invernaderos, suponen el 0,25% de la superficie total cultivada de España y el 1,5% de la superficie de regadío, pero el valor económico de las producciones obtenidas en ellos contribuye con un 15% a la Producción Final Agraria (PFA) española, lo que expresa su alta rentabilidad respecto de otros sistemas productivos.

Asimismo, los casi 100.000 empleos directos que generan y en torno a 25.000 empleos indirectos en industrias y servicios vinculados indican el interés social del subsector de cultivos en invernadero en España.

265

2. Caracterización de las estructuras de producción en la agricultura intensiva almeriense

Las características básicas que identifican el sistema productivo mediterráneo y español, son el empleo de estructuras de bajo coste, con reducido consumo de energía y mínima modificación del microclima generado bajo invernadero, cuyo diseño estructural es diverso, empleándose diferentes materiales según su disponibilidad en cada zona. Un genuino representante de estas estructuras lo encontramos en el invernadero parral¹ o tipo Almería, tan presente en el Sureste de España.

¹ El Invernadero parral se puede definir como una protección para cultivos, de concepción simple, construcción artesanal y de bajo coste económico, conformada por una estructura vertical semirígida a base de soportes de madera u otros materiales, ligados entre sí en su parte superior por una estructura horizontal flexible ejecutada como una malla doble de alambres que a su vez sujeta el material de cerramiento.

El microclima generado bajo estas estructuras resulta con frecuencia subóptimo para el cultivo de hortalizas (Castilla, 1998). La tendencia dominante en el área mediterránea es forzar la adaptación de la planta a dichas condiciones ambientales subóptimas, frente a los criterios de máxima modificación climática para optimizar el ambiente en que se desarrolla el cultivo, que definen la práctica de la agricultura de invernadero en los países del centro y norte de Europa, cuyo mejor representante es Holanda con 9.500 ha y un alto nivel tecnológico que le permite competir con las producciones mediterráneas.

A continuación se describe la situación actual de las estructuras de producción de la agricultura intensiva almeriense, sobre la base de los resultados de encuestas directas realizadas a los productores por parte de la Estación Experimental de Cajamar (Las Palmerillas).

Tabla 2.1.
Características de las explotaciones ²

Superficie Media Explotación	24.367	m ²
Nº Fincas/Explotación	1,67	
Superficie Media Finca	14.589	m ²
Nº de Invernaderos/finca	1,99	
Sup Media Invernadero	6.200	m ²
Sup Media Invernada/finca	12.338	m ²
Sup Media Invernada/Explotación	20.604	m ²
% Invernadero/Finca	84,6	

Tabla 2.2.
Distribución de los productores por edad

Edad	(%)
15-25	4,5
26-35	31,5
36-45	29,1
46-55	22,4
56-65	11,0
>65	1,4

El sistema de producción en invernadero de Almería está constituido por explotaciones de pequeño tamaño siendo la superficie media por explotación de 2,4 ha, distribuidas en 1,7 fincas (Tabla 2.1). De la superficie total de la explotación, el 84,6% está ocupado por invernaderos, siendo la superficie media de cada unidad de invernadero de 6.200 m² (Tabla 2.1). Sin embargo, en la última década se ha producido un aumento en la dimensión media de la explotación en torno al 30%. Asimismo, se ha producido un aumento en el número de invernaderos por explotación de un 28%, manteniéndose en el mismo orden de magnitud la superficie media por invernadero.

En el 60,4% de las fincas, se dispone de electricidad, y el 86,9% disponen de almacén, siendo el tamaño medio de éste de 60 m². Este almacén acoge el cabezal de riego, a la vez que sirve para guardar fitosanitarios, nutrientes y pequeño utillaje.

El régimen de tenencia de la tierra es mayoritariamente en propiedad (89% de los agricultores), siendo el 65,2% de la población menor de 45 años (Tabla 2.2).

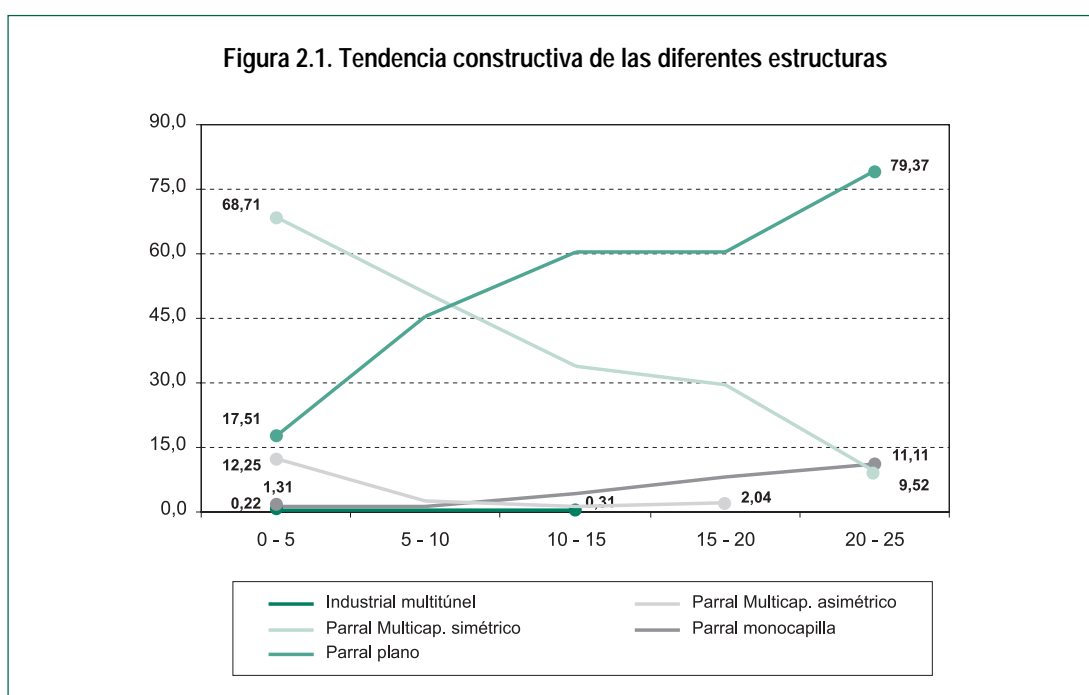
² Se considera explotación agrícola el conjunto technicoeconómico bajo la responsabilidad del empresario agrícola constituido por una o varias fincas. Las fincas pueden ser contiguas o no. Cada finca constituye la unidad básica de producción de un modo autónomo, compuesta por invernaderos en número variable, una balsa y cabezal de fertirrigación. Salvo excepciones cada cabezal junto con la superficie que riega constituye una finca.

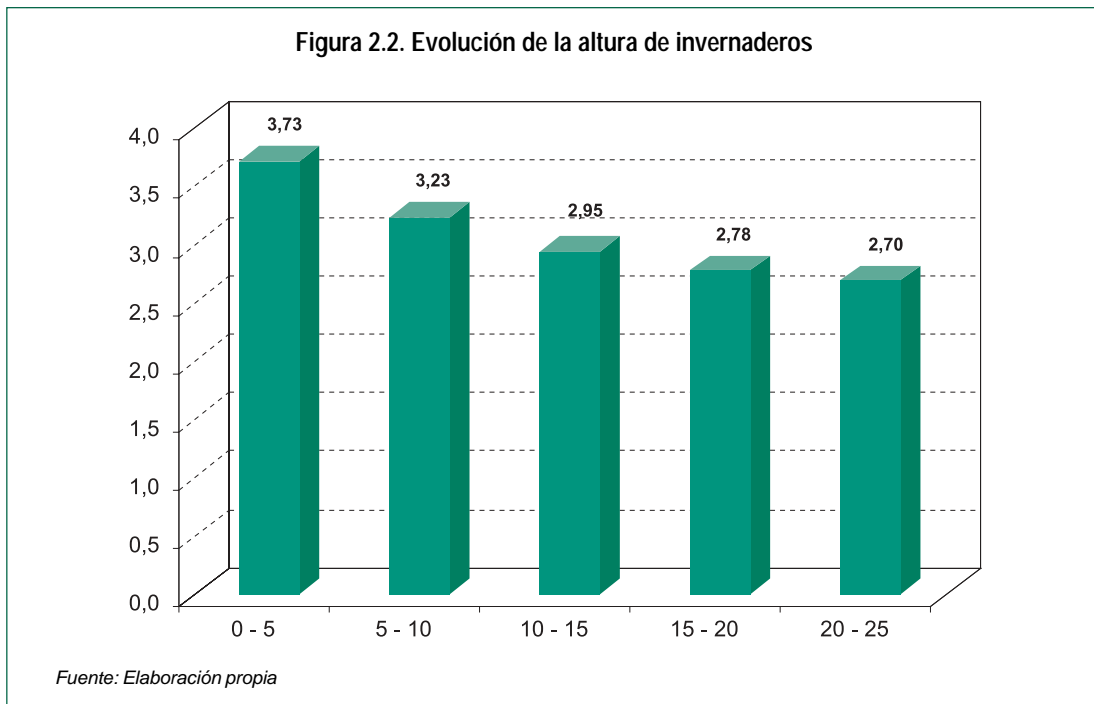


Otra característica del sistema es el empleo de mano de obra familiar. En la actualidad, el número de trabajadores pertenecientes al ámbito familiar, incluido el productor, con dedicación plena a las labores de la explotación es de 1,3 trabajadores/ha de invernadero. El número de trabajadores ajenos al ámbito familiar con dedicación plena durante toda la campaña es de 1 trabajador/ha. Por término medio, el número máximo de trabajadores ajenos al ámbito familiar que pueden coincidir en la explotación de un modo puntual es de 1,9 trabajadores/ha. Las operaciones culturales críticas en cuanto a demanda de mano de obra son por orden de importancia la recolección, el levantamiento del cultivo y retirada de restos (limpieza) y la siembra o transplante.

2.1. Tipos de invernaderos

La estructura de invernadero predominante es el parral multicapilla simétrico (raspa y amagado) con el 52% y el parral plano con el 40% de la superficie total invernada. En las estructuras multicapilla simétricas domina la orientación del eje principal norte-sur (70,47% de la superficie y 67,9% de los invernaderos). La Figura 2.1 muestra la evolución en los últimos 25 años de los distintos tipos de estructuras de invernadero en Almería. Se observa que, el porcentaje de invernaderos multicapilla simétrico "raspa y amagado" va en aumento, mientras que el invernadero "parral plano" tiende a desaparecer, aunque es la estructura dominante en invernaderos con más de 15 años (Figura 2.1).





En cuanto al material utilizado, la combinación madera + madera, junto con la combinación tubo de hierro galvanizado + tubo de hierro galvanizado, suponen el 76% de los invernaderos.

En la Figura 2.2 se muestra la evolución de la altura de los invernaderos, observándose en los últimos años la tendencia a construir invernaderos más altos. La altura media de los invernaderos (Figura 2.2) es de 3,2 m. En los invernaderos multicapilla simétricos la altura media se sitúa entorno a los 3,6 m en la cumbre y en los invernaderos parral plano en torno a 2,7 m tendiendo en los nuevos invernaderos multicapilla a situarse en 4,2 m de altura en cumbre.

Las ventanas son elementos de especial interés en las estructuras. Una correcta ventilación permitirá actuar, de forma económica, sobre la temperatura, la humedad relativa y los niveles de CO₂ dentro del invernadero. Actualmente, la superficie media dispuesta como ventanas en los invernaderos tipo parral de Almería es del 12,1% de la superficie cubierta, con un 4% para la ventilación cenital y un 8,1% para la ventilación lateral, porcentaje que se sitúa por debajo de lo aconsejable para disponer de una adecuada tasa de renovación del aire del invernadero.

Tabla 2.3. Grado de automatización de las ventanas

Tipo de ventana	% Superficie invernada
Ventanas Laterales	0,4
Ventanas cenitales	2,4

Fuente: Elaboración propia



El grado de automatización actual es muy bajo (Tabla 2.3), siendo éste un elemento susceptible de ser mejorado a corto plazo.

La automatización es relativamente cara, máxime si tenemos en cuenta que va ligada a la adquisición de un equipo que gestione la apertura y cierre. Los invernaderos que presentan automatización son mayoritariamente de tipo multicapilla simétrico, de una menor antigüedad, mayor superficie media y mayor altura en cumbre.

Es de esperar que en el futuro se produzca un incremento en el porcentaje de invernaderos que presentan motorización y automatización en las ventanas, a medida que se vaya produciendo el proceso de modernización en las estructuras.

El modelo de ventanas laterales predominante es el de tipo plegable manual con el 87,5% de la superficie invernada. En las ventanas cenitales también figura como modelo más extendido las ventanas plegables manuales con el 59,5% de la superficie invernada; el segundo modelo en importancia en este tipo de ventanas son las enrollables manuales (22,8% de la superficie invernada con ventanas cenitales).

Por otra parte, los problemas fitosanitarios asociados a la entrada de plagas al invernadero han generalizado el uso de mallas anti-insectos en las ventanas como barrera física. Entre las mallas empleadas destaca la denominada malla mosquitera (79,9% de los invernaderos) (Tabla 2.4). La tendencia parece clara hacia el uso de mallas de menor porosidad para frenar la entrada de plagas, fundamentalmente mosca blanca (*Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporarum*) y trips (*Frankliniella occidentalis*). La incorporación de este tipo de mallas supone un notable efecto reductor de la tasa de ventilación, lo que hace aún más importante incrementar la superficie de ventanas y/o emplear tipos de ventanas más eficaces (ej. Ventanas cenitales abatibles).

Tabla 2.4. Distribución porcentual de los tipos de mallas utilizados

Tipos de malla	% Nº Invernaderos	% Superf. invernada
Antitrips	10,3	12,6
Mosquitera	79,9	77,4
Sombreo	4,2	4,4
Sombreo+Antitrips	0,5	0,4
Sombreo+Mosquitera	5,1	5,2

Fuente: Elaboración propia

2.2. Materiales de cubierta

El material de cerramiento de un invernadero condiciona el microclima que se genera en su interior y consecuentemente la respuesta de los cultivos.

El material de cubierta más utilizado (Tabla 2.5) es el polietileno de 720 galgas (180 μ m) de espesor, en un 45% de la superficie, seguido del polietileno de 800 galgas (200 μ m) y en menor proporción el tricapa. El uso de plásticos térmicos (PE-800) sigue limitado en contraste con otras zonas limítrofes, como Murcia, donde está más extendido.

En el mercado, existen plásticos amarillos e incoloros, predominando el primero en un 60% de la superficie frente al 40% de los segundos. Por materiales, el PE-720 amarillo es el más utilizado en un 43% de la superficie.

Además de ser utilizado como material de cubierta, la lámina de plástico está presente en el invernadero como acolchado, doble techo, tunelillo y material para solarización.

Tabla 2.5. Distribución de los distintos tipos de material de cubierta

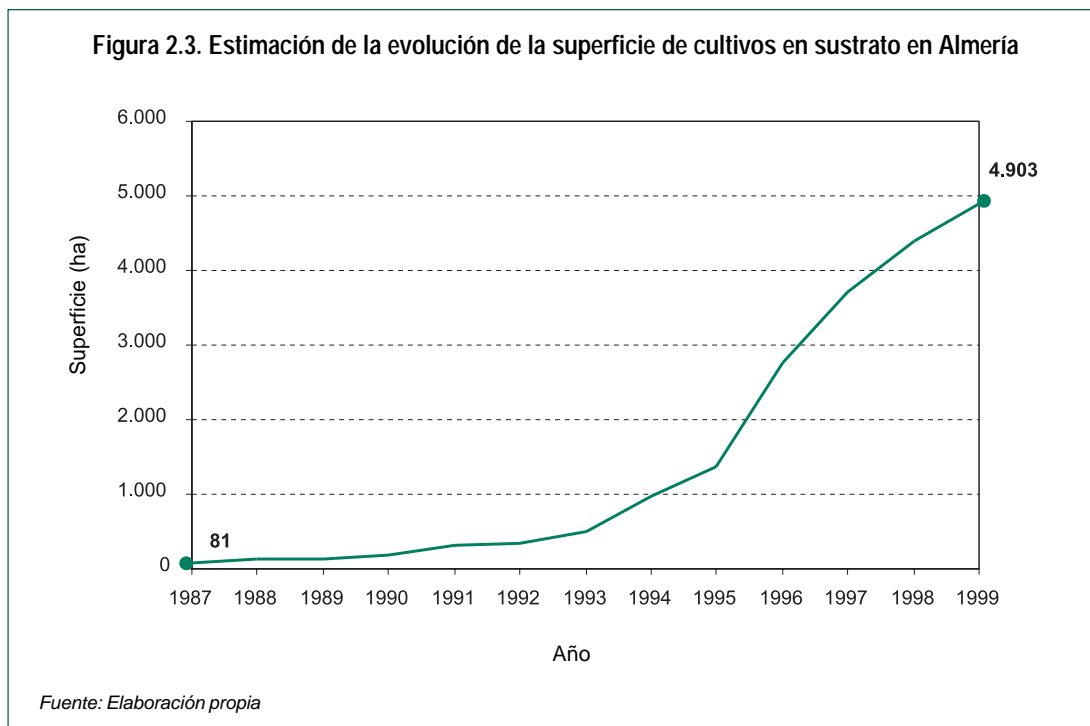
Tipos	% Nº invernaderos	% Superf. Invernada
PE-720	51,8	44,8
PE-800 térmico	31,5	34,8
Tricapa	16,7	20,4

Fuente: Elaboración propia

2.3. Medios de cultivo: suelo y cultivo en sustrato

Una de las técnicas que más ha influido en el desarrollo de la horticultura almeriense ha sido el enarenado, aunque originario de la costa granadina, constituye el sistema de cultivo característico de los invernaderos de Almería. Esta técnica consiste en la incorporación de una capa de arena de unos 10 cm de espesor sobre el suelo, confiriendo importantes ventajas en comparación con el uso del suelo desnudo. Así, su presencia rompe la subida del agua por capilaridad, reduciendo la evaporación y el ascenso de sales, lo que permite emplear aguas de peor calidad. Además, mejora la estabilidad térmica de los suelos y propicia el crecimiento del sistema radicular en superficie (Bretones, 1999). Estas ventajas permitieron que el enarenado se incorporara desde un inicio como técnica básica junto al forzado bajo plástico y que se mantenga hasta nuestros días en plena vigencia.

Junto al enarenado, los cultivos en sustrato constituyen una alternativa de creciente importancia y con un rápido crecimiento en los últimos diez años (Figura 2.3). Los sustratos más habituales son lana de roca, perlita y fibra de coco.



El principal sistema sigue siendo el cultivo en suelo (Tabla 2.6), aunque los cultivos en sustrato han alcanzado un desarrollo notable con casi un 20% de la superficie total (4.878 ha). Los dos sustratos más ampliamente representados son la perlita (10,4%) y la lana de roca (8,8%), quedando la fibra de coco muy por detrás (0,5%).

Hay una tendencia (Tabla 2.6) hacia la implantación de cultivos en sustrato en los invernaderos de reciente construcción, principalmente por el menor coste inicial frente al enarenado. La importancia relativa de los cultivos en sustrato aumenta conforme disminuye la edad de los invernaderos, pasando de un 11,5% en los de más de 10 años a un 35,4% en los de 2 años o menos. Por tanto, la incorporación del hidropónico ha estado muy asociada a los invernaderos de nueva construcción, encontrándose el 56,1% de la superficie de hidropónico en los invernaderos de 5 años o menos.

Los invernaderos que cuentan con cultivo en sustrato son notablemente más extensos, con una superficie media de 8.719 m², frente a 5.784 m² de los invernaderos con cultivo en suelo.

Tabla 2.6. Distribución porcentual de los diferentes medios de cultivo y por grupos de antigüedad

Sistema de cultivo	% Superficie Invernaderos				% respecto al global
	> 10 años	> 5 y ≤ 10 años	> 2 y ≤ 5 años	≤ 2 años	
Suelo	88,5	83,4	73,3	64,6	80,2
Perlita	6,0	8,8	11,1	20,5	10,4
Lana de roca	5,2	7,8	14,8	13,3	8,8
Fibra de coco	0,3	0,0	0,8	1,6	0,5

Fuente: Elaboración propia

2.4. Sistemas de riego y fertilización

El riego por goteo es una tecnología que se impuso de forma clara y rápida en la década de los 80 (Figura 2.4), y en la actualidad el 99,7% de la superficie invernada en Almería emplea sistema de riego por goteo. También hay que destacar la importante renovación que han sufrido los sistemas de riego por goteo: el 80,9% de la superficie tiene emisores con menos de 10 años y de ésta el 55,1% tiene menos de 5 años. Paralelamente, al empleo de sistemas de riego por goteo también se ha producido la mejora en la calidad de los goteros. Así en la actualidad, aproximadamente el 81% de los invernaderos evaluados presentan una uniformidad excelente (Coeficiente de uniformidad $\geq 90\%$) (Caja Rural de Almería, 1997), frente al 4% de las instalaciones evaluadas en el año 1984 (Caja Rural de Almería, 1985).

El uso de sistemas de riego por goteo, junto a la toma de conciencia de los agricultores ante la escasez de recursos y la información generada en la zona sobre las necesidades de agua de los cultivos bajo invernadero (Caja Rural de Almería, 1992; Cajamar, 2000), han permitido que el consumo de agua por hectárea y año pase de 7.000 m³ en el año 1982 a 5.500 m³ en la actualidad, con un ingreso medio de 1.500 pts/m³ de agua empleada (Caja Rural de Almería, 1997; Carreño et al., 2000).

Sin embargo, el factor que más contribuye a la elevada eficiencia en el uso del agua de los cultivos bajo invernadero es el menor consumo de agua frente a esos mismos cultivos al aire libre. El empleo de una cubierta semitransparente reduce la demanda hídrica de la atmósfera debido a la reducción de la radiación solar y al confinamiento de la humedad. Así, en regiones con

Figura 2.4. Evolución del % de superficie invernada con sistema de riego por goteo en Almería.

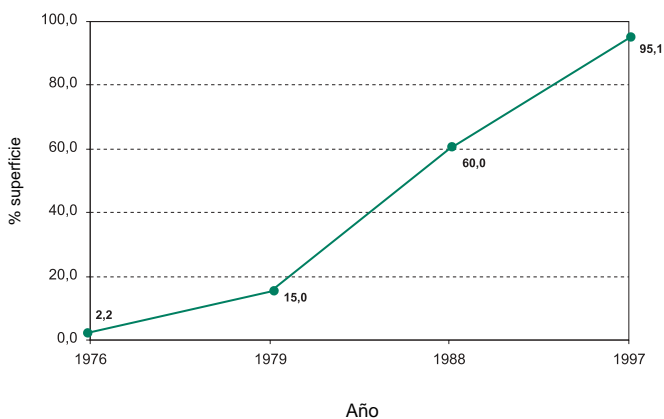




Tabla 2.7. Uso de agua de riego por tonelada de fruto producido ($\text{m}^3 \text{Tm}^{-1}$) para los cultivos de judía, melón, tomate y pimiento bajo invernadero en Almería y al aire libre en otras zonas del mundo

Cultivo	Exterior	Invernadero
Judía	162 a	66 e
Melón	83 b	44 e
Tomate	60 c	27 e
Pimiento	300 d	74 e

(a) Stansell y Smittle, 1980; (b) Hartz, 1997; (c) Stanhill, 1980; (d) Pellitero et al., 1993; (e) Caja Rural de Almería, 1997.
Fuente: Elaboración propia.

alta insolación un simple invernadero de plástico puede reducir el uso de agua del cultivo en torno al 30% (FAO, 1991). El uso de agua de los cultivos hortícolas bajo invernadero en Almería es bajo, comparado con el de los mismos cultivos al aire libre (Tabla 2.7). Por ej., la producción de tomate en invernadero en Almería requiere unos $26,5 \text{ m}^3 \text{ agua Tm}^{-1}$ (Caja Rural de Almería, 1997), mientras que el uso de agua de un cultivo de tomate al aire libre se estima en 50 a 60 m^3 de agua Tm^{-1} en España (Baselga et al., 1993) y en la zona mediterránea (Stanhill, 1980).

El cabezal de riego es un componente importante tanto por la repercusión económica en la inversión inicial de transformación como por el papel que juega en la fertilización. Aunque cada sistema es diferente, en función de las necesidades del regante, suele incluir, en general, una unidad de bombeo, equipos de filtro, equipo de fertilización y elementos de control y medida.

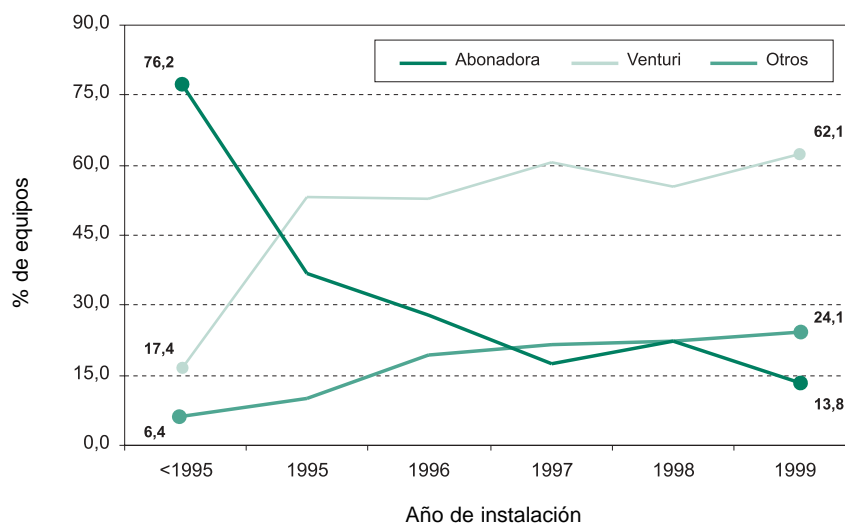
Entre los elementos del cabezal de riego, el sistema de inyección de abonos es uno de los principales. Los sistemas de incorporación de fertilizantes más usuales son la abonadora y el venturi, presentes en un 52,4% y 33,1% de las fincas, respectivamente (Tabla 2.8). Sin embargo, la abonadora es un sistema de fertilización más antiguo, con un promedio de antigüedad de más de 9 años frente a los 3,8 del venturi. El sistema de fertilización manual está ligado a la presencia anecdótica de algunos invernaderos con sistema de riego a pie. La abonadora y la aspiración directa son sistemas obsoletos ya que la incorporación del abono se produce de forma variable a lo largo del tiempo de riego, lo cual se traduce en oscilaciones de la conductividad eléctrica del agua de riego.

Tabla 2.8. Distribución porcentual de los sistemas para incorporar fertilizantes y antigüedad de los mismos

Sistemas de incorporación de fertilizantes	% Fincas	Antigüedad
Abonadora	52,4	9,2
Abonadora/Venturi	1,2	6,25
Aspiración directa	0,8	6,5
Inyección	11,2	3,3
Inyección/Venturi	0,9	2,5
Manual	0,4	..
Venturi	33,1	3,8

Fuente: Elaboración propia

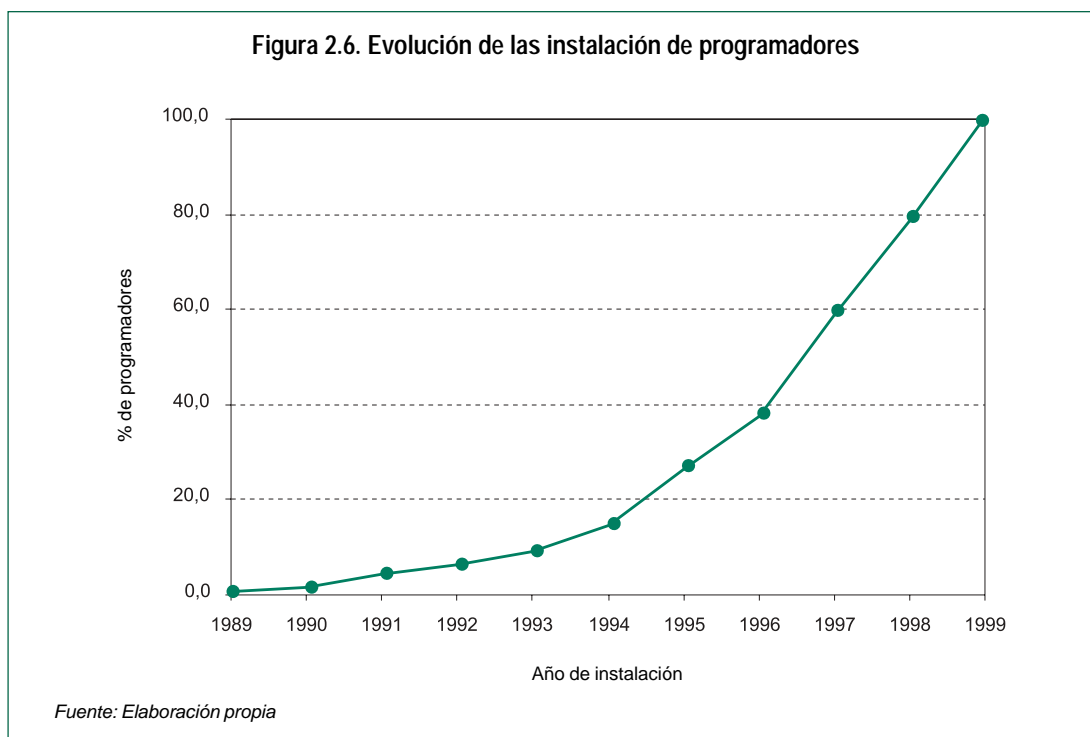
Figura 2.5. Evolución relativa de los equipos de fertilización en función del año de instalación



Fuente: Elaboración propia

La tendencia en la instalación de equipos de fertilización (Figura 2.5) es hacia la utilización de venturis en detrimento de las abonadoras. Así, el 75% de las abonadoras fueron instaladas antes del año 1995, disminuyendo considerablemente su instalación, ya que sólo el 14% fueron instaladas en 1999. Simultáneamente, se ha producido un aumento de venturis, que ha pasado de tan sólo un 17% antes de 1995, a un 62% de los equipos instalados en 1999.

Otro factor de creciente incorporación en las instalaciones de riego es el programador de riego. Las fincas con programador son, en la actualidad, un 30,5%, valor que se ha triplicado en menos de diez años. El aumento de los venturis como equipo de fertilización está ligado en su mayor parte al incremento de programadores en los últimos años. Otro factor que ha contribui-



do al incremento de programadores ha sido el crecimiento de la superficie de cultivo fuera de suelo, aunque no es un elemento exclusivo de éste. Actualmente el 18,8% de las fincas con cultivo en suelo cuentan con programador.

La instalación de programadores es un factor reciente en la modernización de los sistemas de fertirrigación (Figura 2.6), así el 86% de los programadores fue instalado hace menos de 5 años.

Un elemento importante en las instalaciones de riego localizado es la balsa, ya que permite regular los riegos. El 80,7% de las fincas tiene balsa para riegos, con una capacidad media de 2.000 m³. Estas balsas están construidas, en su mayoría, con hormigón (71,8%).

Todos los invernaderos excepto los parrales de techo plano, permiten la recogida de las aguas pluviales y su canalización hacia una balsa, desde dónde se pueden reutilizar en el riego. Se estima que un buen sistema de recogida de aguas pluviales puede cubrir hasta el 30% de las necesidades hídricas de los cultivos. En los parrales planos no se puede recuperar el agua de lluvia pero se aprovecha en parte pues pasa directamente al suelo del invernadero.

2.5. Equipamientos del invernadero

Sistemas de refrigeración

La refrigeración por evaporación de agua para reducir temperatura y aumentar la humedad relativa dentro de los invernaderos es una alternativa que empieza a imponerse. Los equipamientos de más reciente implantación y con más posibilidades de expansión son los sistemas de nebulización. En estos sistemas, es importante que las gotas que se producen sean suficientemente pequeñas para que su velocidad de caída sea baja, y dé tiempo a que se evaporen.

El 2,8% de la superficie invernada presenta este tipo de dispositivos. La diferencia porcentual entre el número de invernaderos y la superficie se debe al hecho de que la superficie media de los invernaderos que actualmente tienen sistemas de humidificación está en 10.400 m², muy por encima de la media (6.200 m²).

Sistemas de calefacción

Según datos de la Delegación de Agricultura, en diciembre de 1980, existían en Almería doce explotaciones con instalaciones de calefacción que alcanzaban una superficie global de 50 ha. De ellas, 10 ha correspondían a invernaderos de cristal de estructura metálica para cultivo de flores y el resto a invernaderos tipo parral de cubierta de plástico térmico y cultivo de hortalizas. Todas las instalaciones utilizaban gasóleo como combustible.

En la actualidad el porcentaje de invernaderos calefactados es muy bajo, lo que da una idea clara de la cuestionable rentabilidad de estos sistemas en las condiciones de Almería. Los sistemas de calefacción más empleados por ser más baratos, son los generadores de aire caliente (combustión directa o indirecta) y los sistemas de tuberías por las que circula agua caliente a media temperatura (30-45 °C). Menos utilizados son los sistemas basados en la conducción de agua a alta temperatura (90-95 °C) por tuberías metálicas, por el alto coste de inversión inicial. Los invernaderos con calefacción en Almería son fundamentalmente los del tipo multicapilla simétrico, de gran altura media en cumbre (4,3 m) y con una antigüedad media menor de 5 años. La superficie media de los invernaderos con calefacción está por encima de la superficie media (8.875 m²) y pertenecen a fincas de gran tamaño que siempre disponen de electricidad y cuyos propietarios de dichas fincas son de edad media de alrededor de cuarenta años y suelen estar bien informados.



Maquinaria

La horticultura bajo invernadero se ha caracterizado por ser una agricultura con una alta demanda de mano de obra frente a un relativamente escaso nivel de mecanización. El elemento que mejor caracteriza el grado de mecanización es el tractor. De acuerdo con los datos obtenidos mediante encuesta, en la actualidad el 40% de las explotaciones cuentan con tractor, y aunque un 11,5% de estos tiene más de 20 años, sin embargo la incorporación de tractores es creciente en los últimos años. Con ellos se cubren labores de mantenimiento del suelo, tratamientos fitosanitarios, transporte del producto dentro de la explotación y en menor grado el transporte del producto al centro de comercialización.

En la actualidad, se observa un crecimiento importante en la incorporación de maquinaria auxiliar a las explotaciones (Tabla 2.9), destinada a mejorar la productividad en labores de transporte y carga de la producción dentro de la explotación. También se aprecia claramente como se estabilizan o pierden peso los aperos destinados al laboreo del suelo como el rotovator o cultivadores.

El sistema más generalizado para la aplicación de los tratamientos fitosanitarios es la pulverización empleando para ello instalaciones fijas presentes en más del 85% de la superficie bajo plástico. En los últimos años, se ha producido un crecimiento muy importante de los pulverizadores hidroneumáticos (cañón).

Tabla 2.9. Distribución porcentual de los productores con maquinaria auxiliar y antigüedad promedio

Aperos y otros	% Productores	Años promedio
Ganchos brozas (apero)	18,1	3,8
Elevador (apero)	15,1	5,6
Rotovator (apero)	10,8	9,0
Carretilla elevadora, torillo	10,8	5,5
Arado de vertedera (apero)	5,4	14,3
Carretilla autopropulsada	0,2	15,0
Arado aporcador (apero)	1,9	10,0
Cultivadores (apero)	1,9	12,3

Fuente: Elaboración propia

2.6. Formación y asesoramiento técnico

Una peculiaridad destacable del sistema productivo almeriense es la elevada presencia de técnicos que asesoran al agricultor. En la actualidad se estima que hay más de 800 técnicos presentes en el sector agrario a través de cooperativas, alhóndigas, almacenes de suministros, centros de investigación, etcétera, que dan servicio de asesoramiento al agricultor.

Casi el 45% de los productores (Tabla 2.10) tiene alguna formación relacionada con la agricultura. El resto, un 55% aproximadamente, carece de la misma, siendo la experiencia su único medio de formación como productor. En este último grupo se incluyen productores con estudios primarios, secundarios o estudios de formación profesional en otras áreas.

Hay que resaltar la opción de los cursillos monográficos: el 24% de los productores manifiestan haber realizado al menos alguno de ellos. Este sistema de formación es bien recibido por los productores por su corta duración y su especialización.

Tabla 2.10. Formación de los productores por grupos de edad (%)

Formación	15-25	26-35	36-45	46-55	56-65	>65
Cursillos monográficos	11	13	38	27	28	..
Curso incorp. a la E. Agr.	11	27	15	7	..	..
Est. capacitación agrícola	6	10	5	1	..	..
Est. universit. agrícolas	..	2	..	..	..	..
Est. universit. no agrícolas	11	..	1	..	..	..
Sin formación agrícola	61	49	42	65	72	100

Fuente: Elaboración propia

3. Tendencias del sistema

Las estructuras de producción presentes en el ámbito mediterráneo, de las que es un genuino representante el invernadero tipo parral almeriense, presentan un nivel tecnológico bajo que limita su potencial productivo, aunque mantienen su competitividad en virtud de sus menores costes unitarios de producción.

Las tendencias en los cambios, de cara al futuro, indican la necesidad de mejorar las prestaciones productivas de las estructuras de producción, para conseguir satisfacer los niveles crecientes de calidad exigidos por los mercados. Ello hará preciso mejorar las estructuras y el equipamiento de los invernaderos, lo que permitirá aumentar la capacidad de planificación y control de las producciones, extendiendo los calendarios de producción a todo el año con una oferta de calidad definida y sostenida. Todo ello dentro de unos límites razonables de incremento de inversión y de costes de producción.



La incorporación de mejoras en las estructuras de producción y en el nivel de equipamiento de las mismas, aunque ha sido un proceso permanente en el tiempo (invernaderos más altos, mejor construidos y más ventilados, desarrollo del cultivo en sustrato, técnicas culturales más eficientes, incorporación de equipos de actuación sobre el clima, sustanciales mejoras en los sistemas de riego, etcétera) debe ser impulsada para mantener la competitividad del sistema frente a otras áreas productoras, a través de la mejora de sus prestaciones productivas.

Cambios cualitativos en los invernaderos son ya perceptibles y se irán generalizando en los próximos años de la mano de la mejora del grado de conocimiento técnico-científico y de las exigencias impuestas por el mercado a la producción. En relación con las estructuras, el invernadero parral seguirá estando muy presente en el sistema productivo, incorporando sensibles mejoras en su diseño (mayor altura, pendientes de cubierta mayores, estructuras de ventilación más eficientes, mejores sistemas de recogida y evacuación de agua de lluvia), y en su construcción. Los invernaderos "industriales" como el multitunel, incrementarán su presencia ligados a la incorporación creciente de equipamiento para el control del clima, facilitando el nivel de aseguramiento actual y su fiabilidad. Excluidos los costes ligados al suelo (adquisición y preparación), los niveles de inversión se incrementarán entre 3 y 5 veces respecto a los actuales.

La incorporación de estructuras con cerramiento rígido como el invernadero de vidrio tipo Venlo, debido a las altas necesidades de inversión (más de 10 veces mayores que las actuales para el invernadero parral) que implican largos períodos de amortización y la elevada exigencia de conocimientos técnicos para su correcta gestión, seguirá siendo poco relevante.

En el ámbito de los materiales de cerramiento flexibles (plásticos y mallas) la incorporación de innovaciones tecnológicas mantendrá su dinámica actual. Plásticos con mejores propiedades mecánicas y ópticas se incorporarán progresivamente a los invernaderos.

El mayor conocimiento del efecto de las diferentes longitudes de onda sobre las plantas e insectos, está dirigiendo los nuevos desarrollos de materiales hacia una modificación de las franjas de radiación (fotoselectividad) para producir diferentes efectos: antigoteo, antibotritis, antiplagas, los cuales implicarán una reducción en el uso de fitosanitarios con el consiguiente beneficio medioambiental.

La tendencia hacia el desarrollo de materiales más longevos (más de tres años) permitirá reducir el consumo y los residuos generados por los mismos.

La escasa presencia actual de equipos de climatización en los invernaderos mediterráneos, se verá incrementada en el futuro en congruencia con la mejora de las estructuras.

La necesidad de mejorar las prestaciones productivas de los invernaderos para satisfacer las exigencias del mercado por un lado y para procurar condiciones de confortabilidad para

el trabajo en los mismos por otro, van a incrementar la incorporación de sistemas que permitan actuar sobre el microclima del invernadero. La instalación de equipos para refrigeración, calefacción, ahorro de energía o enriquecimiento carbónico, unido al desarrollo de herramientas informáticas que faciliten una gestión integrada de la producción (riego, nutrición, protección vegetal y clima), los llamados sistemas de ayuda a la toma de decisiones (SAD), facilitarán en el futuro la labor de los agricultores a la vez que les exigirá una mayor cualificación técnica.

La decisión sobre el tipo de invernadero a instalar y el equipamiento con que dotarlo debe adoptarse de forma integrada y gradual para conseguir un sistema productivo eficiente.

Especial atención merece el uso del agua en el invernadero. La escasez de recursos hídricos en el sudeste español, y más concretamente en Almería, limitó en el pasado la explotación agrícola a cultivos de secano, y a pequeñas extensiones de cultivos hortícolas y parrales en las cuencas de los ríos, por otra parte de escaso e irregular caudal. Fue a partir de la década de los 60, cuando se adoptaron una serie de innovaciones técnicas adaptadas a la problemática de esta zona, que han permitido desarrollar una de las agriculturas más intensivas y rentables del territorio español, con una alta eficiencia en el uso del agua. Los datos de invernaderos comerciales de Almería indican que la eficiencia en el uso del agua, considerada como la relación entre el rendimiento de fruto obtenido por litro de agua empleado para producirlo, es de 21 a 23 g l⁻¹ (Caja Rural de Almería, 1997; Carreño et al., 2000), frente a 1 g l⁻¹ de agua empleada en los regadíos de maíz en zonas áridas de España (Naredo et al., 1993). Esta alta eficiencia en los cultivos protegidos es el resultado de la contribución de varios factores, como son, el empleo de sistemas de riego por goteo, un buen manejo del riego por parte del agricultor y el menor uso de agua de los cultivos protegidos.

En relación a las técnicas de riego, se están desarrollando soluciones que permitirán una programación dinámica del agua y los nutrientes en base a los conocimientos precisos del estado hídrico del suelo o sustrato (potencial matricial y osmótico, contenido relativo de agua, conductancia hidráulica), de la planta (flujo de savia, variaciones del diámetro del tallo o del fruto, transpiración) o de parámetros climáticos (radiación, déficit de presión de vapor, temperatura). La mejora en los sistemas de control incrementará el uso de equipos y sistemas informáticos en la práctica del riego y la nutrición.

La rápida expansión de los cultivos fuera de suelo en los últimos años se verá limitada en el futuro por la previsible aparición de normas restrictivas para los sistemas de drenaje libre, la limitación que la mala calidad del agua de riego impone a la instalación de sistemas cerrados y el incremento de costes que éstos suponen.



4. A modo de conclusión

En el entorno mediterráneo en general, un invernadero es un sistema productivo altamente eficiente en el uso del recurso más limitante en esta zona: el agua. Por las características del clima es además un sistema de bajo consumo energético, hasta 100 veces inferior a los sistemas empleados en el centro y norte de Europa.

Con el objetivo final de lograr producciones de una calidad certificable y reconocible, los avances en los sistemas de producción bajo invernadero, igual que en otros sistemas agrícolas, deben dirigirse a consolidar un modelo productivo racional en el uso de los recursos y respetuoso con el medio ambiente que incorpore garantías de salud para consumidores y productores.

Bibliografía

- Bretones, F. 1999. El enarenado. En Técnicas de producción de frutas y hortalizas en los cultivos protegidos. Vol. I: 103-111. Edita Caja Rural de Almería.
- Baselga J.J., Prieto M.H., Rodríguez A. 1993. Response of processing tomato to three different levels of water and nitrogen applications. *Acta Horticulturae* 335: 149-156.
- Cajamar, 2002. Dosis de riego para los cultivos hortícolas bajo invernadero en Almería. Publicación propia.
- Caja Rural de Almería. 1985. Evaluación de la instalación de riego localizado financiado por Caja Rural de Almería. Edita Caja Rural de Almería.
- Caja Rural de Almería. 1992. Documentos técnicos agrícolas. Publicación propia.
- Caja Rural de Almería. 1997. Gestión del regadío en el campo de Dalías: las comunidades de regantes Sol y Arena y Sol-Poniente. 195 pp.
- Carreño J., Aguilar J., Moreno S. M. 2000. Gastos de agua y cosechas obtenidas en los cultivos protegidos del campo de Níjar (Almería). XIII Congreso Nacional de Riegos, Huelva.
- Castilla, N. 1998. Condiciones ambientales en invernaderos no climatizados. Tecnología de invernaderos II . Pag. 163-177.
- Cobos, J.J. ;López J.C., 1998. Filmes plásticos como material de cubierta de invernadero. Tecnología de invernaderos II . Pag. 143-160.



- Delegación Provincial de Almería 1985-1999. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Memoria resumen.
- FAO. 1991. Protected cultivation in the Mediterranean climate. Plant protection paper, 90. 317 pp.
- González-Real, M.M. , 1996. Evolución de los cultivos fuera de suelo en Francia. Análisis de la situación actual. Curso Internacional de Hidroponía.UNA, Perú.
- Hartz TK. 1997. Effects of drip irrigation scheduling on muskmelon yield and quality. Scientia Horticulturae 69: 117-122.
- M.A.P.A., 1998. Los cultivos forzados en Almería. Inventario agronómico y caracterización productiva de los cultivos forzados. Editado por la Dirección General de la Producción Agraria del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 165 p.
- Naredo J., López-Gálvez J., Molina J. 1993. La gestión del agua para regadío. El caso de Almería. El Boletín, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, nº 9: 15-22.
- Pellitero M., Pardo A., Simón A., Suso M.L., Cerrolaza A. 1993. Effect of irrigation regimes on yield and fruit composition of processing pepper (*Capsicum annum* L.). Acta Horticulturae 335: 257-263.
- Stanhill G. 1980. The energy cost of protected cropping: a comparison of six systems of tomato production. J. Agric. Engng. Res. 25: 145-154.
- Stansell J.R., Smittle D.A. 1980. Effects of irrigation regimes on yield and water use of snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105(6): 869-873.