



Control del Clima en INVERNADEROS EVALUACIÓN DE SU RENTABILIDAD

Por: M^a Amparo Melián Navarro*
José M^a Cámara Zapata*

1.- INTRODUCCIÓN

La agricultura intensiva en invernaderos se localiza en España en la costa mediterránea, ocupando una superficie próxima a las 52.000 ha. Principalmente es la zona de Almería y Murcia donde más se ha desarrollado este tipo de agricultura. Los cultivos más habituales son los de hortalizas, aunque también son frecuentes los de flores y plantas ornamentales.

* Dres. Ingenieros Agrónomos. Escuela Politécnica Superior de Orihuela. Universidad Miguel Hernández

De todos es conocido el déficit hídrico estructural de estas zonas donde la demanda de agua excede a la disponibilidad real procedente de acuíferos, debiendo recurrir a otras alternativas como la desalación de aguas, los trasvases, etc, a fin de poder suministrar los recursos que demandan sus cultivos y redotar aquellos que se encuentran en situación de escasez.

La aplicación de riegos deficitarios reduce el desarrollo foliar y ocasiona mermas en la producción y calidad de los cultivos, de ahí el desarrollo de las técnicas de gestión del riego y programación.

La horticultura bajo abrigo requiere de múltiples herramientas de control del medio físico, pues a las de gestión de riego y fertilización se unen las de control climático. Un clima adecuado mejora la productividad y la calidad de las cosechas, a la vez que permite la elección de la especie a cultivar, el calendario de producción, etc.

En este trabajo se efectúa una breve revisión a las técnicas de control del medio físico, en particular el manejo del clima y a los métodos de evaluación de las inversiones en invernaderos a fin de valorar la rentabilidad de las mismas.



52,000
HECTAREAS DE
CULTIVO INTENSIVO
EN INVERNADEROS

CULTIVOS MAS
FRECUENTES:
HORTICOLAS, FLORES
Y PLANTAS
ORNAMENTALES

2.- CLIMATIZACIÓN DE INVERNADEROS

En España es relativamente reciente el interés hacia las técnicas de control climático, dado que habitualmente se ha considerado que las adecuadas condiciones climáticas de nuestras regiones mediterráneas permitían prescindir de medios eficaces de climatización. Sin embargo, este modo de producir presenta importantes limitaciones como la baja calidad de los productos, la imposibilidad de cultivar todo el año, los problemas fitosanitarios derivados de unas condiciones propicias para el desarrollo de enfermedades y plagas, la dificultad de emprender medidas de lucha biológica, etc. La solución a esta situación pasa por proponer alternativas entre el sistema actual, muy rudimentario, y el modo altamente tecnificado de los invernaderos de Europa del Norte, muy costoso. Es evidente que los problemas de la agricultura intensiva bajo invernadero en el Sur pueden ser muy diferentes de los del Norte de Europa y que las soluciones validadas en el Norte no se deben trasladar al Sur sin una adaptación, y a veces, un cambio total en la estrategia de control (Baille y Gonzalez-Real, 2002).

La búsqueda continua de aumentar

la rentabilidad, ya sea mediante un mayor rendimiento, o con un aprovechamiento más eficiente de la energía empleada, o por una mejora del rendimiento del trabajo empleado en el proceso de producción, depende en mayor o menor medida de un mejor control del clima. Aunque en muchos invernaderos de las regiones hortícolas españolas, la inversión en métodos de control climático es prácticamente inexistente, en los últimos años numerosos agricultores han incluido entre sus objetivos de inversión construir mejores invernaderos en los que los equipos e instalaciones posibiliten la regulación más adecuada del clima y el control automático, tanto de éste como de otros factores (riego y fertilización).

En la producción hortícola hay muchas variables implicadas en procesos físicos y biológicos relacionados entre sí. En consecuencia, el número de factores que es necesario regular en un invernadero es elevado: temperatura del aire y del sustrato, humedad, concentración de CO₂, luz, pH y CE del agua de riego, etc. Entre muchos de éstos existen interacciones por lo que regular su combinación de forma adecuada requiere de la ayuda de sistemas complejos, capaces de relacionar las diversas variables climáticas mediante algorit-

mos de control y que puedan usar modelos que faciliten la predicción del comportamiento del sistema ante las diversas condiciones posibles, con lo que la regulación del clima se puede realizar con mayor precisión y estabilidad. Probablemente, el sector agrícola que con mayor rapidez ha incorporado aplicaciones de informática y control automático es la horticultura protegida. Sin lugar a duda, los avances en la tecnología de sensores, actuadores, autómatas programables y ordenadores, cada vez más precisos, potentes y baratos, favorecen esta evolución de los agricultores (Martínez y cols., 2002).

Cuando un invernadero está dotado de medios de climatización (calefacción, enriquecimiento carbónico, pantallas de sombreado y térmicas, nebulización, control del fotoperiodo, etc.) el agricultor dispone de un control racional de las variables que determinan el clima con el que puede alcanzar una mayor flexibilidad a la hora de elegir la especie de cultivo y el calendario de producción. Sin embargo, hay que tener en cuenta que solamente se controlan bajo invernadero, con mayor o menor facilidad, tres variables climáticas: temperatura, concentración de vapor de agua en el aire y concentración de CO₂ del aire (González-Real, 1996). En

general, la radiación solar no se puede controlar ya que ésta viene impuesta por la radiación solar exterior, las características ópticas de la cubierta y, cuando existen, las pantallas de sombreado. Además, el aporte de luz artificial no es muy frecuente en las regiones mediterráneas españolas debido, en parte, a su elevado coste de inversión y funcionamiento y también porque, en estas zonas, el nivel de luz que exigen la mayor parte de las especies cultivadas no es el principal factor limitante. Estas tres variables (temperatura, humedad y concentración de CO_2) son las resultantes de los procesos de transferencia de energía y masa que se establecen entre el volumen de aire y los diferentes compartimentos del invernadero (cubierta, dosel vegetal y suelo o sustrato) (Baille y González-Real, 2002).



CONTROL DEL
MEDIO FISICO
MEDIANTE GESTION
DEL RIEGO,
FERTILIZACION Y
CONTROL
CLIMATICO

2.1.- CALEFACCIÓN DE INVERNADEROS

Los sistemas de calefacción en invernaderos se pueden clasificar en función de distintos criterios, como la naturaleza del fluido que transfiere calor (aire y agua), el principal mecanismo de transferencia de calor (conducción, convección natural-radiación y convección forzada), o bien, el componente del invernadero al que se transfiere el calor (aire y suelo o sustrato). Así, los aerotermos utilizan agua caliente y aportan calor por convección forzada al aire del invernadero; los generadores de aire caliente transfieren al aire el calor de una combustión, que puede ser directa o no; los sistemas de calefacción por tubos, placas o suelo radiante emplean agua que suministra calor, tanto al aire como al suelo o sustrato, por convección natural-radiación; en los sistemas de calefacción del suelo o sustrato se emplea agua y la transferencia de calor es mediante conducción.

Los sistemas de calefacción por convección forzada requieren inversiones relativamente bajas, presentan insta-

laciones sencillas y proporcionan la temperatura deseada con rapidez, aunque los gradientes térmicos son mayores que en los sistemas por convección natural-radiación, y por consiguiente, el clima del invernadero es peor, las pérdidas son mayores debido a la turbulencia del aire y si la calefacción no funciona, el calor se pierde con rapidez y la temperatura desciende. Cuando el fluido de trabajo es aire caliente, la combustión puede ser directa o no, en función de la calidad de los gases resultantes. Si la combustión es incompleta, los gases resultantes suelen contener derivados de azufre, que pueden ser fitotóxicos, por lo que deben extraerse hacia el exterior del invernadero a través de una chimenea. Cuando se emplean combustibles con bajo contenido en azufre, como gas natural o propano, los gases resultantes se pueden inyectar en el invernadero sin peligro de fito-

toxicidad, aunque los niveles de producción de vapor de agua y CO_2 son elevados y suelen tener lugar en periodo nocturno, con el consiguiente riesgo de problemas fitosanitarios y niveles tóxicos de CO_2 puesto que en dicho periodo no tiene lugar la absorción de CO_2 por parte del material vegetal (González-Real y Baille, 2002).

Los sistemas que calientan el aire por convección natural-radiación presentan mejor distribución del calor y su regulación es más precisa, aunque las inversiones son mayores que en el caso anterior. Otro inconveniente es la lentitud del calentamiento, pero esto se puede resolver derivando una parte del agua caliente a un circuito de aerotermos que elevan rápidamente la temperatura a un primer nivel, que garantiza la seguridad del cultivo.

La transferencia de calor al medio radicular (suelo o sustrato) se suele hacer por conducción de agua dentro de tubos de plástico enterrados o situados bajo las mesas o los contenedores de cultivo. Es importante evitar gradientes térmicos importantes, tanto entre las capas del suelo, como entre el aire y el medio radicular (Boulard y Baille, 1984).

Otra medida para evitar el rápido enfriamiento nocturno del invernadero es emplear pantallas térmicas que reflejan la radiación de longitud de onda larga emitida por el suelo y el cultivo durante la noche. Lógicamente, se trata de instalaciones necesariamente móviles, por lo que su coste es relativamente elevado.

2.2.- REFRIGERACIÓN DE INVERNADEROS

Los principales factores que permiten reducir la temperatura en el interior de un invernadero son la reducción de la radiación solar que llega al cultivo (blanqueado, sombreado, etc), la evapotranspiración del cultivo, la ventilación (natural o mecánica) y la evaporación de agua (pantallas de evaporación, ne-

bulización fina). Estos cuatro factores se encuentran ligados por el balance de energía, de modo que si uno de ellos cambia, también lo hacen los demás. Así, al sombrear se reduce la temperatura del aire del invernadero, pero en la mayoría de los casos, también disminuye la velocidad de transpiración. Por consiguiente, es necesario estudiar los métodos de refrigeración en su conjunto (Montero y cols., 2002), aunque en este texto se explican sus características por separado.

El modo más simple de controlar el exceso de temperatura en los invernaderos es la ventilación natural, que además permite eliminar el exceso de humedad y evitar que la concentración de CO_2 del aire descienda por debajo de lo normal debido a la fotosíntesis, con la consiguiente limitación del rendimiento potencial del cultivo. El viento y la temperatura provocan la diferencia de presión que determina los intercambios de aire que tienen lugar en la ventilación, aunque el factor determinante es la velocidad del viento (Boulard y cols., 1996). La ventilación aumenta con el grado de apertura de los alerones de las ventanas y la superficie de ventilación, siendo especialmente apropiada la combinación de ventanas laterales y cenitales, aunque la importancia de la ventilación lateral disminuye al aumentar la anchura del invernadero (Pérez-Parra, 2002). La superficie mínima de ventanas debe ser del 15 al 25% de la del suelo, puesto que por encima de estos valores el número de renovaciones del aire del invernadero no aumenta de modo notable. La ventilación mejora cuando la ventilación tiene lugar a barlovento por lo que es recomendable construir ventanas a ambos lados del invernadero con posibilidad de apertura independiente según sea la dirección del viento, o bien disponerlas en el lado del viento dominante. La altura del invernadero también influye puesto que aumenta el volumen y con ello amortigua las oscilaciones térmicas e higrométricas, al tiempo que posibilita el empleo de ventanas de mayor superficie de apertura.



Se recomienda una altura mínima de 3 m en los lados (Martínez y cols., 2002).

La ventilación mecánica permite un control más preciso de la temperatura del invernadero, aunque en los climas mediterráneos no es frecuente encontrar este tipo de equipos debido al precio de la instalación y al consumo de electricidad. Sin embargo, el empleo de mallas anti-insectos limita la acción de la ventilación natural, lo que hace que últimamente proliferen las instalaciones de ventilación forzada. La American Society of Agricultural Engineers (ASAE) establece una serie de recomendaciones para su diseño y control entre las que destacan una ventilación de 45 a 60 renovaciones por hora, una separación entre ventiladores contiguos inferior a 5,7 m para asegurar la uniformidad del flujo de aire y situar los extractores a sotavento de los vientos dominantes en verano (Montero y cols., 2002).

En la práctica, el sombreo es la técnica de refrigeración más usada. Este tipo de sistemas se puede clasificar en estáticos y dinámicos, en función de que sombreen de forma constante, o bien permitan un control de la radiación solar en función de las necesidades climáticas del invernadero. El blanqueo de las paredes con carbonato cálcico es el sistema más extendido en la horticultura protegida mediterránea debido a su relativa efectividad y bajo

coste. Sus principales inconvenientes son la imposibilidad de ajustar el grado de sombreo en función de las condiciones ambientales y la permanencia de la cal durante largos periodos de tiempo con el consiguiente efecto sobre la radiación. Por otro lado, el uso de mallas de sombreo fijas en la época de máxima radiación solar, también está relativamente difundido. Se suelen utilizar de color negro y situadas en el interior del invernadero para que su duración sea máxima. Sin embargo, su eficacia sobre el control del clima mejora si son mallas aluminizadas y están situadas sobre la cubierta del invernadero. En cualquier caso, el sistema de sombreo mejora si las mallas son móviles, de modo que se consiga un uso eficiente de la radiación incidente.

La mejor solución técnica es instalar una pantalla móvil en el exterior de los invernaderos, aunque es una instalación muy costosa.

La superficie foliar de un cultivo desarrollado es un potente equipo de climatización. Por tanto, cuando las temperaturas en el invernadero son excesivas, es necesario conseguir los mayores valores posibles de la velocidad de transpiración. Si esto no es suficiente, se puede seguir evaporando agua en el aire hasta que absorba el calor suficiente para reducir la temperatura al valor deseado. Los sistemas empleados son paneles evaporativos y sistemas de nebulización fina. Los primeros consisten de un panel de material poroso, situado a lo largo de un lateral o frontal del invernadero, que se satura de agua mediante un equipo de riego, y en el extremo opuesto, unos ventiladores. El aire atraviesa el panel arrastrando el agua, con el consiguiente descenso de la temperatura del aire del invernadero, y después es extraído por los ventiladores. El invernadero debe ser totalmente hermético para que el sistema sea eficaz, ya que todo el aire debe entrar únicamente a través del panel. Este sistema es eficiente en climas secos como los de las costas mediterráneas de Murcia y Almería.

La nebulización fina consiste en dis-

tribuir en el aire un gran número de gotas de agua de diámetro próximo a 10 micras. Este pequeño tamaño hace que su velocidad de caída sea también muy reducida y en consecuencia, se evaporan antes de caer sobre el cultivo, y en caso de que caigan sobre las plantas, son tan pequeñas que no llegan a mojarlo. El elemento más delicado de todo el sistema es la boquilla de nebulización. Se pueden emplear boquillas de elevada presión (60 kg cm⁻²) para lo cual requiere agua filtrada a presión que varía entre 40 y 60 kg cm⁻². El agua a su salida choca contra un obstáculo y se dispersa formando un cono de gotas pequeñas en las que al menos el 95% tienen un diámetro menor de 20 micras. Este sistema es caro debido al elevado precio de la boquilla de nebulización y al tratamiento del agua. También hay sistemas que emplean baja presión (entre 3 y 6 kg cm⁻²). Existen varios tipos de boquillas que mezclan corrientes de aire y agua con resultados interesantes. Las mejores son las llamadas ultrasónicas puesto que el diámetro de gota es inferior a 10 micras, aunque su precio es prohibitivo. Otro tipo de sistemas también presentan resultados aceptables y consisten en mezclar una corriente de aire a 6-8 kg cm⁻² con una de agua a 3-5 kg cm⁻² en el interior de la boquilla. Cuando se emplea nebulización fina es necesario combinar el efecto de la refrigeración con el de la ventilación para no originar humedades relativas elevadas y afectar a la transpiración de los cultivos (Matallana y Montero, 2001).

3.- NORMATIVA BASICA. AYUDAS INSTITUCIONALES A LOS CULTIVOS FORZADOS

En la propia Constitución Española de 1978, se especifica, (artículo 130.1), que “los Poderes Públicos atenderán a la modernización y desarrollo de todos los sectores económicos, y en particular, de la agricultura, de la ganadería, de la pesca y de la artesanía, a fin de equiparar el nivel de vida de todos los españoles”. Para dar respuesta a las deficiencias estructurales y corregir los desequilibrios entre las explotaciones agrarias, mejorar su competitividad, cuidar el medio físico, permitir el acceso de los jóvenes a la titularidad de las

explotaciones, y establecer vías complementarias para la obtención de rentas a los agricultores, surge la Ley 19/1995 de Modernización de las Explotaciones Agrarias.

Posteriormente se publicó el Real Decreto (RD) 204/1996 que comprendía un régimen de ayudas con el objeto de contribuir a la mejora de las estructuras agrarias y a la modernización de las explotaciones agrarias, según diversas líneas de actuación tales como inversiones para planes de mejora, cualificación profesional, desarrollo de la contabilidad de la explotación, etc. Este RD sufrió modificaciones con regularidad prácticamente anual hasta que fue necesaria su redefinición para poder cumplir con la normativa europea, en concreto con el Reglamento 1257/1999 del Consejo de 17 de mayo sobre ayudas al desarrollo rural a cargo del Fondo Europeo de Orientación y Garantía Agrícola (FEOGA), y el Reglamento 1750/1999 de la Comisión de 23 de julio, por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) 1257/1999, que entraron en vigor en enero de 2000.

Ante este marco normativo se publicó el RD 2067/1999 de 30 de diciembre que sustituyó al anterior y que estuvo vigente hasta la aprobación del Programa Plurirregional de fuera del Objetivo 1, cuando se dictó el RD 613/2001 de 8 de junio, para la mejora y modernización de las estructuras de producción de las explotaciones agrarias.

Los cultivos en invernadero son explotaciones agrarias y como tales pueden acogerse a las ayudas que establecen los reales decretos anteriores para los fines que se han propuesto. Entre las medidas de modernización y diversificación de las explotaciones agrarias se contemplan: inversiones en las explotaciones agrarias, instalación de jóvenes agricultores, formación profesional, mejora de la transformación y comercialización de productos agrícolas, ayuda complementaria a la silvicultura, fomento de la adaptación y desarrollo de las zonas rurales, promoción y reconversión de la agricultura.

Las líneas se agrupan en los siguientes bloques: los destinados a inversiones mediante planes de mejora, las ayudas a la primera instalación de jóvenes agricultores, las ayudas nacionales a

inversiones en las que se contemple la adquisición de la tierra para adecuar la base territorial de la explotación que no podrá ser superior a 44.655,20 euros por UTA (unidad de trabajo agrario), y las contempladas en programas operativos. La ayuda máxima admitida por beneficiario será de 89.310,40 euros. Se entiende por beneficiario el titular de una explotación agraria o aspirante a instalarse como tal. Se contempla la posibilidad del aspirante pues se establecen dos líneas de ayuda: la Línea A, que es una medida para conceder ayudas especiales a los agricultores jóvenes, de edades comprendidas entre los 18 y los 40 años, que realicen su primera instalación en una explotación agraria, y la Línea B, que posibilita a los titulares de explotaciones agrarias, sean éstos personas físicas o jurídicas, el acceso al régimen de ayudas para la realización de inversiones mediante la presentación de un plan de mejora de su explotación y que cumplan determinados objetivos.

Los invernaderos son explotaciones agrarias y pueden beneficiarse de estas ayudas como ya se ha indicado, pero el RD 613/2001, establece en su artículo 7.2 que “excepcionalmente para las ex-



plotaciones de agricultura intensiva, en los supuestos definidos y precisados por las CCAA en cuanto a tipos de inversión y cultivo, sin perjuicio de los límites fijados por UTA con carácter general, se podrán auxiliar inversiones cuya cuantía máxima sea de 601.012,10 euros". De este modo se permite "ayudar" a la agricultura intensiva con un volumen inversor superior al que se admite para la agricultura tradicional, siempre que el plan de mejora se destine a tecnología altamente especializada o para obtener un valor añadido a la producción de la propia explotación en procesos postcosecha.

4.- PLAN METODOLÓGICO PARA EL ANALISIS DE RENTABILIDAD EN INVERNADEROS

La evaluación de proyectos es un proceso de análisis destinado a asesorar en la toma de decisiones relativa a la asignación de recursos ante una iniciativa de inversión. Supone un procedimiento de estudio de los esfuerzos invertidos en el proyecto (inputs) y de los efectos producidos por el proyecto (outputs)



(Tolón, A., García, F.E., 2001).

El análisis de rentabilidad de invernaderos no deja de ser un caso muy particular del análisis de inversiones de una explotación agraria, bien entendido que desde el punto de vista del inversor, y bajo un enfoque microeconómico. Por ello y en definitiva, se tratará de establecer una comparación entre lo que se espera obtener de la inversión y la renuncia actual, cuantificada en términos económicos, para llevarla a cabo. Analizar la relación input-output del proyecto, la relación entre los recursos entrantes y los productos resultantes.

Las etapas básicas de toda evaluación de proyectos son las siguientes: primero, identificar los efectos, que podrán ser desde el punto de vista financiero, económico y social, según se le dé al estudio un enfoque micro o macroeconómico, que acontecen en los distintos períodos de tiempo de vida del proyecto, segundo, cuantificar y valorar dichos efectos, recurriendo con los financieros a precios de mercado, con los económicos a los precios sombra, siendo muy difícil de expresar o transformar en la evaluación social y ambiental estos efectos en unidades físicas y monetarias, y tercero, comparar los efectos a través de medidas homogéneas.

Se espera obtener del proyecto de invernaderos (output o efectos), y se tiene que obtener, una cosecha de mejor calidad, más adaptada a la demanda del mercado, con mayores rendimientos, en definitiva menos vulnerable a plagas y enfermedades, y con unas características de precocidad, homogeneidad, menor contenido en residuos, más respetuosa con el medio ambiente, más eficiente en el consumo de inputs, tales como fertilizantes, agua, energía, etc, a la vez que acorde a un calendario productivo.

Para ello se tendrá que realizar un estudio previo de mercado, conocer que demanda el consumidor y en qué condiciones, es decir la situación comercial del producto, y en consecuencia adaptar el calendario de producción. Lógicamente el consumidor está dispuesto a pagar un precio superior por la cosecha cuando ésta es de calidad y se cumplen los calendarios.

La aleatoriedad de los precios es una constante en la agricultura intensiva. Son muy variables entre campañas e

incluso para una campaña en concreto entre las empresas que gestionan su comercialización. La diversificación temporal del producto fuera de la estación afecta a la estructura de la demanda y a los precios.

En un estudio realizado en la Universidad de Almería, Puerto (2001) determinó la estacionalidad de los precios de algunos de los principales cultivos hortícolas, (pepino largo, pimiento "Lamuyo" rojo, pimiento "Lamuyo" verde, tomate "Daniela", judía "Strike" y berenjena redonda) la cual es muy interesante para establecer el calendario productivo que permita obtener los máximos niveles de producción en el período de tiempo en que los precios sean más elevados.

Si se dispone de la técnica para producir y se espera una viabilidad económica del producto, mediante un incremento del precio de la cosecha por incrementos de calidad, por incrementos de producción o por variaciones en el calendario de producción tradicional adaptándolo a la estacionalidad del cultivo y al periodo de tiempo en el que su precio es máximo, debe estudiarse cuál será el coste total de las instalaciones necesarias para llevar a cabo la técnica, tanto las fijas como las de explotación y mantenimiento.

Estas instalaciones contemplan la construcción del invernadero, con todos los elementos de su estructura, materiales de cubierta más adecuados, instalación del sistema de riego, su programación, a fin de mejorar la eficiencia del mismo, los elementos de fertirrigación, cubas, filtros, la instalación destinada al control climático, calefacción y sistema de ventilación, etc, y no sólo su coste de instalación sino también la vida útil esperada de estos elementos, para en consecuencia establecer su plan de renovación.

Estimado el coste del proyecto, que será elevado, y el correspondiente a la explotación del mismo durante el período de tiempo que se considere en funcionamiento el invernadero, se compara con los cobros que se percibirán por la venta de la cosecha, de mayor calidad y productividad que los cultivos tradicionales, durante todo el periodo productivo para estudiar la viabilidad del mismo y en definitiva aconsejar la inversión.

Para proceder a una correcta comparación, una vez determinada la estructura financiera de la corriente monetaria de cobros y pagos distribuida durante los diversos periodos de vida del proyecto, habrá que recurrir a la homogeneización de los mismos, por una parte para expresarlos en términos reales, es decir en unidades monetarias constantes y de este modo eliminar la influencia de la inflación, y sobre todo para evitar que se desvirtúen los resultados de acuerdo con la pérdida de valor de las unidades monetarias que tiene lugar irremediablemente a lo largo del tiempo, debiéndose actualizar a una tasa de descuento adecuada a las características del proyecto y del entorno financiero.

Por otra parte, no podemos olvidar que un incremento de la producción agraria, la que se espera cuando se hace uso de la agricultura intensiva, lleva consigo por el efecto arrastre de este sector sobre otros, un incremento de otras actividades productivas más o menos vinculadas a él, como son las adquisiciones de materias primas, semillas, fertilizantes, etc, o el desarrollo de la industria agroalimentaria.

Además, desde el punto de vista social, o lo que lo mismo, de creación de puestos de trabajo, entre 6 y 7 m³ de agua aplicada en invernadero generan un empleo (IEE, 2001), lo cual en cierta medida puede condicionar que aquellos municipios donde se están llevando a cabo importantes inversiones en explotaciones de agricultura intensiva, experimenten un incremento de la demanda de mano de obra, lo que lleva aparejado muchas veces un aumento de la población.

5.- CONCLUSIONES

El incremento de la producción y rentabilidad de los cultivos, gracias a la tecnificación, ha propiciado el desarrollo de la agricultura intensiva de invernadero. Pero evidentemente, los costes de construcción y explotación de los invernaderos son muy elevados, la tecnificación del riego y la fertirrigación, el control climático, mediante calefacción y refrigeración, el manejo adecuado del suelo, el empleo de sustratos, etc, de ahí la importancia de obtener rendimientos productivos y calidades que lo



hagan viable desde el punto de vista económico. Un modo para conseguir ese incremento de ingresos es adaptar la producción del cultivo, a la estacionalidad del mismo, condicionar el calendario de plantación productivo a la estacionalidad de la demanda y de los precios.

La agricultura intensiva de invernadero, por la elevada demanda de inputs y recursos humanos y sociales puede ser un elemento modernizador del entorno rural y un factor de cambio social en el mismo.

Los invernaderos son explotaciones agrarias y pueden acogerse a las ayudas europeas para mejora de estas explotaciones, establecidas por el Reglamento 1257/1999 del Consejo de 17 de mayo y el Reglamento 1750/1999 de la Comisión de 23 de julio, aunque se contempla que estas ayudas puedan incrementarse si se trata de agricultura intensiva, si se destinan a tecnología altamente especializada o para obtener un valor añadido a la producción de la propia explotación en procesos postcosecha.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO, R., IRURETAGOYENA, M.T. 1992. Evaluación financiera de inversiones agrarias. Conceptos básicos y casos prácticos. MAPA. Madrid.
- BAILLE, A., GONZÁLEZ-REAL, M.M. 2002. Fundamentos físicos de la climatización de invernaderos. En: Tecnología de invernaderos. TC Ediciones. Orihuela. pp. 55-64.
- BOULARD, T., BAILLE, A. 1984. Utilisation d'eau à basse température pour le forçage des cultures sous abri. I. Aspects microclimatique et énergétique. Agronomie, 4: 213-220.
- BOULARD, T., MENESES, J.F., MERMIER, M., PAPADAKIS, G. 1996. The mechanism involved in the natural ventilation of greenhouses. Agricultural Engineering Research, 23: 151-167.
- CALATRAVA, J. 1998. La investigación socioeconómica sobre el sistema hortícola almeriense: consideraciones, factores limitantes y tendencias. Actas de Horticultura, vol. 21, 9-22. VI Jornada del Grupo de Horticultura, 4-6 de Noviembre. Almería.
- GONZÁLEZ-REAL, 1996. Manejo integrado del sistema suelo-planta-sustrato. En: Hodroponia, Curso-taller Internacional. Ed. Universidad Agraria La Molina. Lima, Perú. Pp. 119-137 y 155-170.
- GONZÁLEZ-REAL, M.M., BAILLE, A. 2002. Métodos e instalaciones de calefacción de invernaderos. En: Tecnología de invernaderos. TC Ediciones. Orihuela. pp. 65-76.
- INSTITUTO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS, 2001. La Economía del Agua en España. Revista del Instituto de Estudios Económicos. N° 4/2001. Madrid. 419 pp.
- MARTÍNEZ, P.F., ROCA, D., SUAY, R., MARTÍNEZ, M., RAMOS, C. 2002. Avances en el control de los factores del clima para el cultivo en invernadero. Comunitat Valenciana Agraria, n° 20, 43-47.
- MATALLANA, A., MONTERO, J.I. 2001. Invernaderos. Diseño, construcción y ambientación. Ediciones Mundi-Prensa. Bilbao. 209 pp.
- MONTERO, J.I., ANTÓN, A., MUÑOZ, PERE. 2002. Refrigeración de invernaderos I y II. En: Tecnología de invernaderos. TC Ediciones. Orihuela. pp. 77-98.
- PANOS, V. 2002. Ayudas institucionales a las explotaciones intensivas. En: Tecnología de Invernaderos. TC Ediciones. Orihuela. pp. 155-163.
- PÉREZ-PARRA, J. 2002. Ventilación natural de invernaderos tipo parral. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.
- PUERTO, H.M. 2001. Respuesta productiva de un cultivo de pepino holandés bajo invernadero a la calefacción por aire caliente. Tesis Doctoral. Universidad de Almería.
- ROMERO, C. 1998. Evaluación financiera de inversiones agrarias. Mundi-Prensa. Madrid. 6ª edición.
- TOLOM, A., GARCÍA, F.E. 2001. La tecnología en la evaluación de proyectos. Agricultura. Revista Agropecuaria, n° 825, 213-218.

FENDT



Farmer 400 Vario
el más fuerte en cada trabajo

Vario
400

Farmer 409 Vario - 92 CV
Farmer 410 Vario - 109 CV
Farmer 411 Vario - 118 CV
Farmer 412 Vario - 128 CV

Tractor innovation by Fendt

FENDT