



José MOYA LLEDO es Ingeniero Industrial por la ETSIIB (1971), Diplomado en Ingeniería Nuclear por el Instituto de Estudios Nucleares (1973-74), y en Ingeniería del Medio Ambiente, Ecología y Gestión Ambiental por el ICT-MIE (1988). Es miembro de la SNE y de la AEC. Ingresa en el Departamento de Producción Nuclear de FECSA en 1974, integrándose en el proyecto de la CN Ascó y responsabilizándose de las áreas de C. D. Nuclear, Seguridad Física y Medio Ambiente. Desde 1986, integrado en los Servicios Técnicos de ANA (Asociación Nuclear de Ascó), se dedica principalmente a los temas de Planes de Emergencia, Vigilancia Radiológica Ambiental y Medio Ambiente.

## INVERNADERO PARA EL CULTIVO DE PLANTA ORNAMENTAL EN EL EMPLAZAMIENTO DE LA CN ASCO

J. MOYA

### INTRODUCCION

A finales de 1985 se iniciaron las actividades de explotación de un invernadero de plantas ornamentales sito en el emplazamiento de la CN Ascó, que aprovecha, como elemento calefactor, el agua caliente del sistema de refrigeración de dicha central, que como es sabido, utiliza el agua del río Ebro como foco frío en la condensación del vapor, tras su aprovechamiento en las turbinas.

Dicho invernadero es explotado por la Sociedad HIVANSA (Hivernacles Andisch, S. A.), constituida en Marzo de 1985, a la que es ajena la Asociación Nuclear de Ascó, actuando ésta únicamente como cesora de los terrenos y del agua caliente necesaria para el funcionamiento del invernadero.

El invernadero ocupa una superficie de unos 2.080 m<sup>2</sup>, en un lugar situado al

este del emplazamiento, en la margen derecha de un meandro del río y próximo a las instalaciones de toma y descarga de agua de la central.

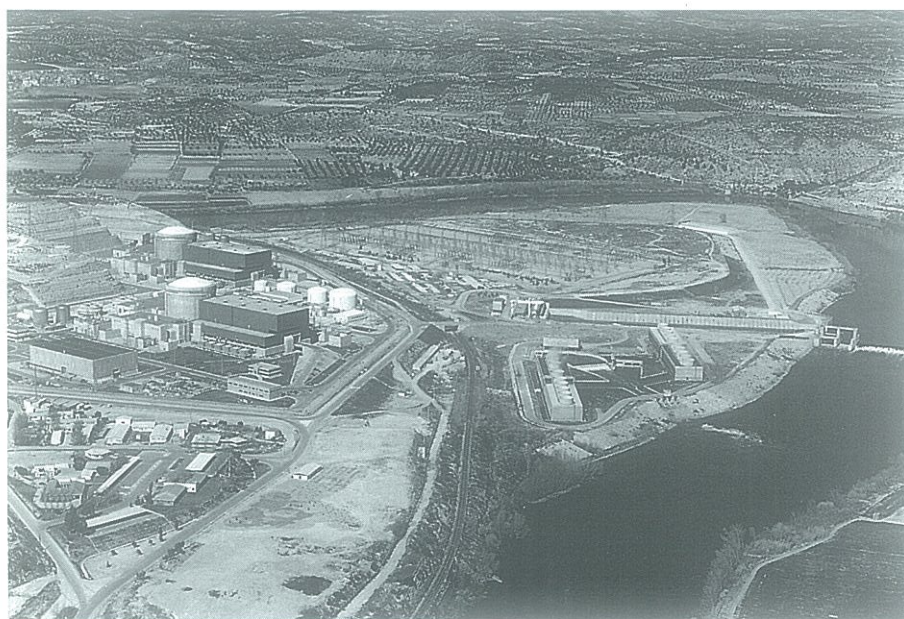
En las figuras la y lb se muestran las perspectivas de la ubicación del invernadero respecto de la central.

### CARACTERISTICAS

#### ESTRUCTURA

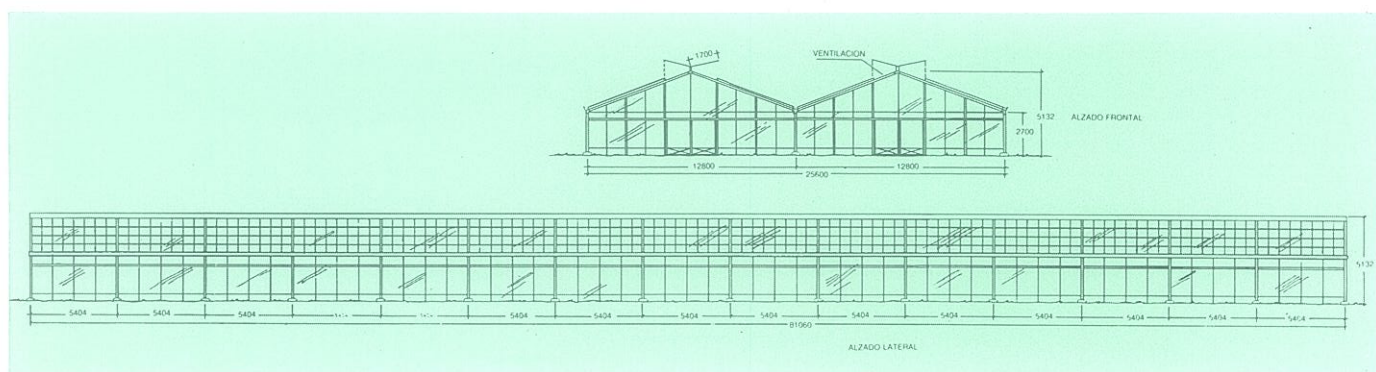
El invernadero consta de una estructura tipo pórtico atirantado, en capilla a base de perfiles laminados galvanizados, completamente desmontables, con un techo a doble pendiente que confiere una gran diafanidad y penetración lumínica.

La anchura de cada pórtico es de 12,80 m. y, longitudinalmente, los módulos están separados 5,4 m., existiendo



**F**la y b. Ubicación del invernadero respecto a la central.

**F II** *Alzados de la estructura.*



las esperas necesarias que permitan fácilmente su ampliación, si se considera conveniente en un futuro.

Cada pórtico se compone de dos pilares y dos dinteles que van atornillados, llevando, además, un tirante para aliviar los esfuerzos de compresión. La altura de los pilares es de 2,7 m respecto al nivel del suelo, y la flecha desde el tirante es de 2,4, por lo que resulta una altura total del invernadero de 5.1 m.

El techo es de doble pendiente y tiene una parte articulada que permite la ventilación.

El material de cubierta y de cierre es de vidrio. La fijación del vidrio de cubierta está realizada mediante un perfil portavidrio de perfilación especial y lleva un canalillo para recoger las aguas de condensación.

Todos los elementos de la estructura llevan un tratamiento galvanizado en caliente de 60 X 80 micras de espesor para evitar su corrosión.

Todos los elementos son prefabricados, de forma que en el montaje no ha sido necesario efectuar ninguna soldadura, consiguiéndose así, si fuera necesario, el traslado y total recuperación de todos y cada uno de los elementos. En la figura II se muestran unos alzados de la estructura y la figura III indica la disposición en planta.

## CUBIERTA

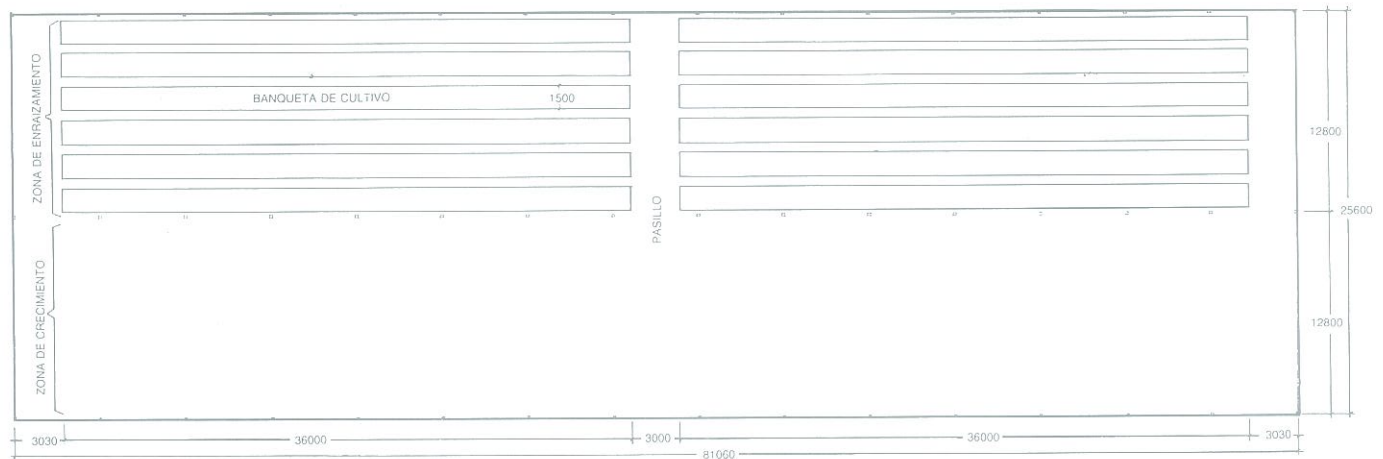
El invernadero está cubierto con vidrio tipo catedral, punteado, de 3,6 a 4 mm de espesor.

Las piezas de vidrio son de 0,72 m de ancho y de diferentes longitudes, colocadas sobre junquillos que previamente se ha atornillado a la estructura.

La evacuación del agua de lluvia, se realiza por medio de canalones de chapa galvanizada.

## VENTILACION

La ventilación del invernadero se consigue mediante ventanas cenitales (una a



**F III** Disposición en planta. Detalle de la distribución interior de espacios.

cada lado de la cumbrera) totalmente articuladas en sentido longitudinal, que se elevan mediante cremalleras, accionadas por un motor reductor.

En apertura total se consigue un 22,2% de ventilación respecto de la superficie cubierta.

El accionamiento de la ventilación se realiza de modo automático, por regulación electrónica. No obstante, en previsión de fallos en el automatismo, se pueden abrir las ventanas con un pulsador, y en caso de fallo de fluido eléctrico se pueden abrir manualmente.

En la figura V se aprecia la disposición de las mesas de cultivo.

## SISTEMA DE CALEFACCION

La aportación de calor al invernadero se consigue mediante unos tubos ubicados en el suelo del mismo por los que circula el agua caliente de la CN Ascó, existiendo

como apoyo una caldera alimentada con gas-oil y otra eléctrica, para el caso de que las dos centrales estén paradas.

Teniendo en cuenta que para las plantas es mejor el calor suministrado a través de las raíces, se construyó el suelo alisándolo y colocando primero una capa de 2 cm de placa de poliestireno expandido. Encima de ésta se extendieron los tubos por los que circula el agua caliente

## PANTALLA TERMICA

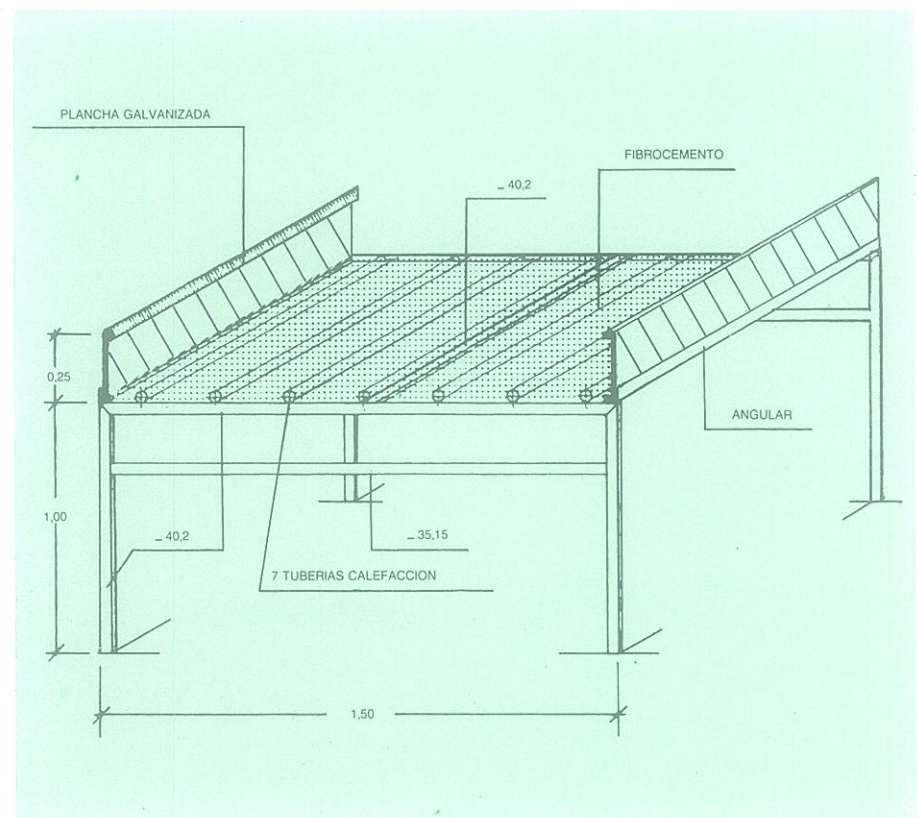
El invernadero va equipado con una pantalla térmica aislada para reducir el exceso de luz y de calor durante el día y las pérdidas nocturnas por radiación. Está construida a base de sistemas de tracción con accionamiento semiautomático por motor-reductor, hilos de nylon, para sujeción cada 30 cm y es de material plástico aislante.

## BANQUETAS DE CULTIVO

La mitad del invernadero, en sentido longitudinal, está ocupado por 10 mesas de cultivo separadas por los pasillos necesarios para el servicio. Estas mesas se dedican al enraizamiento de las plantas. El tablero de las mesas está construido con perfiles galvanizados y laterales de chapa galvanizada, calculados para una sobrecarga de 100 kg/m<sup>2</sup>. En la figura IV se muestra un detalle de las mismas.

Las mesas disponen de su propio sistema de calefacción, que puede independizarse del general del invernadero, con el fin de poder aumentar la temperatura en las mesas hasta los valores óptimos.

**F IV** Banqueta.



de la central. Estos tubos son de polipropileno, corrugados y de un diámetro de 6 cm. entre ejes.

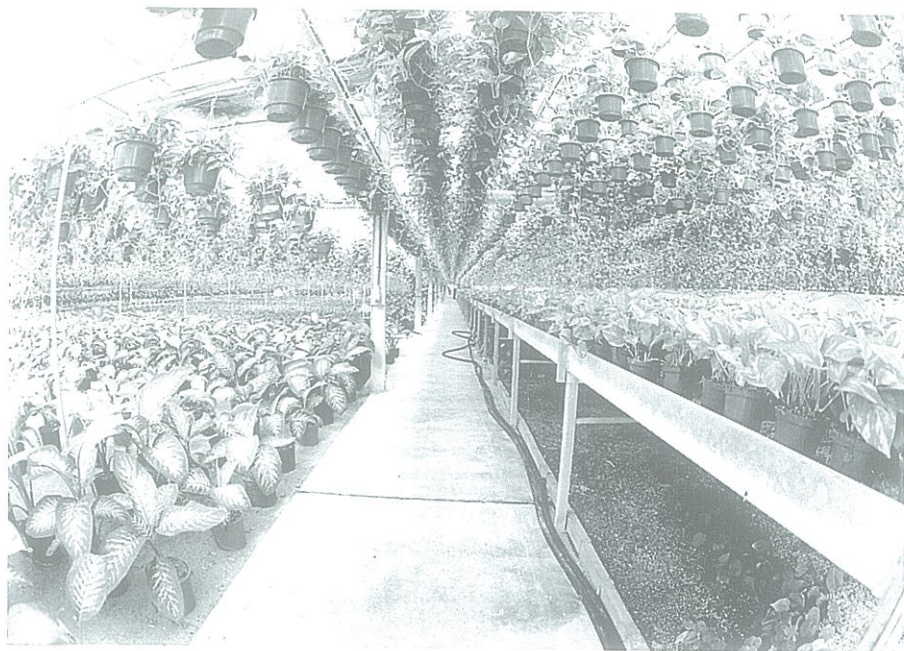
Existen cuatro colectores, dos en cada extremo, que envían y recogen el agua de tal forma que los tubos contiguos tienen distintos sentidos de circulación para obtener una temperatura lo más uniforme posible en los extremos. Este conjunto de tubos está embebido dentro de una losa de hormigón de unos 3 cm de espesor, que sirve de defensa y volante térmico.

Esta disposición de tubos en el piso está extendida por todo el invernadero, que en realidad queda dividido en dos mitades: una dedicada al crecimiento de las plantas y otra ocupada por las mesas para el enraizamiento de esquejes, calentadas en la misma disposición que la existente en el piso. En total existen 36 km de tubería.

En la figura VI se puede apreciar la distribución interior de espacios en el invernadero.

El valor calculado a enviar dentro del invernadero, para un salto térmico máximo de 20° C entre el interior y el exterior, es de unas 250.000 kcal/h.

El caudal circulante por las tuberías del invernadero es de unos 100 m<sup>3</sup>/h a una temperatura de unos 30° C. Este caudal se consigue hacer llegar al invernadero desde la central, a través de una tubería enterrada y aislada de unos 900 m de longitud y 175 mm de diámetro, mediante una bomba de 12 CV con una presión de 2 kg que aspira el agua desde el estanque de transición. Existe, además, una bomba de reserva que permite alternar la toma de agua de uno y otro grupo, cuando uno de ellos está parado. Con todo ello se consiguen unas condiciones ambientales adecuadas en el



**F VI** Distribución interior de espacios.

interior del invernadero, como son una humedad y temperatura ambientales medias, del 70% y 32° C, respectivamente, en verano, y de un 80% y 22° C en invierno, procurando que la temperatura en el interior de las mesas sea entorno a los 40° C en verano y unos 35° C en invierno.

En este sentido, en invierno, cuando el agua proveniente de la central llega a unos 35° C, es suficiente para calentar los distintos procesos, pero cuando la temperatura es inferior a los 29° C, el agua de la central sirve para calentar el piso, mientras que con la caldera auxiliar

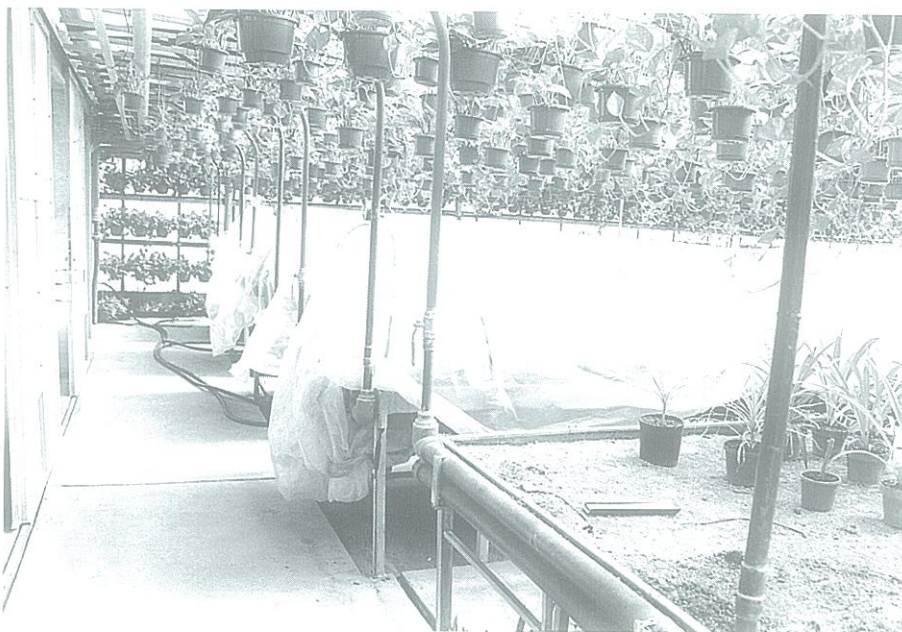
se calienta el agua que circula por las mesas de enraizamiento.

En el primer caso se funciona en circuito abierto, mientras que, cuando hay que contar con la caldera auxiliar, el circuito de calentamiento de las mesas funciona en modo cerrado.

En caso de fríos extremos se hace necesario, además de la caldera de gas-oil, utilizar la caldera eléctrica como refuerzo. Está en estudio, no obstante, la instalación de una bomba de calor en sustitución de estos sistemas de calefacción de apoyo.

La figura VII muestra la disposición de las dos calderas de apoyo.

**F V** Disposición de las mesas de cultivo.



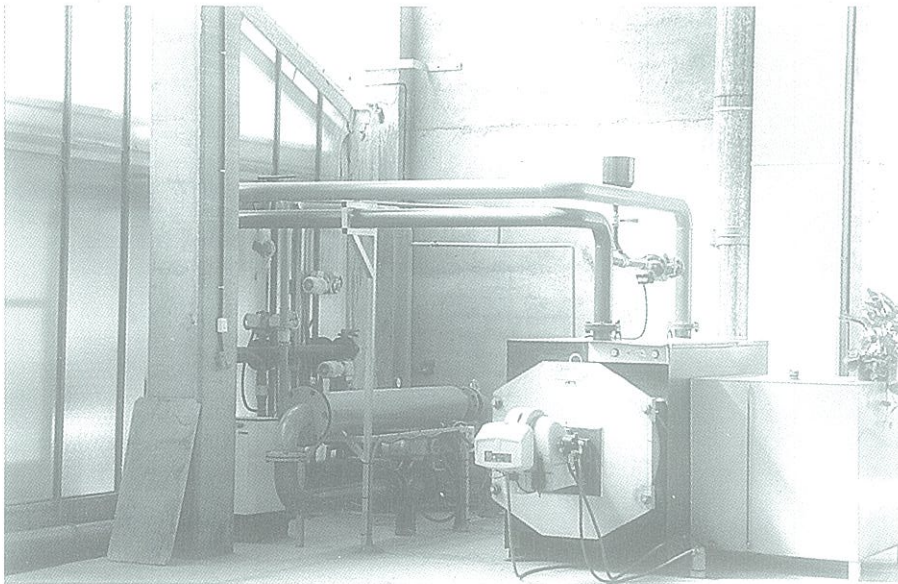
## SISTEMA DE RIEGO Y FERTILIZACIÓN

Un sistema de riego permite regar simultáneamente todas las plantas existentes. Las que están en período de enraizamiento, ya sea en las propias mesas o colgadas, se riegan mediante un sistema de goteo y las que se encuentran en la zona de crecimiento, se riegan con agua pulverizada.

Durante el verano, el riego se efectúa tres veces por semana con agua abonada y una vez cada 15 días con agua sin abonar. Durante el invierno se riega dos veces por semana. El riego se realiza tanto por goteo como por pulverización.

El agua usada para el riego es la misma agua caliente proveniente de la central, que previamente ha sido almacenada en un tanque de 30.000 l.

Un sistema de fertirrigación permite proporcionar a las plantas un abono y



**F VII** Caldera de apoyo.

tratamiento necesarios, a través de los métodos de goteo y pulverización antes citados.

En la figura VIII se puede apreciar el conjunto del sistema de fertirrigación, en el que destacan los tanques fertilizadores, la bomba inyectora y el cuadro electro-mecánico para la programación del riego.

## NAVE AGRICOLA AUXILIAR

Como edificio independiente del invernadero, pero anexo al mismo, existe un almacén auxiliar que se utiliza para el acopio de los materiales necesarios en la explotación del invernadero, así como para la manipulación, envasado y expedición de las plantas producidas. Este almacén tiene una superficie de 270 m<sup>2</sup>.

## EXPLOTACION

Las plantas ornamentales escogidas para su explotación han sido dos plantas tropicales denominadas Pothus (SCINDAPSUS AUREA) y Dieffenbachia, si bien últimamente también se cultivan dos tipos de Philodendron, como son el P. SYNGONIUM y el P. SCANDENS, este último de la especie Red Emerald. Las plantas permanecen prácticamente unos tres meses en el invernadero, de los cuales, el primero corresponde al enraizamiento en las mesas de cultivo y los otros dos los pasan en la zona dedicada al crecimiento.

Cada dos años aproximadamente se incorporan al invernadero plantas madre de otros invernaderos; en el interín se realiza un autoabastecimiento de esquejes.

Las producciones que se han alcanzado en la actualidad son aproximadamente las siguientes:

POTHUS: 12.000 unidades/mes (15.000 en verano y 9.000 en invierno).  
DIEFFENBACHIA: 2.000 unidades/mes.  
P. SYNGONIUM: 500 unidades/mes.  
P. SCANDENS: 500 unidades/mes.

La producción total desde el inicio de la explotación del invernadero supera el millón de unidades.

Dicha producción ha exigido, por término medio, el concurso permanente en el invernadero de unas cinco personas en la temporada alta (a partir de octubre) y

de unas tres personas durante la temporada baja (junio a septiembre).

La comercialización se efectúa a través de mayoristas que abastecen el mercado nacional. También se atiende, aunque en menor escala, a detallistas de la zona.

La inversión total hasta la fecha ha sido de unos 70 millones de pesetas.

En el momento actual se encuentra en fase de estudio la ejecución de una serie de mejoras en el invernadero, entre las que cabe citar:

- Ampliación de unos 2.000 m<sup>2</sup> de superficie para el acopio de planta en crecimiento que evite la situación de sobresaturación que se produce en verano.
- Adquisición de un medio de transporte propio para facilitar la comercialización del producto, posibilitando acudir al mercado "fuerte" como son las zonas de Valencia y Barcelona.
- Adquisición de una máquina especializada en la plantación de esquejes en las mesas de enraizamiento.

Para la realización de esta serie de mejoras se están buscando los medios de financiación adecuados.

## FUENTES

- Memoria descriptiva de la instalación de un invernadero para cultivo de planta ornamental, 1985 (D. Vicente Vidal).
- Hivernacles Andish (FAE), Jornadas anuales sobre Energía y Desarrollo Regional, 1986 (D. V. Biarnés).

**F VIII** Sistema de fertirrigación y abonado.

