



El autor aconseja una gestión óptima de los sistemas de calefacción y ventilación, equipos de sulfatación y fertirrigación, los sensores, pantallas térmicas e, incluso, de la mano de obra.

Equipamientos para invernaderos

■ **MANUEL BLANQUE GÓMEZ**

Ingeniero Técnico Industrial Especialidad Electrónica Industrial
Fundador del Grupo www.guadalfeo.com en el año 1986.
Vicepresidente de Carchuna La Palma S.C.A.
comercial@guadalfeo.com

La tecnología aplicada a los invernaderos ha sufrido un notable avance los últimos años, no obstante, resulta difícil describir el invernadero ideal desde el punto de vista de la rentabilidad, ya que si decidimos incorporar todos los medios a nuestro alcance puede que la inversión no sea viable. Con este artículo, no pretendemos

dar una lección magistral de tecnología, nos conformamos con una breve explicación de los equipamientos de los invernaderos, su coste aproximado e invitar al lector a reflexionar sobre las mejoras rentables que puede realizar en su explotación.

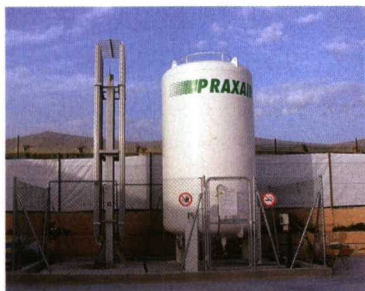
Los equipamientos que se describen son para invernaderos de

La hidrosulfatación sulfata por las noches de una forma totalmente automática y en función del cultivo.

(Foto: IMA-MSG)

plantas hortícolas aunque muchos de ellos se pueden aplicar también a plantas ornamentales.

Entrando en materia, nuestra primera recomendación es definir los parámetros básicos a la hora de construir un invernadero, como son tamaño, altura, orientación, tipo de cubierta, altura del emparrillado, en general la definición



Depósito y evaporador de CO₂ líquido instalado en un invernadero.



En la imagen, un sensor que monitorea el flujo de savia.



Sistema de calefacción de un invernadero que se calienta con aguas termales.

del tipo de invernadero debe estar ligada al tipo de cultivo y ciclo que pretendemos desarrollar. Ya hemos construido el invernadero y ahora toca equiparlo. A continuación definimos los equipamientos más comunes.

Ventilación

La ventilación es un factor fundamental en cualquier invernadero. Hay diferentes reglas sobre el tamaño óptimo de las ventanas, pero lo cierto es que cada invernadero se comporta de forma distinta siendo la naturaleza la que nos puede ayudar en ciertos casos y perjudicar en otros, pero como norma general, siempre es preferible colocar ventanas en exceso, si están cerradas no pasa nada, pero si en fechas concretas tenemos que ventilar y nos faltan ventanas, podemos tener problemas serios en el cultivo que pueden ocasionar pérdidas importantes de producción y calidad. En invernaderos de raspa y amagado modelo Almería, se suelen colocar ventanas tipo libro en casi todas las capillas, siendo lo normal unos 1200 ml de ventanas por ha. Últimamente se están motorizando lo que permite la automatización de su apertura. En este tipo de invernaderos al no ser completamente herméticos, hay una cierta parte de ventilación que se realiza de forma natural

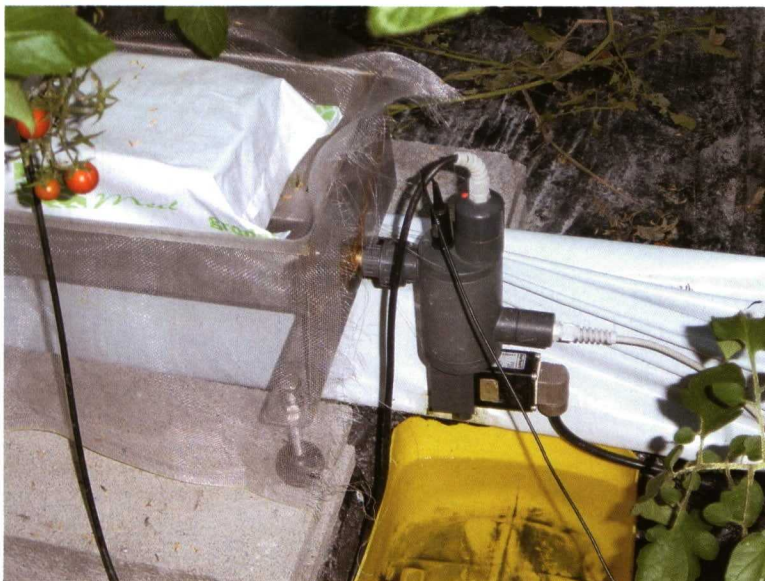
aunque esté automatizada. En invernaderos tipo multitúnel o de cristal, al ser totalmente herméticos, se instalan ventanas en todos los arcos o capillas e incluso en los laterales cuando preveamos dificultades en la ventilación. En los invernaderos multicapilla y en los de cristal, la automatización del funcionamiento de las ventanas es imprescindible, de lo contrario nos podemos encontrar con sorpresas muy desagradables ya que es muy fácil provocar enfermedades por exceso de humedad y temperatura

e incluso el caso contrario, ventilar en exceso puede bajar la humedad relativa perjudicando el cuaje de los frutos.

En el manejo de las ventanas, tenemos que adiestrarnos para sacarle el máximo rendimiento, siendo la forma de trabajar distinta en función de los equipamientos del invernadero. Si disponemos de calefacción, pantalla térmica, Fog-System y fertilización carbónica, lo mejor es instalar un buen software que interrelacione todos los parámetros, de este modo conseguiremos la máxima eficiencia. Por el contrario, si lo que tenemos es un invernadero sin ningún elemento extra, recomendamos un controlador simple pero eficaz. No es extraño encontrar instalaciones muy simples que han puesto un programa muy complicado y al final está desconectado por su complejidad de manejo. También existe el caso contrario, el de querer controlar a mano ventanas motorizadas.

Como hemos comentado anteriormente, nuestra recomenda-

■ **Cuando por cualquier motivo, la ventilación es deficitaria, una buena alternativa es el uso de extractores de gran caudal colocados estratégicamente para paliar la falta de ventilación e incluso ser el único elemento que ventile**



Bandeja para el control de riego hidropónico: mide volumen de agua, drenaje, conductividad y pH del drenaje.

de alta tecnología puede tener un coste superior a 60.000 €.

Extractores de gran caudal

Cuando por cualquier motivo la ventilación es deficitaria, una buena alternativa es el uso de extractores de gran caudal colocados estratégicamente para paliar la falta de ventilación e incluso ser el único elemento que ventile.

Son ventiladores con unas dimensiones aproximadas de 1,4 x 1,4 m, la potencia nominal oscila entre 1 y 1,5 cv con un caudal de extracción entre 35.000 y 43.000 m³/h. La cantidad a instalar va a depender de las renovaciones hora/aire que queramos conseguir. Lo normal es instalar entre 10 y 20 unidades por ha, colocando la mitad a cada lado de del invernadero, en posición de aspiración, ya que también se pueden colocar insuflando aire, a veces, cuando el invernadero es mas ancho de 50 o 60 mts, es conveniente colocar los extractores en la cubierta, a lo largo del pasillo central.

El funcionamiento de los extractores tiene que ser automático, respondiendo como mínimo a las consignas de temperatura y humedad. Una instalación media de extractores de gran caudal puede costar entre 8.000 y 12.000 €/ha.

Ventiladores homogeneizadores interiores

Con estos ventiladores convenientemente instalados, conseguimos una recirculación interior de aire, que va a producir una buena homogeneización del clima, factor fundamental cuando trabajamos con calefacción, también se pueden colocar para apoyar sistemas de control de humedad e incluso para ayudar a los extractores de gran caudal, igualmente ayudan a la polinización y favorecen la absorción de CO₂ por las plantas.

Como es lógico, su funcionamiento tiene que ser automático eligiendo el controlador más adecuado según el uso que pretendamos darle. Dependiendo del uso y las renovaciones/hora, el coste

ción es tener una buena ventilación, aunque siendo las ventanas el mejor sistema, a veces es necesario completar la ventilación con extractores de gran caudal e incluso ventiladores homogeneizadores internos. Los precios de las ventanas suelen estar entre 12 y 18 €/m lineal, en función de la longitud y características.

Controladores automáticos

Lo más básico sería que en el interior del invernadero se mida la humedad y temperatura, y en el exterior se mida la velocidad del viento, dirección del viento y presencia de lluvia, siendo aconsejable medir también la humedad y temperatura exterior. Con estos datos, el controlador nos posiciona las ventanas para conseguir las consignas de temperatura y humedad. Lo ideal sería que tuviese periodos o franjas horarias siendo imprescindible distinguir el día de la noche. Por cada compartimento o invernadero, tenemos que medir la humedad y temperatura, a veces en invernaderos de superficie superior a 10.000 m² o cuando el clima no es homogéneo por estar en pendiente, es aconsejable poner varias sondas y actuar por zonas aunque los sensores externos sean únicos.

Si existe la posibilidad de instalar un ordenador, tenemos la

ventaja de manejar el controlador de forma más sencilla, a la vez que va a registrar los datos climáticos para poder analizarlos e ir cambiando parámetros. A medida que coloquemos más equipamientos, el controlador tiene que tener mayor capacidad y el uso del ordenador pasa a ser imprescindible. En instalaciones con calefacción y aporte de CO₂, recomendamos utilizar software expertos que se adelantent a las actuaciones y gestionen perfectamente la energía global que interviene en el invernadero.

La diversidad de equipos hace que los precios sean distintos en función de las necesidades. Un equipo básico para un sólo invernadero puede costar 3.000 € y un equipo completo para invernaderos

■ El sistema agua-aire de aporte de humedad tiene un precio es alto, pero cuenta con numerosas ventajas: no se obstruyen las boquillas, no moja y la instalación está preparada para realizar tratamientos fitosanitarios de forma totalmente automática

puede estar entre 7.500 y 12.000 €/ha.

Aporte de humedad

Este apartado es muy importante y como siempre, teniendo un buen diagnóstico de las necesidades, podremos utilizar el sistema más adecuado, a continuación resumimos los sistemas más comunes:

Sistema de alta presión, comúnmente conocido como Fog-System, funciona a una presión de 60 kg/cm² o superior, aporta gotas de agua pequeñas del orden de 1 a 10 micras. Este sistema regula perfectamente la humedad sin mojar las plantas, siendo capaz de bajar la temperatura del orden de 5 a 8°C en función de la humedad exterior y de la radiación existente. Este sistema es caro de instalar y caro de mantener por la facilidad de obstrucción de las boquillas, podemos decir que sólo es adecua-



Terminal para teclear en los sistemas de control la presencia y productividad de personal.

do con agua de lluvia o la procedente de osmosis.

El sistema de baja presión, trabaja a unos 5 kg/cm² de presión. Su coste es muy inferior a los otros sistemas y genera gotas de agua entre 50 y 100 micras. El objetivo de estos sistemas es mantener la humedad por encima del umbral mínimo: en torno al 50% de humedad relativa. Hay que te-

ner mucho cuidado para que no mojen en exceso, aunque situando bien las boquillas, podemos conseguir que sólo moje la superficie de calle que hay entre dos filas de plantas. Por ello, también es importante un buen programador que gestione adecuadamente los pulsos, pausas y horarios.

Sistema agua-aire, como dice su nombre consiste básicamente en utilizar boquillas que mezclan el agua con aire, consiguiendo gotas muy pequeñas. Con este sistema podemos regular el tamaño de la gota ajustando las presiones del agua y el aire, podemos decir que hacemos el tamaño de gota de agua a la carta. Su precio es alto, pero aporta numerosas ventajas que hacen que el sistema a nuestro juicio sea rentable: no se obstruyen las boquillas, no moja y, lo más interesante, es que la instalación esta preparada para realizar tratamientos fitosanitarios de for-

Cultivos Seguros

- Mejore los resultados de su cosecha con las mallas de protección **MAGROTEX**
- La solución más segura para sus cultivos
- Reconocidas internacionalmente
 - Mallas de sombreado 40% al 90%
 - Mallas Cortavientos
 - Mallas Mosquiteras
 - Mallas Anti-hierba
 - Mallas Anti-granizo
 - Mallas Anti-plaga
 - Mallas Helix
 - Mallas Voladeros 25*25/16*16
 - Mallas de Ocultación

MAGROTEX

MALLAS AGROTEXTILES, S. L.

Tel.: 93 847 23 58 • Fax: 93 847 01 91
 Web: www.magrotexsl.com
 E-mail: info@magrotexsl.com

ma totalmente automática. En realidad este sistema está especialmente concebido para la sulfatación automática denominada hidrosulfatación, aunque también se puede utilizar para nebulizar. Recomendamos que la gestión de todo el proceso la lleve un programador específico que sea capaz de realizar las tres funciones, nebulizar/sulfatar y limpieza de boquillas.

Los precios para un sistema alta presión pueden ser entre 25.000 y 35.000 €/ha, para baja presión los precios pueden oscilar entre 12.000 y 15.000 €/ha, para el sistema agua-aire el coste aproximado puede estar entre 22.000 y 26.000 €/ha.

Calefacción

La tecnología está muy avanzada en el control del clima del invernadero. Básicamente hay dos sistemas de transmitir la energía calorífica, por convección a través del aire o por radiación a través de tuberías calentadas por agua.

Como combustibles tenemos propano, gas natural, gasóleo, fuel, biomasa e incluso aguas termales. Cada combustible y sistema de calefacción tiene sus ventajas e inconvenientes siendo imprescindible el asesoramiento por expertos ya que es una inversión costosa y una factura anual de combustible muy importante.

Aquí nos podemos encontrar desde los generadores de aire caliente utilizados fundamentalmente como preventivos de heladas o para uso esporádico, hasta los sistemas pesados utilizados fundamentalmente en los países fríos que son auténticas fábricas de cogeneración eléctrica aprovechando los subproductos agua caliente y CO₂ para controlar el clima de los invernaderos normalmente de cristal.

En países como Francia, Inglaterra y algunos más, es frecuente encontrar invernaderos cerca de centrales térmicas para aprovechar el agua caliente e incluso CO₂ que se produce en la generación eléctrica. Los sistemas de aire son los



más baratos con un coste entre 8.000 y 10.000 €/ha. Los de agua caliente son los más caros sobre todo si se utilizan raíles como emisores de calor, su coste puede ser entre 80.000 y 100.000 €/ha.

Sensores

Es una tecnología que se va abriendo camino lentamente, hemos querido mencionarla ya que pensamos que en el futuro va aportar a la agricultura en general y en particular a los invernaderos, los datos suficientes como para poder hacer que las plantas trabajen a máximo rendimiento.

Ventiladores de gran caudal montados en invernadero.

(Foto: IMA-MSD)

Se suelen utilizar varios sensores a la vez, siendo los más comunes los que miden el diámetro del tallo, la circulación de savia, el tamaño del fruto y la temperatura de la hoja. El monitoreo con estos sensores permite conocer cómo evolucionan las plantas y nos ayuda a tomar decisiones. Con los datos obtenidos podemos actuar en la fertirrigación, ventilación, calefacción, aporte de CO₂ y en general buscar el punto de máximo rendimiento. Un equipo medio de monitoreo puede costar sobre 10.000 €.

Fertilización carbónica CO₂

En el proceso de fotosíntesis, las plantas absorben CO₂ a través de los estomas siendo la energía solar la que realiza el proceso energético. La concentración de CO₂ en la atmósfera es de unas 350 ppm. En invernaderos con poca ventilación, esta cifra baja al absorberlo las plantas, no siendo extraño medir valores inferiores a las 200 ppm. Con valores bajos de CO₂, la planta frenan su desarrollo perdiendo productividad, la forma

■ **La tecnología está muy avanzada en el control del clima del invernadero. Básicamente hay dos sistemas de transmitir la energía calorífica: por convección a través del aire o por radiación a través de tuberías calentadas por agua**

más sencilla de disponer de valores adecuados es con una buena ventilación. Si aumentamos la concentración de CO₂, favorecemos la fotosíntesis haciendo plantas más productivas, la concentración de CO₂ puede aumentarse hasta las 1.000 ppm mediante distintos métodos. El CO₂ puede proceder de la combustión del gas natural o propano, en los países nórdicos se utiliza el ciclo combinado de energía, quemando gas natural e incorporando el CO₂ al invernadero mediante tuberías de plástico. La combustión es aprovechada para calentar agua y almacenarla en depósitos calirifugados, el agua caliente se utiliza de noche para calentar el invernadero. En nuestro país, se suele utilizar CO₂ puro almacenado en estado líquido, mediante un evaporador se pasa a gas y es introducido en el invernadero mediante tuberías similares a las utilizadas en el riego por goteo. Al

abrir las ventanas se va a la atmósfera, por lo que en zonas calurosas es muy difícil enriquecer CO₂ por encima de 450 ppm. En el sistema de CO₂ líquido, el depósito- evaporador lo suele colocar el distribuidor del gas, teniendo el agricultor que colocar el lector-regulador de CO₂ y los emisores con un coste aproximado entre 7.000 y 9.000 €/ha.

Fertirrigación

Con la aparición del cultivo hidropónico, se fueron adquiriendo grandes conocimientos sobre las necesidades nutricionales de las plantas, poco a poco se fue comprobando que las plantas necesitan conjuntamente el agua y los nutrientes, aplicación que es imprescindible en cultivo hidropónico y aconsejable para cultivo en suelo, al uso conjunto de agua y abono se le denomina fertirrigación. Como es lógico, la aplicación de agua-abono a las plantas se realiza mediante riego localizado, disponiendo cada planta de un emisor cercano.

La fertirrigación va a proporcionar a las plantas las necesidades hídricas y nutricionales necesarias para obtener la máxima producción con la mejor calidad posible. Por tanto, el equipamiento de fertirrigación es fundamental en cualquier explotación agrícola, so-

■ **El problema actual en los invernaderos es la mano de obra, que es escasa, poco profesional y está mal gestionada por el empresario. Un buen control del personal puede hacer que la explotación agrícola pase de deficitaria a rentable**

¿Buscas movimiento? ¡Nosotros te transmitimos como!

Sistemas de tracción y transmisión

de Gier

DRIVE SYSTEMS

Cremalleras y piñones

Motor-reductor

Pol. Ind. La Redonda calle 5 Parcela 21 - El Ejido - (Almería) - www.degier.nl ☎ 950 58 30 23



bre todo, porque va a trabajar diariamente, proporcionando individualmente a cada planta su dosis de agua-abono. Para ello es necesario que la instalación esté perfectamente calculada, que los materiales sean de buena calidad para no sufrir problemas inesperados y tener garantizado un servicio de mantenimiento muy profesional especialmente en hidropónico, tengamos en cuenta, que en varias horas sin regar, las plantas pueden

sufrir graves daños y en un día entero, se podría perder toda la cosecha. En resumen, para la fertirrigación, por seguridad, aconsejamos invertir en la máxima calidad ya que esta parte de la explotación es la de menor coste. Se da la paradoja de que en algunos cultivos, las semillas para una única plantación tienen un coste superior a toda la instalación de fertirrigación, que se amortiza en 10 años o más. Según que el cultivo se desarrolle,

Ventilador recirculador interior y detalle de ventana en invernadero tipo Parral utilizados en Almería.

(Foto: IMA-MSD)



Nebulización realizada a baja presión: 5 kg/cm².

en suelo, sobre sustrato, e incluso agua, la tipología de la instalación va a cambiar (aunque muchas partes son iguales) independientemente del sistema de riego que utilizemos.

Todos los sistemas tienen en común que reciben agua, la filtran adecuadamente, le incorporan los nutrientes en las proporciones adecuadas y la aportan a las plantas en función de las necesidades. El agua tiene que llegar al cabezal libre de partículas, si es necesario aconsejamos colocar filtros de arena y, dependiendo del tamaño de la instalación, la limpieza será manual o automática, a la salida del colector de filtrado de arena hay que instalar filtros de malla, su principal función es evitar que la arena pase al cabezal en caso de avería de alguno de los filtros de arena.

A la salida del cabezal de fertirrigación, se instalan filtros de disco con un tamiz entre 120 a 150 mesh. No aconsejamos colocar filtros de malla porque en caso de rotura de la tela filtrante, dejarían pasar la suciedad al sistema de riego provocando la obstrucción de los emisores, igualmente, los filtros de malla dejan pasar residuos cuando se colmatan, sin embargo, los filtros de disco, al tener ranuras de gran longitud imposibilitan el paso de suciedad y en caso de que no se limpien, acaban por no dejar pasar agua por mucho que lo intentemos y tendremos que limpiarlos obligatoriamente. La limpieza se puede realizar automáticamente con los modelos que tienen un pistón en su interior que libera la presión de las anillas y permite que el agua a contracorriente los limpie, para la limpieza manual hay que aflojar las anillas y lavarlas, la limpieza a contracorriente aquí no es efectiva.

El proceso de fertirrigación se completa con el aporte de los nutrientes, para ello utilizamos depósitos de capacidades entre 1.000 y 5.000 litros para contener la solución nutritiva concentrada o los abonos líquidos, normalmente se utilizan cuatro depósitos para dife-

reñir las soluciones N, P, K y microelementos, también hay que utilizar un depósito cerrado entre 1.000 y 2.000 litros para contener ácido, normalmente nítrico para regular el pH.

El objetivo de la fertirrigación es que a las plantas les lleguen una solución nutritiva equilibrada, para ello comenzamos por analizar el agua limpia y añadirle los abonos que falten en las proporciones adecuadas para obtener el objetivo nutricional prefijado. Igualmente, en el proceso de fertirrigación se regula el pH del agua de riego, siendo aconsejable un valor de salida en torno a 6, ya que un medio líquido ácido favorece la absorción de nutrientes por las plantas.

La forma más adecuada de dosificar el abono es marcar una consigna de conductividad eléctrica (CE) de riego y añadir en continuo la cantidad de solución de los



Cabezal de fertirrigación con controlador de riego y depósitos de solución de abonado.

depósitos necesaria para conseguir esta consigna, por tanto los abonos los medimos de forma indirecta aunque el método es muy práctico y exacto. Conviene recordar que los abonos son sales, al disolverlos en el agua van aumentando el valor de la conductividad siendo esta característica la que aprovechamos para dosificarlos.

La electrónica es hoy un elemento muy familiar que lo tene-

mos en todo el ámbito de nuestra vida, por ello, nos parece que sería casi obligatorio instalar un controlador electrónico en todos los cabezales de fertirrigación. Es el elemento encargado de iniciar y parar los riegos en función de sensores de demanda para cultivo hidropónico y por horario en cultivos de suelo, también regula la CE y el pH del agua de riego, da alarmas etc. Las posibilidades de estos controladores nos permiten controlarlos a distancia con sistemas GSM e incluso enviar SMS al teléfono móvil en caso de alarmas, pudiendo informar también de los riegos dados.

En cultivo hidropónico, se utilizan goteros autocompensantes de 3 l/h con dispositivo antidrenante para evitar las descargas de las tuberías al finalizar.

Los riegos se colocan a un marco de 2 x 0,5 m pudiendo también ser 1,66 x 0,4 m. La frecuen-

Acabar con una plaga **es ser eficaz.** Conseguir soluciones limpias, **innovar**



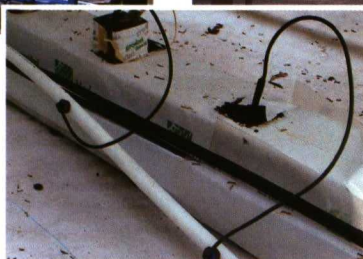
Control biológico

Garantía de confianza

*Koppert está cerca de ti. Concretamente, en Almería y Águilas (Murcia), donde contamos con centros de I+D+i formados por un equipo de 7 profesionales, entre doctores, ingenieros agrónomos, técnicos agrícolas y técnicos de laboratorio. Porque además de por la eficacia, apostamos por la innovación. Gracias a ella, Koppert es la primera empresa en introducir *Swirskii*, *Eretmocerus mundus* y *Nesidiocoris tenuis*, agentes contra trips y mosca blanca. En definitiva, Koppert es el referente de nuevas soluciones biológicas.*

Porque estar cerca de ti no es sólo una cuestión geográfica, sino de saber lo que te preocupa.

KOPPERT
BIOLOGICAL SYSTEMS
www.koppert.com



cia de riego la marca la bandeja de demanda que dispone de unas varillas que dan orden de riego cuando falta el agua, también hay dispositivos que miden directamente el drenaje en campo e incluso el valor de la conductividad y el pH del drenaje. Al día nos podemos encontrar desde los 3 riegos diarios de 5 minutos en invierno hasta los 18 riegos diarios de 5 minutos al final de primavera, de ahí la importancia de disponer de una muy buena instalación.

Para el cultivo en suelo, hay más variedad de emisores, desde los clásicos y antiguos goteros interlínea que con emisores entre 2 y 3 l/h cada 40 o 50 cm de tubería, hasta los sistemas de goteros integrados que permiten mayores distancias de riego y distintas variedades de caudales. En suelo se suele regar por horario cambiando el tiempo y frecuencia de riego según evolucione la planta. Los tensiómetros con contacto eléctrico nos pueden fijar automáticamente la frecuencia de riego.

Cultivo en agua, técnicamente denominado NFT, sólo lo enumeramos para conocimiento general, pero pensamos que no es un sistema de ámbito global, más bien tiene carácter de investigación y en horticultura está reservado a muy pocos usuarios. Se trata de recircular solución nutritiva por unos canales donde se colocan las raíces de las plantas sin necesidad de sustrato. La perfección y coste de la instalación unido a la tensión que provoca en el productor su ex-

plotación, son sus principales inconvenientes, como ventajas tenemos el control directo de la nutrición, ausencia de sustrato y utilización casi total del agua y nutrientes, necesitan drenar muy poco en función de la calidad del agua y del tipo de cultivo. Para un sistema hidropónico completo el coste de la instalación puede estar entre 18.000 y 22.000 €/ha, para cultivo en suelo puede ser entre 13.000 y 15.000 €/ha

Sulfatación

El equipo de "sulfatación", es otro elemento imprescindible en el equipamiento de un invernadero. Tradicionalmente se ha utilizado la pulverización con bombas de alta presión y una aplicación ma-

En la imagen de la izquierda podemos apreciar un cabezal del sistema de calefacción de agua caliente, con depósito nodriza de fuel y equipo de fertirrigación.

Al lado primer plano de un cuadro simple para el control de las ventanas en el invernadero.

Debajo, detalle de riego hidropónico con tubería blanca para evitar exceso de temperatura de agua en verano. La tubería negra es el emisor de CO₂.

nual. A lo largo del tiempo, el agricultor ha intentado adoptar sistemas de sulfatación en los que las personas no tengan contacto con los productos fitosanitarios, aunque tenemos que decir que dichos productos han evolucionado los últimos años siendo cada vez menos perniciosos para la salud. En la busca de estos sistemas, nos encontramos últimamente con la hidrosulfatación o sistema agua/aire, que hemos descrito en el apartado de humedad. Este sistema sulfata por las noches de una forma totalmente automática y en función del cultivo, se pueden sustituir casi todos los tratamientos manuales. Los sistemas de ultra bajo-volumen apoyados con ventiladores recirculadores, son también válidos, aunque necesitan invernaderos con bastante cámara de aire libre y plantas que no sean de gran porte.

El precio de un sistema clásico de grupo presión centralizado y tomas en el invernadero, tiene un coste bajo en torno a los 1.500 €/ha, el precio del sistema hidrosulfatación lo hemos mencionado en el apartado aporte de humedad con un coste entre 22.000 y 26.000 €/ha, el ultra-bajo volumen incluido los ventiladores recirculadores puede costar entre 15.000 y 20.000 €/ha.

Pantallas térmicas

Este equipamiento lo podemos situar entre los pasivos, su

■ **El monitoreo con sensores permite conocer cómo actuar en la fertirrigación, ventilación, calefacción, aporte de CO₂ y saber buscar el punto de máximo rendimiento. Un equipo medio de monitoreo puede costar sobre 10.000 €**

función es sobre todo el aislar el invernadero del frío en invierno y sombrear para evitar exceso de radiación en verano. Su funcionamiento tiene que ser automático para conseguir el máximo rendimiento. Existen diferentes tipos de mallas siendo lo más complicado elegir un tipo que pueda servir para ambas funciones.

Gestión de mano de obra

Para finalizar este artículo, queremos hacer una reflexión sobre los invernaderos, es cierto que no atraviesan el mejor momento de rentabilidad, pero opinamos que en muchas explotaciones agrícolas, falta gestión empresarial y que bien llevadas, pueden ser igual de rentables que la mayoría de los sectores empresariales con sus ventajas e inconvenientes. El talón de Aquiles en los invernaderos es la mano de obra, escasa, poco profesionalizada y peor aún, mal gestionada por el empresario. Un buen control del personal en un invernadero, puede hacer que la explotación agrícola pase de deficitaria a rentable.

Los sistemas de presencia y control de mano de obra son elementos de gran ayuda en la gestión de la rentabilidad de los invernaderos, están formados por una red de terminales con teclado, separados normalmente entre 30 o 40 m, donde el trabajador introduce su código de trabajo, tarea que va a realizar y calle donde va a trabajar, con estos datos el programa calcula el rendimiento de cada trabajador, el coste para cada tarea, el coste total, la previsión de personal, el ritmo de las tareas y en general cualquier informe que previamente hayamos generado, igualmente puede proporcionar datos estadísticos de gran utilidad, recomendamos una reflexión sobre el tema. Los precios son muy distintos en función de la superficie y los terminales a instalar, para una extensión media de 2 ha un equipo básico puede costar 6.000 y 10.000 €.

Distribuidor exclusivo España: EXAGAL SL - Ctra Miajadas, km. 20,400 - 06400 DON BENITO (BADAJOZ)

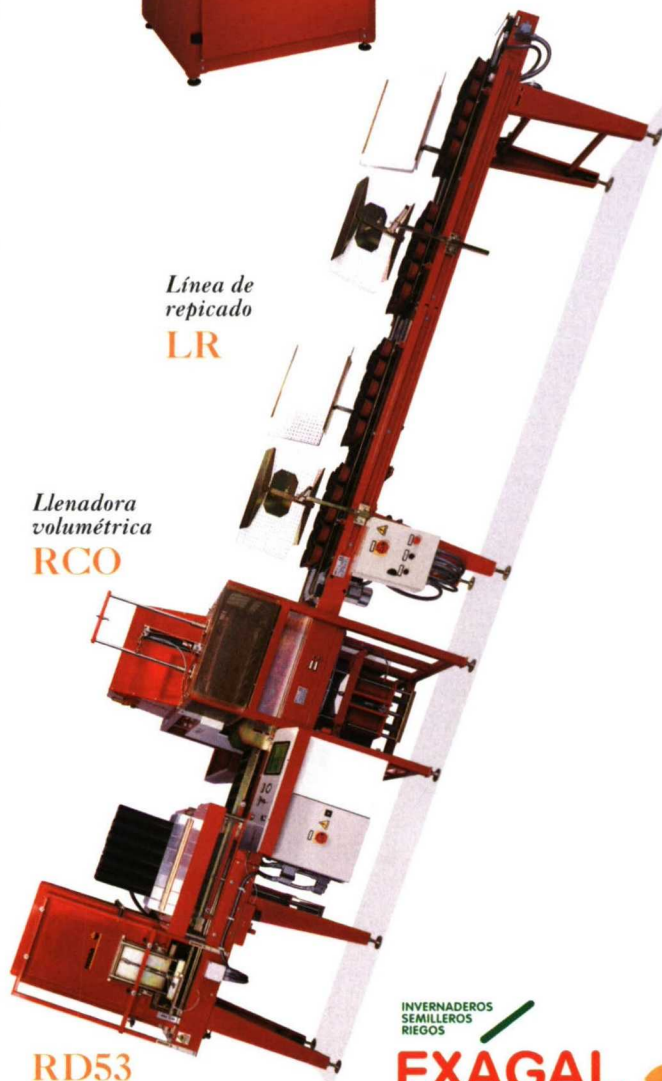
Tel. y fax (924) 813 437 - E-mail: exagal@exagal.com - Web: <http://www.exagal.com>

con  **mosa**,
planta segura

Sembradora
línea - línea
TO55



Línea de
repicado
LR



Llenadora
volumétrica
RCO

RD53
Desapilador automático

INVERNADEROS
SEMILLEROS
RIEGOS

EXAGAL



Tel. +39,0434.639611
Fax +39,0434.630408

33083 CHIONS (Pn) - Italia
Via Marconi 14

máquinas y sistemas avanzados
para la agricultura