



**PPO Glasshouse Horticulture, al frente de la investigación en cultivos protegidos. Un informe elaborado en Naaldwijk sobre cultivo en invernadero.**

## Investigación y desarrollo en cultivos protegidos

ALICIA NAMESNY  
agrocon@ediho.es

Los cultivos hortícolas holandeses se realizan bajo vidrio, se complementan con iluminación artificial, se enriquecen con anhídrido carbónico... tecnologías algunas de ellas obligadas por lo riguroso del clima (uso del cristal, por ejemplo), otras posibles por

las facilidades económicas (precio del gas), y otras obligadas por las características del territorio (como es la recirculación de los efluentes).

Con independencia de su adaptabilidad a otras situaciones, su común denominador es la inno-

vación. Aún con una geografía de los cultivos que se desplaza, lo que lleva a una presencia de la tecnología holandesa en todas las zonas del mundo de cultivo, la investigación en este país continúa aportando novedades para mantener la competitividad de sus culti-



**Detalle de la sujeción en el sistema de pesaje de los canales y recogida del agua de drenaje.**

vadores. ¿Qué hay de nuevo en cultivo bajo invernadero? Las líneas de investigación que se llevan a cabo en los Centros de Investigación de Naaldwijk y Aalsmeer lo muestran.

### **PPO Glasshouse Horticulture**

El Centro de Investigación sobre cultivos hortícolas bajo invernadero forma parte actualmente de la Universidad de Wageningen (la investigación y enseñanza agrícola en Holanda ha experimentado diferentes cambios organizativos durante los últimos años). Cuenta con dos localizaciones, una en Naaldwijk, en pleno "Westland", y la otra en Aalsmeer, las zonas de los invernaderos por excelencia de ese país. La investigación que se lleva a cabo tiene un enfoque práctico y busca ser el "socio innovador" en los proyectos de investigación, realizados muchos de ellos en cooperación con empresas privadas. Rentabilidad, sustentabilidad y respeto al medio ambiente forman parte de las prioridades en los trabajos que realizan. Estos se engloban en las áreas de protección de cultivos, nutrición, calidad de productos, clima dentro del invernadero, tecnología, economía y manejo de cultivos.

La financiación de estos trabajos, al igual que en el resto de la agricultura holandesa, se realiza en base al aporte del sector

(productores, comercializadores, suministradores) para este fin. En el caso de hortalizas de invernadero y ornamentales esta aportación (un 0.3% de la facturación) es administrada por el Consejo de la Horticultura, quien destina varios millones de euros por año a investigación. También pagan la investigación la empresas que la contratan. La web [www.tuinbouw.nl](http://www.tuinbouw.nl) contiene información (en holandés) sobre las actividades del mencionado Consejo.

Los investigadores se agrupan en seis grupos por especialidades de unos 12 a 17 integrantes: entomología, fitopatología (hongos, bacterias, virus), riego y nutrición vegetal, calidad, economía, y técnicas de cultivo y especialistas de cultivo. En la investigación sobre variedades, el rango de especies sobre las que se trabaja se ha ido reduciendo a cambio de una mayor especialización. En

**■ La evaluación económica de 10.000 m<sup>2</sup> de invernadero estanco frente a 20.000 m<sup>2</sup> de invernadero convencional, mostró un retorno de la inversión en 6-8 años, concluyendo que la perspectiva de los invernaderos estancos es viable a nivel comercial**

la actualidad son los productores de tomate, pepino y fresas los principales demandantes de ensayos de nuevos cultivares.

### **Invernaderos estancos**

El concepto de "invernadero estanco" o cerrado se desarrolló en 1998 por Ecofys, una firma holandesa. Un invernadero de este tipo es una combinación de equipos para suministrar energía y controlar el clima y gracias a ellos es posible mantener las ventanas cerradas todo el año. En verano se almacena energía y se usa en invierno para calefacción. Este método permite una reducción neta de las necesidades de energía.

En 2002 se probó el método en la práctica a través de un ensayo realizado por Ecofys y PPO. Los principales aspectos que se buscaba responder es si el cultivo de tomates en un invernadero cerrado es sano desde el punto de vista de la producción, si hay un aumento en el rendimiento, si hay un impacto positivo en el manejo individual especialmente en lo relativo al control del clima y también se investigó sobre el impacto en las necesidades de mano de obra. Las conclusiones fueron: Que el cultivo en un invernadero estanco puede hacerse de forma sana desde el punto de vista de la producción del cultivo. Los invernaderos estancos proporcionan nuevas posibilidades de trabajar con temperatura y humedad.

El suministro de agua y nutrientes debe adaptarse a las circunstancias. La producción total fue de 56.3 kg/m<sup>2</sup>, lo que significa un aumento en la producción del 22% en relación a la producción simulada para un invernadero convencional con al menos 500 ppm de anhídrido carbónico.

El aumento de producción ocurre especialmente al final de la primavera, en verano y otoño. Existen menos picos de producción que en un invernadero convencional. Las características organolépticas son adecuadas, así como la firmeza del fruto, evaluada como potencial de vida poscosecha.

**Cuadro 1:**

**Estimación de usos de sustratos en Holanda**

Sustrato	m <sup>3</sup> /año
Turba rubia	1.700.000
Turba negra	1.600.000
Lana de roca	500.000
Coco	125.000
Corteza	125.000
Perlita	85.000
Arcilla	25.000
Piedra pómez	15.000
Arcilla expandida	15.000
Cáscara de arroz	5.000
Otros	5.000

Fuente: Schie (2001)

**Cuadro 2:**

**Uso estimado de turba en la agricultura holandesa (total 3.4 millones de m<sup>3</sup>/año)**

Sector	%
Cultivo de planta joven	20
Planta en maceta	26
Viveros	12
Mercado detallista	9
Cultivo de champiñones (capa de recubrimiento)	10
Exportación	23

Fuente: Schie (2001)



Es posible disminuir el uso de fitosanitarios; la infección por insectos en la experiencia realizada fue baja. Existen muy pocas posibilidades de que ocurran ataques de hongos; el peligro es básicamente de *Botrytis*. En el agua de drenaje hubo problemas con el contenido de cobre, que se acumuló más allá de los límites permitidos. El control del clima en el interior del invernadero fue bueno, especialmente en lo que a anhídrido carbónico, humedad y temperatura se refiere. El sistema reaccionó rápidamente a los cambios en los límites de los parámetros prefijados. La distribución horizontal y vertical de las temperaturas fue la adecuada.

La evaluación económica, realizada para una combinación de 10.000 m<sup>2</sup> de invernadero estanco

junto con 20.000 m<sup>2</sup> de invernadero convencional, con un 20% de aumento de la producción en la parte cerrada, mostró un retorno de la inversión en 6 a 8 años, por lo que se concluye que la perspectiva de los invernaderos estancos es viable a nivel comercial.

“Innogrow”, el consorcio de empresas para el desarrollo de los invernaderos estancos, incluye un depósito de agua subterráneo. Esta sirve para refrigerar el invernadero en verano y para calentarlo en invierno, mediante la intervención de un intercambiador de calor. Este tipo de invernadero se presentó en la edición 2004 de la feria Hortifair.

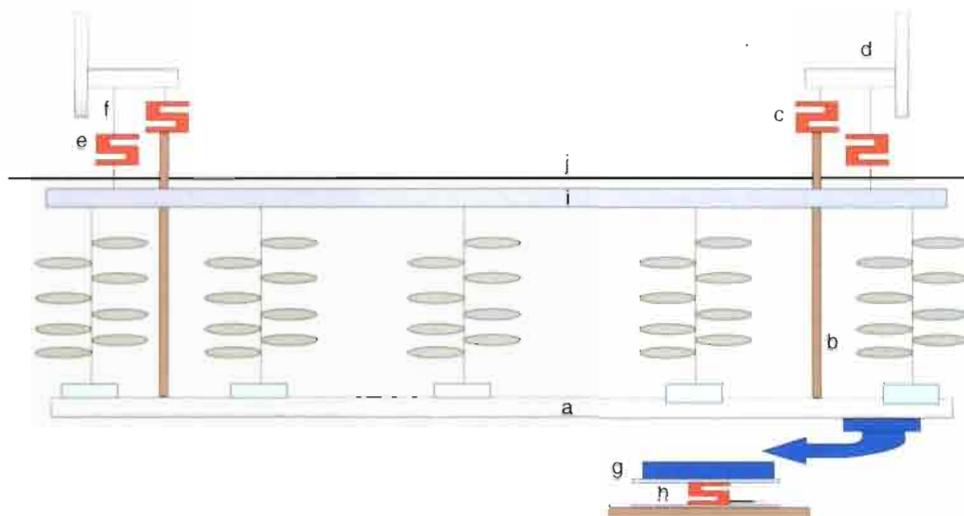
**La automatización del cultivo de rosas es necesaria para resolver problemas de mano de obra. Los productores comprenden cada vez mejor que es necesario tener un cultivo de crecimiento móvil. La instalación de cultivos de rosas “móviles” se encuentra en un momento de gran expansión.**

**Integración de temperaturas**

La integración de temperaturas se basa en la plasticidad de los cultivos frente a los cambios de temperatura. Esta línea de trabajo, en la que investiga, entre otros, Arie de Gelder, lleva a aceptar temperaturas que fluctúan fuertemente alrededor del nivel promedio óptimo. Cuando hace frío se



**Figura 1:**  
**Sección longitudinal de un sistema de pesaje de canales**



obligado a contratar suficiente energía para satisfacer durante todo el año el consumo equivalente a sus momentos de máximo consumo).

Los resultados de los ensayos realizados demuestran que varios cultivos admiten variaciones mayores de temperaturas de las que soportan actualmente. La integración de temperaturas ahorra energía cuando el calor de la caldera se sustituye por calor del sol. Esta técnica reduce la cantidad de gas usada en invierno pero, además, mediante la aceptación temporal de una temperatura promedio menor como promedio para uno o varios días, es posible nivelar los picos caros en el uso de gas. El ahorro más espectacular se obtiene en el período noviembre a abril. Durante el verano el efecto de la integración de temperaturas es menor. Ejemplos de cultivos en los que se ha experimentado con éxito esta técnica durante el invierno pasado son anturios y bromelias.

**Sistema de pesaje de canales**

El sistema de pesaje de canales, en el que trabaja, entre otros, Chris Blok, es un instrumento para medir la transpiración de los cultivos del cual se obtienen patrones de transpiración muy precisos. Su finalidad es automatizar el

- a) Canal de pesaje
- b) Cadena de la cual pende el canal
- c) Célula de carga de la cual pende el canal
- d) Estructura de soporte
- e) Célula de carga de la cual pende la estructura de cultivo
- f) Cable del cual cuelga
- g) Recipiente de recoger el drenaje
- i) Estructura para el cultivo
- j) Alambre para las plantas fuera del sistema

suministro de agua. Consiste en medir el suministro y contenido de agua en el sustrato, así como el agua que drena. Por ejemplo, un sistema simple de este tipo para pepino consiste en un canal de 4 a 6 m de longitud, una estructura de la cual cuelga el cultivo y un recipiente para el agua de drenaje.

La Figura 1 muestra un esquema del dispositivo y la Figura 2 un ejemplo de la información que se obtiene sobre manejo del agua en un día. Incluye cantidad de agua suministrada, drenaje, peso del cultivo, toma de agua y transpiración. También se indica el momento en que se suministra agua y la cantidad en cada ciclo de riego. El programa corrige por la transpiración del cultivo y toma de agua por crecimiento de peso en fresco durante el suministro.

El patrón de drenaje sigue los ciclos de riego con un pequeño tiempo de espera debido al transporte a través del medio de enraizamiento. El patrón de pesos de los canales informa sobre el contenido de agua del sustrato. La Figura 2 muestra que el cultivador no riega durante la noche. Aún durante este período, la planta usa algo de agua y por lo tanto el contenido de agua del canal (sustrato) disminuye. Desde el inicio del primer ciclo de riego hasta el día siguiente, el peso del

acepta temporalmente un nivel de temperatura en el invernadero por debajo del deseable: la diferencia se compensa en momentos en que afuera hace menos frío, lo que significa que es más rápido y económico subir la temperatura dentro del recinto.

Actualmente, la mayor parte de los productores intentan mantener una temperatura fija las 24 horas, lo que significa mayores costos al usar energía en momentos en que ésta es más cara.

Mediante el alargamiento de los períodos de medición de las temperaturas en base a las que se obtienen los promedios es posible reducir los picos de uso de energía, sobre los cuales el cultivador holandés debe contratar el suministro (el problema de los "picos" es que el cultivador holandés está

canal (sustrato) baja aún más. Como el sustrato necesita varios ciclos de riego para rehumedecerse, el primer agua de drenaje aparece después de 3 ó 4 ciclos de riego.

### Uso duradero de los sustratos

La presión social en pro de un "uso inteligente" de los sustratos de cultivo de especies hortícolas y de champiñones se agudiza progresivamente en Holanda, lo que conlleva a un menor empleo de los tipos que pueden usarse durante menos tiempo. El Ministerio de Agricultura holandés promociona un proyecto para desarrollar sustratos más eficientes, un tema en el que trabajan Gerrit Wever, [g.wever@wur.nl](mailto:g.wever@wur.nl), y su equipo.

De entre los sustratos utilizados actualmente, la turba es, con diferencia, el más empleado, tanto en Alemania como en otros paí-

Vista de un cultivo de rosas automatizado.



ses. El Cuadro 1 muestra el uso de sustratos en Holanda y el Cuadro 2 profundiza en el uso de turba. El consumo anual de turba para horticultura en todo el mundo es

de 35 millones de m<sup>3</sup>, 10% de los cuales se gasta en Holanda. El segundo sustrato más usado es la lana de roca. Otros sustratos aún se utilizan en pequeñas cantidades.



## Condiciones ideales para el crecimiento

Nuestro objetivo es crear y mantener las condiciones perfectas para el crecimiento y el desarrollo de cualquier producto dentro de un invernadero. El concepto Munters está formado por los paneles evaporativos CELdek®, la gama de ventiladores de Euroemme®, los sistemas Munters de distribución de agua, sistemas de control climático, calefactores y otros accesorios como persianas y filtros de luz que ayudan a crear un clima ideal y controlado.



Ventiladores Euroemme®



Panels evaporativos CELdek®



Calefactores



Sistemas de control climático CLIMATEline®

### Munters Spain S.A.

Europa Empresarial, Ed. Londres C/ Playa de Liencres N° 2 28290 Las Matas - Madrid  
 Tfno.: 91 640 09 02 Fax.: 91 640 11 32  
 Email: [marketing@munters.es](mailto:marketing@munters.es)  
[www.munters.es](http://www.munters.es) [www.munters.com](http://www.munters.com)

 **Munters**  
 Clima Controlado.

Las posibilidades son el aumento en el uso de otros medios de cultivo diferentes de la turba, el desarrollo de nuevos medios de cultivo y/o el uso más eficiente de los actuales. La fibra de coco se estima tiene un potencial de crecimiento de hasta 30 millones/m<sup>3</sup>/año, pero la industria prevé un aumento lento de la producción de este material, que se situaría en 2015 en 4.5 millones de m<sup>3</sup>.

Cada uno de los sustratos usados actualmente tiene sus pro y contra desde el punto de vista medioambiental; la espuma de poliuretano, de poco uso aún, es uno de los menos dañinos. Lo mismo sucede con la fibra de madera reciclada. También tienen posibilidades otras fibras vegetales como el cáñamo (*Cannabis sativa*), pastos y *Miscanthus*. Otra opción son los productos de desecho, particularmente biocompost hecho en base a restos de hortalizas, frutas o plantas de jardín.

En base a los tratamientos puestos a punto en cuanto a ajuste de la fertilización, estos compuestos pueden sustituir entre 15-30% del sustrato utilizado para plantas en maceta. Contenidos mayores inducen aumentos indeseables en pH y conductividad eléctrica.

En relación al uso más eficiente de los materiales actualmente existentes, este objetivo puede

lograrse aprovechando los sustratos más tiempo o alargando su ciclo de vida.

La lana de roca puede reciclarse en lana de roca nueva u otros materiales; pero para este proceso hace falta energía. También puede usarse la turba de forma más eficiente si se mejora la estabilidad de su estructura, o reciclarse a través de la reutilización. Ya se hace para algunos cultivos (bulbos) donde una baja calidad no es problema. La capa de cobertura de los cultivos de champiñones puede reutilizarse en la mezcla de sustrato de cultivo. La conclusión de lo que se conoce hasta ahora en cuanto a un uso más prolongado de sustratos es que es posible, pero teniendo en cuenta que hay que asegurar la calidad de los nuevos sustratos.

Un trabajo completo sobre Gerrit et al. sobre este tema se encuentra en [www.horticom.com/pd/imagenes/59/309/59309.pdf](http://www.horticom.com/pd/imagenes/59/309/59309.pdf)

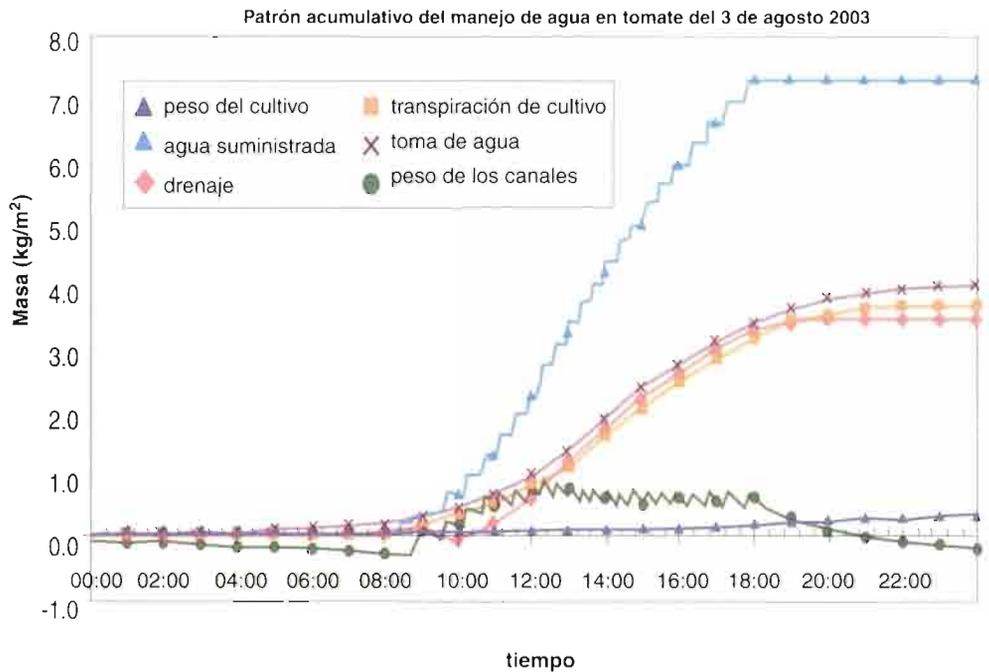
■ **El PPO trabaja en el desarrollo de agentes biológicos como antagonistas de insectos. El pimiento es una de las especies en la que se cuenta con más experiencia. También se trabaja en el control de babosas, que se han multiplicado por el menor uso de fitosanitarios**

### Automatización del cultivo de rosas y otros

La automatización del cultivo de rosas es necesaria para resolver problemas de mano de obra (escasez y altos costes). Los productores comprenden cada vez mejor que es necesario tener un cultivo de crecimiento móvil como condición para su automatización. La instalación de cultivos de rosas "móviles" se encuentra en un momento de gran expansión.

En un sistema de este tipo, las rosas se desplazan para ofrecer los tallos al robot cosechador. En Aalsmeer se estudian los efectos del movimiento de plantas sobre la producción y calidad de sus tallos florales, alternativas al sistema de riego por goteo y posibilidades de sincronizar el cultivo, que cosechar una vez en un sistema móvil ahorra muchos movimientos y aumenta la eficiencia de la cosecha.

**Figura 2:** Ejemplo de patrón acumulativo de agua diario



## plasticulture 2005

- The International Magazine of Plastics in Agriculture
- Greenhouses, Mulching, Plastic Films, Nets, Technology...

**Subscribe NOW!**

67€

Plasticulture Magazine + Internet password for the website [www.plasticulture.com](http://www.plasticulture.com)

31€

Plasticulture Magazine (yearly issue)

**Release date:**  
September 2005

**EDICIONES DE HORTICULTURA, S.L.**  
Ph.: +34-977 75 04 02 - Fax: +34-977 75 30 56  
E-mail: [plasticulture@plasticulture.com](mailto:plasticulture@plasticulture.com)



**Detalle de sustrato y riego en un cultivo de rosas automatizado.**

La línea investigación en automatización no es exclusiva de rosas. De lo que se trata es de evitar que los cultivos se vayan a África. En este sentido se trabaja también en *Anthurium*, así como en arbustos (buscando una planta de estructura simple), tomate, etc. La idea directriz es que la planta se desplace hacia el cosechador en vez de al revés.

**Otras líneas de investigación**

En protección vegetal, un área que emplea 35 personas de las 90 totales con que cuenta el departamento de cultivos protegidos de PPO, se trabaja en el desarrollo de agentes biológicos, como antagonistas de insectos. El pimiento es una de las especies en que se cuenta con más experiencia en esta área. También se trabaja en el control de babosas, cuya presencia se ha multiplicado al amparo de un menor uso de fitosanitarios.

En fitopatología se trabaja en el control biológico de hongos, se ensayan agroquímicos y en el desarrollo de protocolos para evitar las infecciones de virus, nemátodos y bacterias. En cuanto a principios activos, se estudian productos de origen natural.

La escasez del territorio unido a la densidad del tráfico han conducido a investigar sobre la mejora de la logística; el trabajo, comenzado a mediados de 2004 se inició por un inventario de lo

**La escasez del territorio unido a la densidad del tráfico en Holanda han conducido a investigar sobre la mejora de la logística, tratando de evitar los desplazamientos innecesarios de éstas**

que se transporta en el país, en cuanto a metros cúbicos transportados, m<sup>3</sup> vacíos dentro del camión, etc. Una vez realizado este mapeo del flujo de mercaderías, el objetivo último es evitar los desplazamientos innecesarios de éstas.

En resumen, la investigación realizada por PPO se ubica en un contexto de toda la sociedad, en el que la seguridad alimentaria y la sostenibilidad son conceptos centrales. El esfuerzo investigador se dirige hacia el desarrollo de innovaciones aplicables en la cadena productiva.

**Para saber más...**

- <http://www.tuinbouw.nl>. Web con diferentes informaciones sobre la horticultura ornamental y comestible holandesa, incluyendo estadísticas (en el apartado "Feiten en cijfers").

- <http://www.ppo.dlo.nl>. Web de la Universidad de Wageningen. En holandés e inglés. La información sobre las actividades de PPO se encuentra entrando por la pestaña Glasshouse Horticulture. Otras entradas interesantes son Flower Bulbs, Nursery Stock, Fruit y Mushrooms.

- Schie, W.L. van (1999) Standardization of substrates. Acta Hort. 481, 71-77.

- Schie, W.L. van (2001) Why do we need other materials than peat in growing media? Proc. Int. Peat Symp., Peat in Horticulture, Peat and its alternatives in growing media.

- Weber, G. et al. (2002). Orientation towards durable use of growing media for horticulture and mushroom production. Proceedings of the International Peat Symposium.

- Rob J.M. Meijer, [rob.meijer@wur.nl](mailto:rob.meijer@wur.nl). Jefe del Dpto. de Conocimiento e Investigación en Applied Plant Research (PPO en holandés).

- Nieves García, [nieves.garcia@wur.nl](mailto:nieves.garcia@wur.nl). Científica española que investiga en rosas, anturios y bromelias.