

Técnica y cultivo

El CO₂, elemento de vida indispensable para la producción de vegetales

El óxido de carbono es en general enviado a la atmósfera con humos y otros gases residuales de la combustión, provocando el efecto invernadero. Es posible recuperarlo para volverlo a inyectar en los invernaderos

Pascal Fayolle

Redactor de la revista *Lien Horticole*

El CO₂ es a menudo el factor de producción que más limitaciones impone en los invernaderos. Es posible añadirlo gratuitamente a las plantas a partir del humo del calentamiento. Pero, desafortunadamente, las necesidades de la planta de CO₂ y los periodos en los que necesita la calefacción no son los mismos. Ahora parece que una solución puede empezar a entreverse...

Todo parte de una fórmula: CO₂ + H₂O = C₆H₁₂O₆ + O₂. Es decir, óxido de carbono + agua dan azúcares + oxígeno. Es la fórmula base de la función vegetal esencial: la fotosíntesis.

Los azúcares producidos son después utilizados por la respiración para liberar la energía necesaria para todas las funciones de la planta. Además, estos azúcares participan también en la construcción de la estructura vegetal.

¿Por qué enriquecer?

Así pues, sin fotosíntesis no es posible ni la producción de biomasa ni el desarrollo. Los factores que limitan la fotosíntesis son el agua y el CO₂, elementos base, pero también la luz, fuente de energía que permite la síntesis de los azúcares.

En condiciones normales de cultivo, el agua no es nunca un factor limitador, salvo que se quiera por una razón técnica (favorecer la floración, por ejemplo). Por contra, la luz puede serlo, durante los días grises de invierno, entre otros. Pero, globalmente, bajo el invernadero, el factor limitador más frecuente es el CO₂. Esto es así por dos razones esenciales: la primera es que la fotosíntesis absorbe el óxido de carbono y desprende oxígeno, lo que hace bajar automáticamente la parte proporcional de óxido de carbono en un medio confinado.



La segunda razón es que la atmósfera contiene de forma natural alrededor de 350 ppm (parte por millón) de CO₂, mientras que la proporción óptima para la fotosíntesis se sitúa, en la mayor parte de vegetales, muy por encima de esta cifra. Con un nivel de CO₂ demasiado débil, la luz resulta mal aprovechada.

¿Cuándo enriquecer?

Un ejemplo: a 350 ppm, nivel normal de CO₂, y 200W/m² de luz, la planta asimila 20 kg de óxido de carbono por hectárea y por hora. Si el contenido en CO₂ cae a 100 ppm, la planta no asimila más de 10 kg de carbono por hectárea y por hora.

Una hectárea de invernadero contiene alrededor de 40.000 m³ de aire, es decir, 14 m³ o 27 kg de CO₂ por una hora de fo-

tosíntesis a 350 W/m², sin ventilación.

Para favorecer el crecimiento de las plantas, es pues interesante recurrir a la fertilización carbonatada, que consiste en enriquecer la atmósfera en CO₂. Pero esto no debe hacerse de cualquier manera. Cuando la luz es insuficiente, por ejemplo. Por debajo de 50 W/m², se debe introducir iluminación suplementaria, si no, no sirve de nada el enriquecimiento. Se debe prestar atención también a la aireación del invernadero: las grandes aireaciones abiertas tienen la ventaja de evitar que la atmósfera del



En la fotografía grande, un generador de CO₂; abajo, medidor de CO₂

invernadero descienda muy por debajo de las 350 ppm, pero tienen el inconveniente de dejar escapar el CO₂ que sería aportado de más. A igual cantidad aportada, vale más enriquecer con un

Cuadro 1:
Cantidades de CO₂ aconsejadas en las principales especies hortícolas

Principales especies hortícolas	Cantidades de CO ₂ aconsejadas
Crisantemo	700 a 1.000 ppm, particularmente al principio del cultivo
Gerbera	800 a 1.000 ppm
Rosa	900 a 1.000 ppm, particularmente después de la apertura de las yemas
Planta Madre de Begonia	600 a 800 ppm
Planta Madre de Pelargonium	800 a 1.200 ppm
Begonia	800 a 900 ppm
Hortensia	800 ppm
Pelargonium	700 a 900 ppm
Poinsettia	800 ppm máximo
Rosal	800 a 1.000 ppm
Asplenium	600 a 800 ppm
Ficus	600 a 800 ppm
Scindapsus	600 a 800 ppm
Crisantemo <i>frutescens</i>	600 a 800 ppm
Pelargonium	700 a 900 ppm
Petunia	700 a 800 ppm
Tagetes	700 a 800 ppm
Salvia	700 a 800 ppm

Principales ventajas de la fertilización en CO₂ (variables según los cultivos): mejora global de la calidad, mayor precocidad, mejores rendimientos, follaje más oscuro, mejor formación de yemas y menor sensibilidad a las enfermedades.

porcentaje más bajo, durante unos periodos de tiempo más largos. En verano, dado que la luz es más intensa, la necesidad de aporte es ghmayor. Pero, como es necesario airear permanentemente, se deberá utilizar un porcentaje bajo, para evitar pérdidas.

¿Cómo enriquecer?

Es posible instalar un sistema de enriquecimiento en CO₂ a partir de bombonas comercializadas por la mayor parte de empresas especializadas en gas embotellado. Pero también a partir del calor del invernadero se puede recuperar CO₂. En efecto, todas las energías que normalmente se utilizan lo desprenden. Por ejemplo: el gas natural. Constituido de metano, CH₄, quema según la fórmula siguiente: CH₄ + 2O₂ = CO₂ + 2H₂O.

Este óxido de carbono es en general enviado a la atmósfera con humos y otros gases residuales de la combustión, provocando, en parte, el conocido efecto invernadero. Es posible recuperarlo para volverlo a inyectar en los invernaderos, lo que permite una fertilización carbonatada gratuita.

Por ejemplo, la combustión de un m³ de productos de gas produce alrededor de 11 m³ de productos de combus-

ción, de los que 2 kg son de CO₂.

Para llegar a niveles elevados, es decir 1.000 a 1.500 ppm, se deben inyectar de 70 a 100 kg de CO₂ por hora por hectárea. Una potencia térmica de calefacción de 350 a 500 kW por hectárea es suficiente para conseguir este objetivo. Teniendo en cuenta que son nece-

sarios de 2.500 a 3.000 kW por hectárea para calentar durante los momentos mas fríos del invierno, este objetivo es fácil de conseguir.

Debemos hacer hincapié en que la inyección del CO₂ tiene que hacerse de manera controlada. Es necesario dosificarla y los inyectores del invernadero tienen que ser calibrados regularmente. Es importante que un especialista se encargue de la instalación: él podrá posicionar los inyectores en el invernadero de la manera más adecuada.

Ajustar la oferta a la demanda

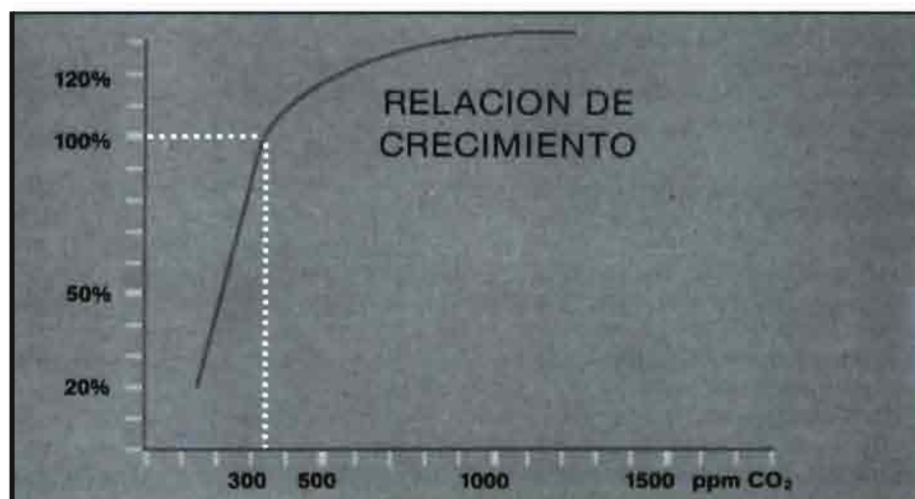
En cualquier caso, este sistema de fertilización gratuita presenta un gran inconveniente: el CO₂ se encuentra disponible sobre todo en el momento en el que las necesidades de calefacción son máximas. Ahora bien, este periodo se da durante la noche y la mañana, cuando las necesidades de CO₂ son menores.

Para paliar este inconveniente, es posible practicar el llamado mínimo tubo, que consiste en aumentar la temperatura de la caldera para aumentar su funcionamiento y recuperar más óxido de carbono.

Pero los investigadores han pensado algo mejor: hacer girar las calderas durante el día para recuperar el CO₂. Es suficiente entonces almacenar el agua caliente dentro de un depósito de acumulación. Este agua será puesta en circulación durante la noche para la calefacción.

Existen sistemas de este tipo en Bretaña y en los Países Bajos. La estación de experimentación de AIREL (Asociación Interregional de Investiga-

Figura 1:
CO₂, nutriente vital



Fuente: Priva

Aplicaciones de CO₂ en el control de plagas

Las pérdidas económicas producidas por las plagas que afectan a la industria agroalimentaria llegan a valores muy elevados. A escala mundial, se calcula que en los procesos de posrecolección se pierde hasta un 20% de la producción agroalimentaria. A estas pérdidas económicas se debe añadir el tiempo y el esfuerzo para producir los alimentos, el gasto en insecticidas y el desprestigio que comporta para un producto salir al mercado con contaminaciones provocadas por insectos.

Los insectos y los ácaros son tan abundantes y se encuentran en tantos sitios que pocos productos alimenticios pueden escapar de esta contaminación y del posterior deterioro.

Los tratamientos tradicionales que se utilizan para controlar las pla-

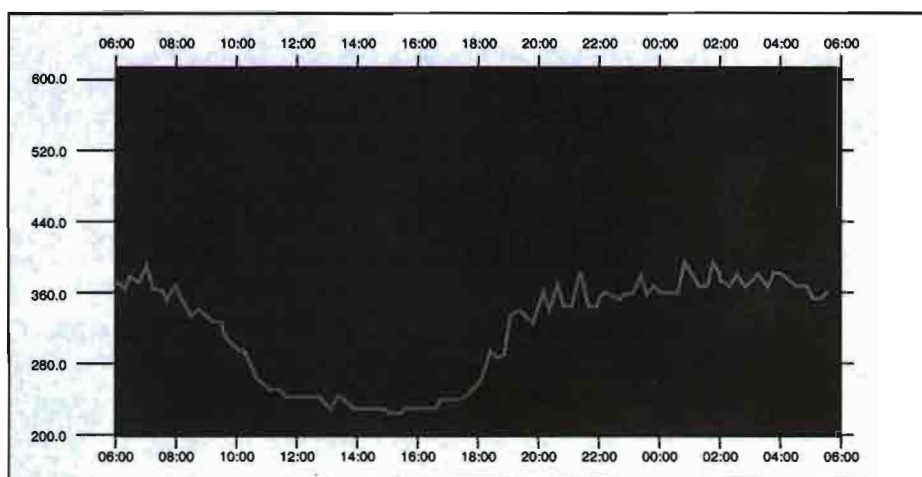
gas que afectan a la industria alimentaria se basan sobre todo en los tratamientos químicos, especialmente mediante fumigaciones. Dos de los fumigantes más ampliamente utilizados son el bromuro de metilo y la fosfamina. Estos productos son muy tóxicos para el hombre y para el medio ambiente.

Un método para controlar las plagas en alimentación es la utilización de CO₂. Este producto aparece como una alternativa muy buena a los productos tradicionales ya que se muestra altamente eficaz en las situaciones en que se ha provado. A parte de las ventajas directas, como el hecho de no dejar residuos en los alimentos y no tener terminios de seguridad entre el tratamiento y el consumo, muestra otras muchas ventajas respecto a la conservación del producto. Los alimentos envasados en atmósferas controladas con concentraciones

elevadas de CO₂ y bajas de O₂ reducen la tasa de respiración, la producción de etileno y su deterioración, y mantienen durante más tiempo la textura y el vigor, así como el contenido de ciertas vitaminas como la vitamina C. También reduce la fauna de microorganismos como los hongos y las bacterias que se pueden desarrollar en los alimentos.

Actualmente, existe una gran información acerca del efecto que produce el CO₂ sobre diversas especies de insectos y ácaros en cultivos como la patata, la nectarina, los frutos tropicales o el melocotón; aunque en la mayoría de casos los resultados han sido exitosos, se debe adecuar la metodología de tratamiento para obtener resultados plenamente satisfactorios.

Figura 2:
Variación del nivel de CO₂ a lo largo de un día



Fuente: Praxair

ción y Experimentación Hortícola) ha llevado a cabo experimentos en este sentido sobre el cultivo del tomate, para adaptar el método citado a las especificidades del suroeste francés.

Una inversión para reflexionar

Según los cálculos de la AIREL, el método no cuesta más del 3% de energía suplementaria con relación a la técnica del "mínimo tubo". El sobrecoste generado por pérdidas debidas al almacenaje de agua se puede considerar despreciable.

El método del mínimo tubo ha permitido inyectar 14,5 kg de CO₂ por metro cuadrado en el invernadero. El método de almacenamiento ha permitido elevar esta cantidad a 21 kg. A priori, para una hectárea de invernadero, es necesario disponer de alrededor de 50 m³ de capacidad de almacenamiento de agua caliente. Por una hectárea de invernadero, el coste de esta capacidad de almacenamiento se eleva a 4.500.000 pesetas. El sistema de inyección de CO₂ sale a 2.050.000 pesetas. Los costes

disminuyen en la medida que la superficie equipada es menor.

En el cultivo de tomates y bajo ciertas condiciones, los investigadores de la AIREL estiman que en un año y medio aproximadamente se empiezan a obtener los rendimientos de la inversión, sin tener en cuenta la amortización del material y el coste del dinero invertido. Así pues, se deberá tomar la decisión en función de los cultivos que se tengan, de su reacción al enriquecimiento con CO₂ y de su valor añadido. El estudio sólo se ha llevado a cabo en cultivos hortícolas, pero quizás también pueden imaginarse aplicaciones en plantas de maceta.



Para saber más...

- Fayolle, Pascal. *Le CO₂, élément de vie indispensable aux productions végétales*. Lien Horticole n° 27-28, julio 1998
e-mail: LienNet@mnet.fr
Web: <http://www.hortilien.com>
- *Aplicacions del CO₂ per al control de plagues en productes agroalimentaris*. Boletín informativo del Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries de Catalunya. Julio 1997
e-mail: irta@irta.es
- Praxair
Web: <http://www.thomasregional.com/scal/praxair>
- Priva
Web: <http://www.nva.net/bedrijven/priva>