

ta darán las concentraciones de este gas presente en la atmósfera del invernadero. Según las necesidades, ventilar más o menos será una decisión del técnico de la explotación.

Si el método de enriquecimiento es a partir de los gases de la combustión de la calefacción, el único inconveniente reside en que se puede ver limitado el enriquecimiento en dióxido de carbono durante las horas o días en que está funcionando la calefacción. De todas formas la recuperación del gas carbónico procedente de los generadores de calor es sencillo.

El proceso depende en un principio de la fuente de

### La mayor ventaja de utilizar CO<sub>2</sub> líquido es la ausencia de impurezas perjudiciales para el cultivo

combustible utilizado: el gas natural (rico en metano) o gas licuado como butano o propano, éstos facilitan la recuperación del CO<sub>2</sub> al estar prácticamente libres de azufre.

En el caso de utilizar CO<sub>2</sub> líquido procedente de la industria, el único inconveniente está en el precio de este gas, limitando su utilización sólo en aquellos cultivos que resulten altamente rentables. La mayor ventaja de utilizar esta fuente de suministro es la ausencia de impurezas perjudiciales para el cultivo, además el suministro del gas depende exclusivamente de la acción de enriquecimiento en el momento deseado.

### El biogás, fuente de CO<sub>2</sub>

El biogás es otra alternativa que podría ser rentable. Existen ensayos en otros países como Francia y Dinamarca donde son conscientes de la

## La fertilización carbónica en cultivos protegidos en clima mediterráneo.

### Una tecnología eficaz para la gerbera

En el marco de una concertación investigación-empresa entre el IRTA y Carburos Metálicos, S.A. y con la ayuda institucional del INIA, el Departamento de Tecnología Hortícola del IRTA está llevando a cabo ensayos para evaluar la eficacia agronómica, y por tanto la viabilidad económica, de la fertilización carbónica en cultivos hortícolas protegidos en condiciones mediterráneas.

En algunos cultivos de flor cortada

mediante la fertilización carbónica. La importancia de una respuesta afirmativa es evidente dada la grave problemática medioambiental provocada por la lixiviación de nitratos en las grandes áreas de cultivo intensivo en el litoral mediterráneo.

Para atender simultáneamente a los dos objetivos se planteó un experimento en un cultivo de gerbera en sacos de perlita (tipo B-12® (de Dicalite, S.A.) en el que se estudiaron



A la izquierda: vista general de fertilización carbónica y nitrogenada en gerbera (Depto. Tecnología Hortícola-IRTA Cabrils). Al lado, detalle de los soportes y sacos de cultivo. (Fotos: O. Marfà).

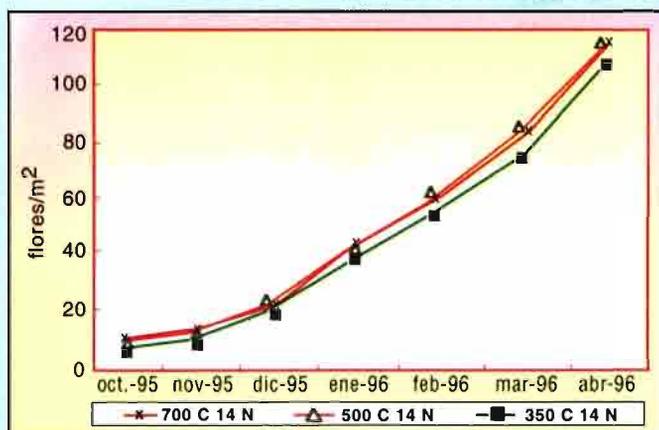
como el rosal y el crisantemo, la eficacia de la fertilización carbónica en cultivo protegido en clima mediterráneo está ampliamente probada. En otros como la gerbera hay menos pruebas concluyentes e incluso alguna controversia acerca de la eficacia de la fertilización carbónica. Este interrogante, unido al interés del cultivo de gerbera en agrosistemas intensivos del litoral mediterráneo ha orientado la experimentación.

Al objetivo de responder al tema de la fertilización carbónica se ha añadido otro no menos importante en las condiciones mediterráneas: Adecuar la fertilización nitrogenada a la fertilización carbónica. Este segundo objetivo se plantea porque hay abundante información, no referida a la gerbera, pero sí a otros cultivos acerca de que el incremento de CO<sub>2</sub> atmosférico promueve una disminución tanto en hojas como en frutos de los niveles críticos de nitrógeno, para garantizar la máxima productividad. Es entonces cuando surge la cuestión: ¿Es posible mejorar la eficiencia en el uso del nitrógeno a la par que mejoramos la productividad

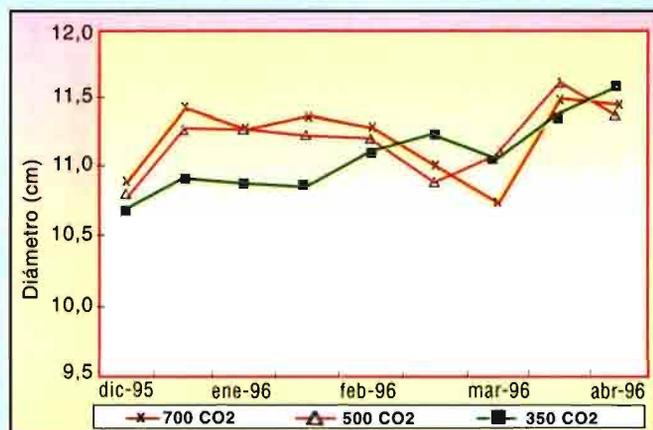
los efectos combinados de la fertilización carbónica y la fertilización nitrogenada. Se analizaron tres niveles de concentración carbónica: el atmosférico, utilizado como referencia, alrededor de 350 ppv, y otros dos: 500 ppv y 700 ppv. A su vez se dispusieron dos concentraciones de nitrógeno-nítrico en la solución nutritiva empleada en la fertirrigación: 14 meq/l y 7 meq/l de NO<sub>3</sub>; la concentración alta es utilizada frecuentemente en los cultivos comerciales de gerbera fuera de suelo.

Se empleó el cultivar Ravel®, la plantación tuvo lugar el 2 de agosto de 1995 y el periodo productivo del primer ciclo, al que se refieren los resultados presentados, se prolongó desde octubre hasta abril de 1996. El cultivo se llevó a cabo en tres módulos de invernadero de 77 m<sup>2</sup>, uno para cada concentración de CO<sub>2</sub>, con cubierta semicircular de PE térmico y calefacción. El CO<sub>2</sub> se aplicó mediante tuberías microperforadas situadas al nivel de las plantas y se controló automáticamente la dosificación. Los tiempos de aplicación de CO<sub>2</sub> variaron dependiendo

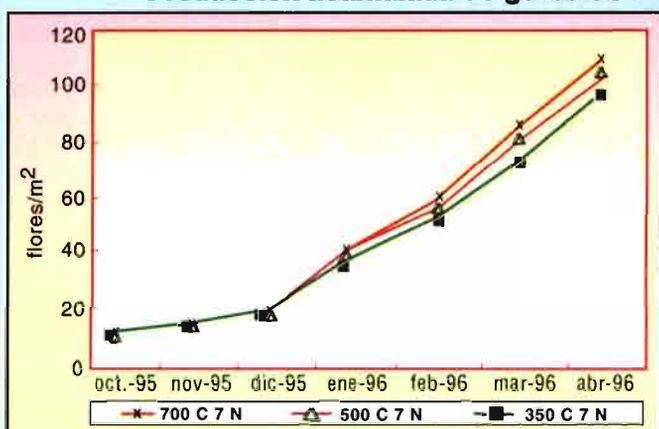
**Figura 1:**  
**Producción acumulada de gerberas 14 N**



**Figura 3:**  
**Diámetro flor 14 N**



**Figura 2:**  
**Producción acumulada de gerberas 7 N**



**Figura 4:**  
**Diámetro flor 7 N**

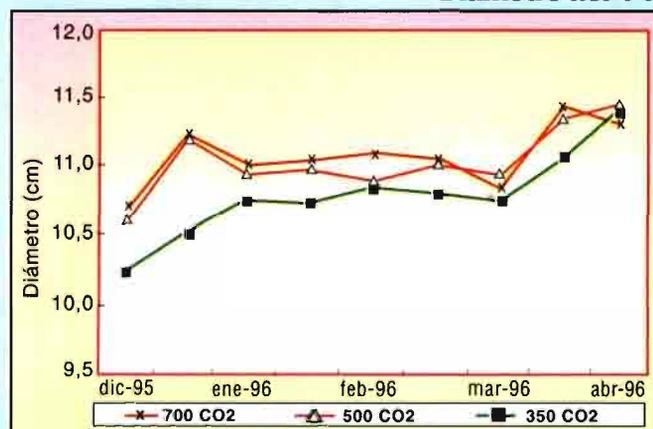


Figura 1 y 2: Producción acumulada de flores de gerbera cv Ravel® correspondiente a tres tratamientos de carbónico y a dos concentraciones de nitratos de la solución nutritiva

Figuras 3 y 4: Diámetro medio de la flor de gerbera cv Ravel® correspondiente a tres tratamientos de carbónico y a dos concentraciones de nitratos de la solución nutritiva

de las necesidades de ventilación de manera que se distribuyeron así: 0 h/día en agosto y septiembre, 4 h/día en octubre y noviembre, 6 h/día en diciembre y enero, 7 h/día en febrero, 4 h/día en marzo y 2 h/día en abril. La fertirrigación se realizó de forma continua con una frecuencia media de tres riegos por día y unas dosis que permitieran una tasa de drenaje del 30% para garantizar una conductividad eléctrica estable y menor de 3,5 dS/m en el lixiviado.

La fertilización carbónica incrementa la producción de flores de gerbera por planta en más de un 10%. Las diferencias se concentran en el periodo diciembre-abril; en el que las coizaciones de la flor son más altas; la marcha productiva es algo diferente según sea la dosificación de CO<sub>2</sub> y la concentración de nitratos en

la solución nutritiva (Figuras 1 y 2). Las dosificaciones de carbónico de 700 ppv y 500 ppv dan lugar a productividades análogas cuando la concentración de nitratos es alta. El diámetro de la flor, como índice de calidad, aumenta con la fertilización carbónica durante el periodo diciembre-abril con la dosis baja de nitratos y durante el periodo diciembre-enero con la dosis alta de nitratos (Fig. 3 y 4).

La concentración alta de nitratos en la solución nutritiva aumenta alrededor de un 10% la producción de flores respecto de la concentración baja. Pero cuando se utiliza la concentración baja de nitratos en la solución nutritiva (7 meq/l) al aumentar la concentración de CO<sub>2</sub> (de 350 a 500 y de 500 a 700 ppv) aumenta progresivamente la producción de flores de forma que la combinación 700 ppv

CO<sub>2</sub> y 7 meq/l de NO<sub>3</sub> da un buen resultado productivo. En consecuencia es posible, y naturalmente aconsejable, utilizar concentraciones bajas de nitratos en la solución nutritiva cuando se fertiliza con carbónico la gerbera lo cual garantiza una menor contaminación por nitratos sin renunciar a una alta productividad.

Marfà, O. (1), Biel, C. (1), Peñuelas, J. (2), Montero, J.I. (1), Guri, S. (1), Savé, R. (1).

(1) Departament de Tecnologia Hortícola Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA)  
(2) Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF) Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA)