

Consecuencias del
efecto invernadero

Cambios climáticos y producción vegetal

Por: Miguel Cervantes Villamuelas*

RESUMEN

Desde hace algún tiempo, y cada vez con más insistencia, estamos leyendo o escuchando que las condiciones climatológicas de nuestro planeta están cambiando. Sobre este tema hay multitud de comentarios, desde la simple apreciación subjetiva de personas que afirman que "antes llovía y nevaba más" o que "hacia más frío", hasta las autorizadas opiniones de científicos e investigadores que disponen de datos y mediciones que avalan esta afirmación.

En todo el mundo se están gastando millones de dólares anualmente para estudiar los efectos de este cambio en el medio ambiente y más concretamente en la vegetación, en la producción de alimentos y en el ciclo biológico de todas las especies animales y vegetales. El tema ha llegado a ser materia de discusión política tanto en los foros nacionales como internacionales, y no faltan interpretaciones catastróficas sobre los efectos desoladores que producirán estos cambios (desertización, inundación de los litorales costeros, tormentas, sequías, etc.).

El principal responsable, aunque no el único, es el anhídrido carbónico o dióxido de carbono CO_2 , cuya concentración en la atmósfera está aumentando como consecuencia de la masiva utilización de los combustibles fósiles (petróleo y carbón) y que es el causante del fenómeno normalmente conocido como "efecto invernadero".

INTRODUCCION

La concentración de anhídrido carbóni-

co en la atmósfera ha variado considerablemente a lo largo de las distintas épocas geológicas. Hay datos procedentes de las masas de hielo de la últi-

ma glaciación que indican que la concentración de CO_2 en la atmósfera hace 150.000 millones de años era de 180 - 200 partes por millón (ppm). Sin embargo, tras la fusión de los grandes hielos, esta concentración subió hasta 270 ppm. Desde el año 1700 antes de Cristo hasta los comienzos de la Revolución Industrial, la cantidad de CO_2 en la atmósfera se ha mantenido relativamente estable, habiéndose disparado en el último siglo en el que la tendencia alcista es preocupante ya que ha pasado de 315 ppm en 1958 hasta 355 en 1991. En el próximo siglo está previsto que se dupliquen estas cantidades.

El anhídrido carbónico es un compuesto esencial en el crecimiento de las plantas y su influencia ya se advirtió en el siglo XVIII con sencillos experimentos que se completaron en el siglo XIX. El efecto, de la concentración de CO_2 , así como de la luz y la temperatura, en la fo-

• • •
Un aumento de CO_2 en la atmósfera produciría un mayor crecimiento de las plantas
• • •

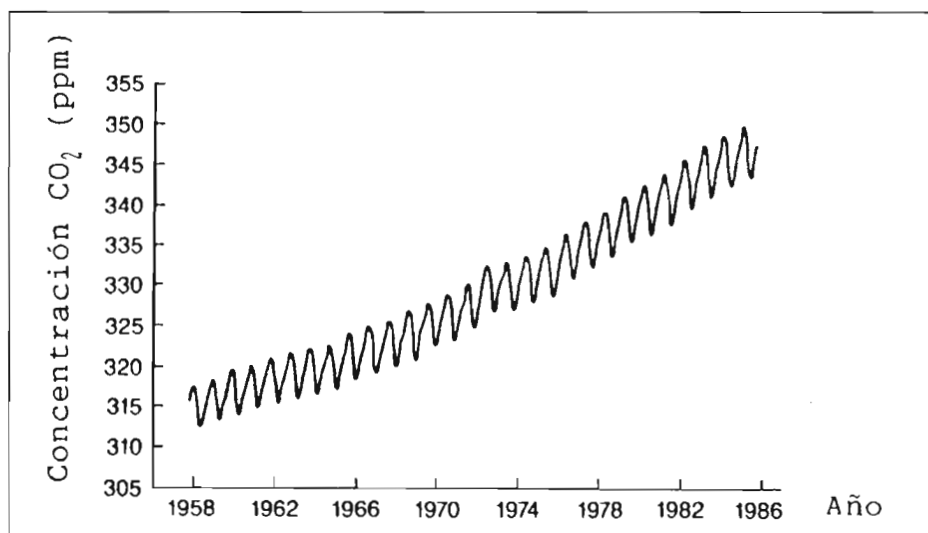


FIGURA 1: Aumento de la concentración de CO_2 en la atmósfera registrado en el Observatorio Mauna Loa (Hawái) entre 1958 y 1986.

(*) Doctor Ingeniero Agrónomo ETSI Agrónomos (Madrid)

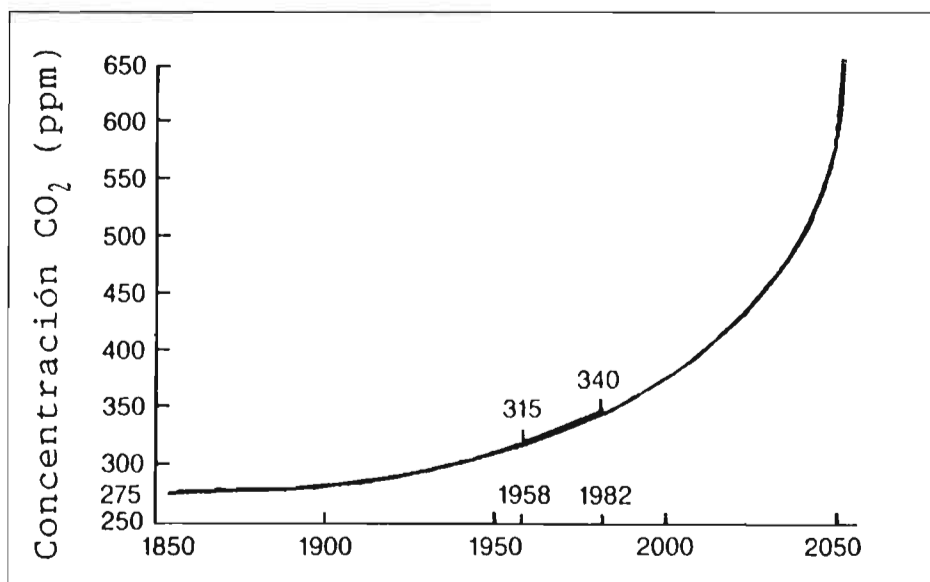


FIGURA 2: Extrapolando el gráfico que muestra el aumento de CO₂ en la atmósfera, registrado entre 1850 y 1986, llegamos a un valor posible de 550-650 ppm en el año 2050.

tosíntesis se cualificó en 904 (Matthaei) y en 1905 (Blackman).

La fijación y la emisión de este compuesto por las plantas es un puente de doble dirección que enlaza la atmósfera con la biosfera. Que el aumento de la cantidad de CO₂ en la atmósfera vaya a tener una influencia drástica en los cambios de clima no está del todo demostrado, pero lo que sí es seguro es que, a medida que los niveles de CO₂ aumenten, se estimulará el crecimiento de las especies vegetales (unas más que otras), aumentará el proceso fotosintético

(fijación de compuestos hidrocarbonados) y se mejorará la eficiencia en el uso del agua por las plantas, fenómenos todos ellos de una clara influencia positiva, en cuanto suponen un mayor potencial de producción de alimentos y fibras vegetales.

TECNICAS Y METODOS DE INVESTIGACION

Hasta 1980 la mayoría de los estudios sobre los efectos de la elevada

concentración de CO₂ en las plantas se llevaron a cabo en cámaras de ambiente controlado en las que algunos o todos los parámetros que influyen en el crecimiento eran monitorizados constantemente (calidad y cantidad de iluminación, temperatura del aire y del suelo, concentración de los distintos gases atmosféricos y vapor de agua, nutrientes del suelo, estructura y humedad del terreno, etc.). Posteriormente se han empleado instalaciones más sofisticadas como es el caso de los Fitotrones, Vegetales dependiente del Instituto Tecnológico de California, en los que se utilizan múltiples cámaras para crear matrices de variables ambientales. Una matriz de tres concentraciones de CO₂ y tres temperaturas, por ejemplo, requiere el uso de 9 cámaras. Con sólo dos repeticiones por cada condición, el experimento necesitaría 18 cámaras. Si además queremos variar la intensidad de la luz, los nutrientes o la humedad del suelo, se necesitaría un número excesivo de cámaras. En estos casos, las plantas analizadas se cultivan en vagonetas que se desplazan sobre ruedas desde una cámara a otra facilitando extraordinariamente la realización del experimento.

En la actualidad muchos laboratorios de Norteamérica y de Europa están trabajando con instalaciones al aire libre formadas por varias celdas a techo descubiertas en las que se analiza la respuesta de determinados cultivos a los ambientes con diversos tipos de contaminación atmosférica y con distintas concentraciones de CO₂.

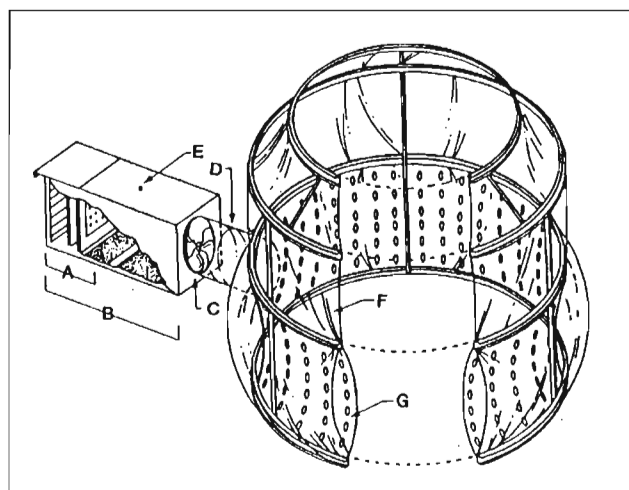


FIGURA 3: Celda de ensayo sin techo. (A) filtros, (B) recámara, (C) ventilador, (D) conducto de aire, (E) punto de inyección de CO₂, (F) película de plástico sencilla, (G) película de plástico doble con perforaciones para entrada de aire. Según Rogers y otros (1992).

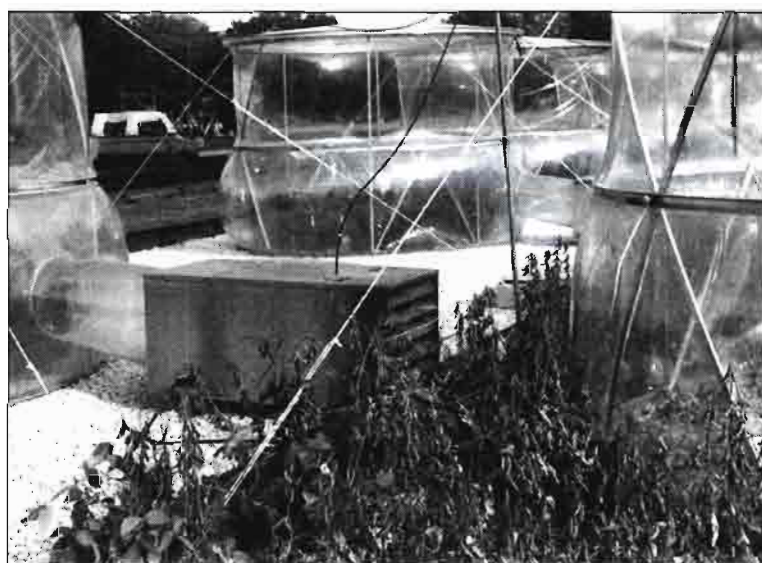


FIGURA 3: Vista general de las celdas de ensayo en el National Soil Dynamics Laboratory. 1993. Auburn (Alabama).

COLABORACIONES TECNICAS

EL EFECTO INVERNADERO

Casi toda la radiación que llega a la tierra procedente del sol está contenida en una estrecha banda del espectro electromagnético que corresponde a lo que conocemos como luz visible (longitud de onda entre 400 y 700 nm). La luz ultravioleta, de menor longitud de onda, es filtrada por la capa de ozono de la estratosfera y apenas llega a la tierra. El sol emite muy poca radiación de mayor longitud de onda como son los rayos infrarrojos.

En un invernadero, la energía luminosa pasa a través del cristal o del plástico y es absorbida por las plantas, por el suelo y por el resto de los elementos del invernadero. La consecuente agitación molecular en estos objetos los calienta y estos liberan parte de esta energía calorífica al aire, produciéndose unas corrientes de convección y, como el aire caliente no puede salir al exterior, la temperatura del invernadero se incrementa. Por otra parte, las paredes y techo del invernadero actúan como una membrana semipermeable ya que dejan pasar la radiación solar y no permiten la salida al exterior de los rayos infrarrojos, de mayor longitud de onda.

En la atmósfera terrestre ocurre algo parecido a lo descrito anteriormente. El 90% de la masa gaseosa que forma la atmósfera (principalmente nitrógeno y oxígeno) está concentrada en una capa llamada troposfera, de unos 11 kms de espesor. Por encima de esta capa está la estratosfera, de unos 40 kms de espesor, donde no hay nubes pero sí oxígeno y nitrógeno. En la estratosfera es donde se produce la transformación de oxígeno, O_2 , en ozono, O_3 , por mediación de los rayos ultravioleta de la radiación solar. La llamada "capa de ozono" se encuentra en la estratosfera a unos 25 - 30 kms de la superficie de la tierra.

El dióxido de carbono, con una concentración casi uniforme en la atmósfera, y el vapor de agua, que se encuentra casi exclusivamente en la troposfera, son los principales absorbentes de los rayos infrarrojos. La radiación solar atraviesa la atmósfera, llega a la superficie de la tierra y la calienta. Esta energía calorífica se desprende a la atmósfera en forma de rayos infrarrojos, que son absorbidos por el dióxido de carbono y el vapor de agua de la troposfera y devueltos a la tierra, evitando que esta se enfríe.

CONSECUENCIAS DEL EFECTO INVERNADERO

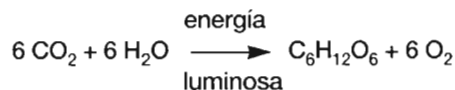
Es posible que el aumento de la con-

centración de CO_2 producido por la combustión de las reservas fósiles de carbón y petróleo tenga un efecto importante en los cambios climáticos del futuro, pero lo que sí se ha comprobado es que un aumento de CO_2 en la atmósfera controlada de los invernaderos produce un mayor crecimiento de las plantas. En la figura 5 se muestra una diferencia importante en la producción de lechugas en invernadero donde, manteniendo constantes la variedad, temperatura, iluminación y humedad del suelo, la foto de arriba muestra el aspecto del cultivo con una concentración normal de CO_2 (320 ppm) y la foto de abajo el del mismo cultivo en el que la concentración de CO_2 en el ambiente era de 1.000 ppm.

También se ha comprobado este fenómeno en otros cultivos tales como fresas, guisantes, judías verdes, patatas, soja, trigo, algodón, pepinos y tomates, donde el incremento de producción puede llegar a doblarse en invernaderos donde se ha enriquecido la atmósfera en CO_2 hasta tres y cuatro veces la concentración normal.

La razón de este aumento de producción está en el propio proceso quí-

mico de la fotosíntesis que tiene lugar en las hojas y partes verdes, mediante el cual las plantas forman sus hidratos de carbono a partir del anhídrido carbónico del aire y del agua del suelo y desprendiendo oxígeno a la atmósfera.



Cuanto más CO_2 tenga disponible la planta en su entorno, mayor será la intensidad del proceso fotosintético.

EFFECTOS FISIOLÓGICOS

A nivel celular, altas concentraciones de CO_2 disminuyen la transpiración de las plantas al provocar un cierre parcial de los estomas de las hojas. Esto contribuye a que se mejore la eficacia en el uso del agua por la planta. Los investigadores norteamericanos B.A. Kimball y S.B. Idso, del Instituto de Investigación Energética de Washington, han realizado más de 500 experimentos en los que han observado que para una concentra-

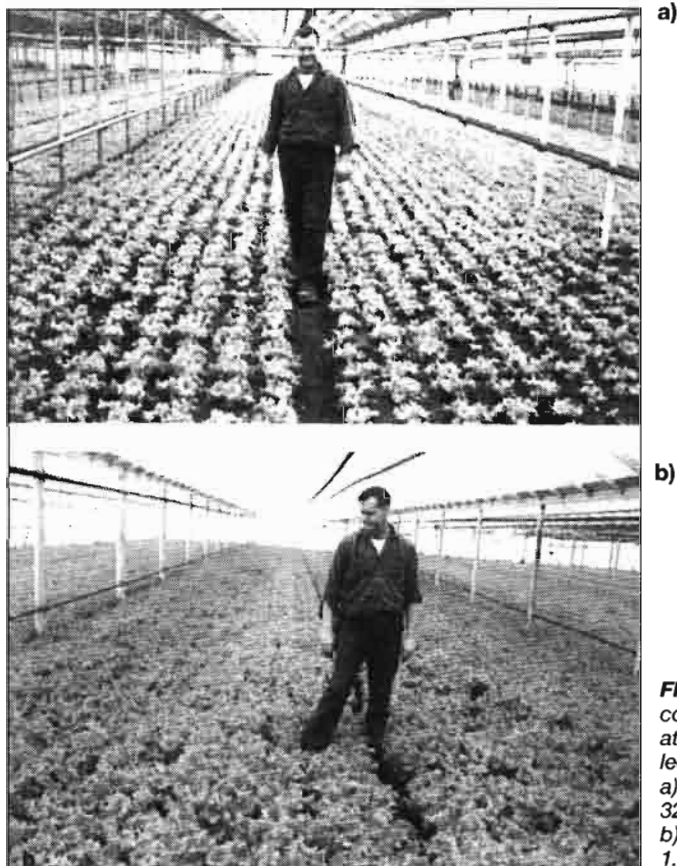


FIGURA 5: Efecto de la concentración de CO_2 atmosférico en un cultivo de lechugas en invernadero. a) concentración normal, 320 ppm; b) concentración de 1.000 ppm.

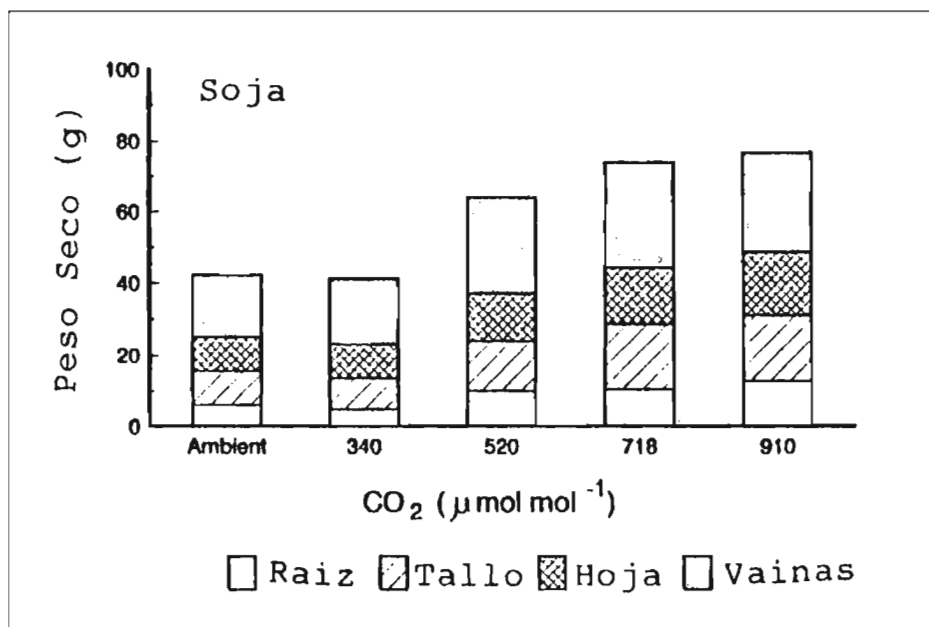


FIGURA 6: Peso de materia seca de los distintos componentes de un cultivo de soja: raíces, tallos, hojas y vainas.

ción de CO₂ doble de la atmosférica, la transpiración se reduce un 35% y la producción aumenta un 33%.

Otra consecuencia importante del aumento de CO₂ es la mayor fijación de nitrógeno por las leguminosas, como han demostrado los investigadores J.C. Reardon y V.R. Reddy, del Centro de Investigación de Ciencias Medioambientales norteamericano, trabajando con distintas variedades de soja.

A nivel orgánico, la respuesta de las plantas a mayores concentraciones de CO₂ se traduce en un mayor crecimiento de las distintas partes que las integran, tal como una mayor longitud de tallos y raíces, hojas más grandes y de mayor espesor, así como una mayor cantidad de flores y frutos.

El Dr. C.E. Owensby y su equipo de colaboradores de la Universidad del Estado de Kansas han realizado recientemente un estudio sobre la influencia de la concentración CO₂ en las praderas y terrenos de pastos, cuyos resultados son de gran interés, ya que estos ocupan el 47% de la superficie útil de la tierra. En sus observaciones han comprobado que la cantidad de biomasa producida aumenta con la cantidad de CO₂ disponible.

CONCLUSIONES

El aumento de CO₂ en la atmósfera que estamos observando en los últimos

tiempos tendrá efectos climáticos y biológicos en nuestro planeta. Nadie sabe cuál es el nivel óptimo de anhídrido carbónico en el aire que más favorezca el desarrollo equilibrado de la vida, la producción de alimentos, las condiciones ambientales y a la sociedad en general. Lo que es cierto es que resulta muy difícil, dada la gran dependencia de la civilización actual de los combustibles fósiles, conseguir que se establezca la cantidad de CO₂ atmosférico. Hasta ahora no hemos detectado efectos importantes producidos por este aumento pero es probable que en los próximos 10 ó 15 años sí que los podremos observar.

Los datos registrados de temperatura media en la superficie terrestre indican que ésta ha aumentado entre 0,3 y 0,7 grados centígrados durante el presente siglo. Las mayores temperaturas aumentarían la longitud de los períodos de crecimiento de los cultivos, y las zonas donde estos pueden desarrollarse, especialmente en el hemisferio norte (Canadá, Alaska, Escandinavia, Norte de China, Siberia, etc.).

Modelos matemáticos predicen que este progresivo calentamiento será de dos a tres veces mayor en los polos que en los trópicos, y significativamente mayor en el Ártico que en el Antártico. El efecto más inmediato de este cambio será la fusión parcial de los hielos polares, la elevación del nivel del mar y en consecuencia la inundación de muchas zonas del litoral costero.

Hay, sin embargo, quien defiende que si la atmósfera se calienta, ésta tendría mayor cantidad de vapor de agua (la capacidad de retención de vapor de agua de la atmósfera se dobla por cada 10 grados de aumento de temperatura). También aumentaría la evaporación de los mares y lagos y con ello el régimen de lluvias. Otras teorías sostienen que el aumento de las masas nubosas impediría la incidencia de la radiación solar, dispersándola hacia el espacio exterior y, por tanto, evitando el calentamiento de la tierra producido por el efecto invernadero.

Algunos expertos aconsejan no hacer nada, quizás porque los efectos desconocidos de las grandes masas oceánicas eviten el mencionado calentamiento de la tierra. Por el contrario, si esperamos a que se produzca el cambio climático, quizás entonces sea demasiado tarde. Mientras tanto lo más sensato es adaptar nuestra agricultura a los usos y prácticas que garanticen una mejor conservación de los recursos naturales como son la utilización eficaz de la energía, el desarrollo de variedades resistentes a los cambios climáticos, la reforestación, la gestión racional del agua y las técnicas de mejora y conservación de suelos.

BIBLIOGRAFIA

- Allen, L.H. Rogers, H.H., et al. 1992. Field techniques for exposure of plants and ecosystems to elevated COWW an other trace gases. Critical Reviews in Plant Sciences: 85-119. Department of Applied Science. Brookhaven Natinal Laboratory. Upton. New York.
- Kimball, B.A. & Idso, S.B., 1983. Increasing atmospheric COWW: effects on crop yield, water use and climate. Agric. Water Mang. 7:55-72.
- Reardon, J.C., Lambert, J.R. & Acock, B., 1990. The influence of carbon dioxide enrichment on the seasonal patterns of nitrogen fixation in soybeans. Office of Energy Research. U.S. Dept. of Energy. Washington D.C.
- Rogers, H.H. & Dahlman, R.C., 1993. Crop responses to CO₂ enrichment. National Soil Dynamics Laboratory, ARS-USDA and Auburn University (Alabama).
- Wittwer, S.H., 1985. Carbon dioxide levels in the biosphere: effects on plant productivity. Critical Reviews in Plant Sciences. 2(3):171-198.