



# ENCUENTROS EN LA BIOLOGÍA

AÑO 2, NÚMERO 15, ABRIL 1994

## EL EFECTO INVERNADERO

ENCUENTROS EN LA BIOLOGÍA es editado por

**Editor ejecutivo**  
Salvador Guirado

**Comité editorial**  
Ramón Muñoz-Chápuli  
Antonio de Vicente  
José Carlos Dávila  
Francisco Cánovas  
Francisca Sánchez Jiménez  
Luis Javier Palomo  
Antonio Flores  
Félix L. Figueroa

**Colaboran en este número**  
Daniel J. Martínez Canca  
Miguel Angel Moránigo

2

¿Se asfixiaron los dinosaurios?

3

El movimiento de la inmóvil *Shigella flexneri*

4

Noticias

Editado con la colaboración del I.C.E. de la Universidad de Málaga.

Es el proceso por el cual el gas carbónico y otros gases análogos recalientan el clima terrestre. Se basa en la propiedad de absorción de la radiación infrarroja, provocando un recalentamiento natural y permanente de las capas atmosféricas más bajas, lo que conduce a las condiciones climáticas que conocemos como "efecto invernadero".

La Tierra intercepta una potencia luminosa de origen solar; de ella, refleja algo menos de la tercera parte, absorbe el resto y devuelve al espacio, en forma degradada de radiación infrarroja, un flujo de energía sensiblemente igual a la que absorbe en primera instancia. Una cantidad de esa potencia luminosa es absorbida por las nubes, los aerosoles, el vapor de agua y otros gases; el resto atraviesa la atmósfera y es lanzado al espacio exterior. La retención de esta fracción en la atmósfera es lo que constituye el efecto invernadero.

Los gases del efecto invernadero son los gases que dejan pasar la radiación solar incidente, pero absorben las radiaciones infrarrojas de gran longitud de onda devueltas por la superficie terrestre, impidiéndoles así escapar hacia el espacio. Dan lugar a una serie compleja de reacciones químicas, lo suficientemente rápidas para evitar que esas sustancias se acumulen en la atmósfera. Los productos de las reacciones químicas pueden tener una extraordinaria importancia, como es el caso del anhídrido sulfuroso ( $\text{SO}_2$ ), óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}$  y  $\text{NO}_2$ ) y los compuestos halogenados.

El vapor de agua (químicamente estable, al igual que el  $\text{CO}_2$ ) es el principal responsable del efecto invernadero natural y en la variaciones de éste, desempeña una función reforzadora muy importante: todo el recalentamiento de la atmósfera posee como efecto indirecto una humidificación adicional del aire, que induce un efecto invernadero añadido, que aumenta el calor inicial. El calentamiento en la temperatura del sue-

lo provocará un incremento de la concentración de vapor de agua, que a su vez inducirá un calentamiento suplementario de la superficie. Esta retroacción positiva origina un aumento del efecto invernadero. Sin embargo, la condensación del vapor de agua en forma de nubes capaces de reflejar la radiación solar tiene una consecuencia inversa (retroacción negativa).

La aportación de la materia viva se traduce del siguiente modo: el contenido de metano ( $\text{CH}_4$ )-poco reactivo per se, al igual que el  $\text{N}_2\text{O}$ - es un absorbente veinte veces más potente que el  $\text{CO}_2$ , aun con la misma masa de carbono y aumenta en la atmósfera a razón de 0,7 % por año. Este aumento es debido fundamentalmente a las fermentaciones anaerobias: rumiación (una vaca desprende por término medio al día unos 200 gr. de  $\text{CH}_4$ ), arrozales inundados, vertederos, etc. La concentración media de metano en la atmósfera corresponde a una masa de 4.900 Tm, con un aumento anual de 40 Tm.

El óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), un absorbente 200 veces más potente, aumenta a razón de 0,25 % anual. Las fuentes antrópicas más frecuentes son: el uso de abonos y la desnitrificación de los suelos, debido a la deforestación.

Los compuestos clorofluorocarbonados (CFC), producidos exclusivamente por procesos industriales, son absorbentes infrarrojos varias miles de veces más potentes que el  $\text{CO}_2$  y su contenido en la atmósfera aumenta un 4 % anual.

Todas estas inyecciones de gases han contribuido en un 50 % al aumento del efecto invernadero. Éste provoca cambios climáticos y alteraciones en el ciclo hidrológico, observándose que en un calentamiento global, se altera la distribución de la pluviosidad en nuestro planeta, así como un aumento de las precipitaciones, pues la concentración de vapor de agua en la atmósfera -que depende esencialmente de la temperatura- se ve aumentada al igual que la evapotranspiración (evaporación y pérdida de agua por transpiración en los seres vivos), lo cual

# 2

## Virus y extinciones

Los fenómenos de extinciones masivas están de actualidad tras la moda (ya en vías de extinción) de los dinosaurios y las evidencias a favor de una colisión con un meteorito o cometa al final del Mesozoico. Esto, probablemente, oscurece un fenómeno importante y mal conocido: el de las continuas extinciones en el registro fósil. Mayr ha calculado que más del 99% de todas las líneas filéticas existentes en el pasado se han extinguido. Esto parece difícil de explicar en el marco teórico de una continua adaptación al medio por selección natural. Organismos de amplia distribución geográfica y registro fósil bien documentado son buenos modelos para el estudio de las extinciones. Por ejemplo, los coccolitofóridos y los foraminíferos planctónicos. Entre estos organismos es frecuente la desaparición brusca del registro fósil, sin relación aparente con cambios ambientales o aparición de especies competidoras. Para estos casos, un geólogo de la Universidad de Miami ha propuesto la hipótesis de un ataque vírico, que afectaría preferentemente a las poblaciones abundantes, de amplia distribución geográfica y buen contacto entre los individuos [Emiliani, *Nature*, 366, 217 (1993)]. Este investigador extiende su hipótesis de forma quizá exagerada, pero inquietante, a la especie humana. ¿Puede existir un cierto "efectivo poblacional crítico" a partir de la cual una especie puede ser amenazada de extinción por infecciones víricas?

ante un calentamiento general, favorecería el cambio de fase líquida a vapor. Los sucesos de alta intensidad de lluvia son los responsables de las fuertes escorrentías que a veces producen inundaciones.

La perturbación antropogénica se desarrolla más deprisa que el tiempo de renovación y adaptación de numerosos ecosistemas. Una duplicación de la carga atmosférica de gas carbónico debido al aumento rápido de la industria se traducirá en un recalentamiento global de la Tierra del orden de 6 grados centígrados durante el próximo siglo, ayudado por la creciente deforestación cuya incidencia climática es inmediata. En principio, el sistema climático se halla en estado de equilibrio termodinámico. Las zonas densas en fitomasa tales como la Amazonía tienen un albedo ínfimo, es decir, absorbe casi la totalidad de la energía solar incidente y devuelve al espacio una mínima cantidad de esa energía. De ello puede deducirse que la deforestación masiva induce un calentamiento global, debido al aumento del albedo. Los organismos vegetales actúan como sumideros de carbono, por lo tanto absorben parte de los gases ( $\text{CO}_2$ ) responsables del efecto invernadero. La deforestación, así como la disminución de la biomasa fitoplanctónica en océanos (como consecuencia de factores diversos) hace que la asimilación de carbono ( $\text{CO}_2$  y bicarbonato) global sea menos, por lo que aumentaría la concentración atmosférica de  $\text{CO}_2$  y, consecuentemente, el efecto invernadero.

La concentración de gases y el efecto antropogénico pueden derivar en una elevación considerable de la temperatura, fusión de los casquetes polares, elevación del nivel oceánico e inmersión de las zonas costeras y superficies inferiores al nivel del mar.

Habría que adoptar una serie de disposiciones básicas: frenar la emisión de  $\text{CO}_2$  por combustión de la fitomasa fósil, sustituyendo esta fuente energética por otras energías alternativas, como plantas de energía solar; detener la deforestación y establecer un programa urgente de repoblación masiva; sustituir los clorofluorocarbonados por otros productos no agresores del medio. En suma, erradicar la negativa aportación humana que conduce irreversiblemente a los graves deterioros que acabamos de exponer. D.J.M.C.

## ¿SE ASFIXARON LOS DINOSAURIOS?

Keith Rigby y algunos colegas de la Universidad de Notre Dame (USA) aportan nuevos datos sobre el siempre controvertido tema de las extinciones masivas de finales del Cretácico. A partir del análisis de muestras de aire atrapadas en ámbar encontradas en Montana (USA), estos autores consideran que los cambios, relativamente rápidos, en los niveles de oxígeno atmosférico fueron la causa de la desaparición de un gran número de especies, entre ellas, y de manera espectacular, la de los dinosaurios [Rigby, *End of the Dinosaurs*, Brigham Young Univ. Press, (1992)].

Los gases atmosféricos parece que son infinitamente más dinámicos de lo que suele imaginarse. Durante la mayor parte del Cretácico (entre 135 y 65 m.a.) el  $\text{O}_2$  por ejemplo, constituía entre el 32 y el 35 % de la atmósfera (actualmente sólo es el 21 %). Sin embargo, a finales de este período, y en sólo 300.000 años, el porcentaje de  $\text{O}_2$  descendió desde el 35 al 28 %, para aumentar de nuevo hasta el 35 %. Tales fluctuaciones acontecieron con una velocidad 10-20 veces superior a cualquier cambio anterior del que se tenga conocimiento y supusieron una enorme prueba, incluso para los organismos de metabolismo más resistente.

Rigby y sus colegas apuestan a que la rápida caída de los niveles de  $\text{O}_2$  atmosférico de finales del Mesozoico e inicios del Cenozoico fue la causa de extinción de un gran número de especies necesitadas de una atmósfera más rica en oxígeno. El declive de los dinosaurios no fue, según esta teoría, un suceso catastrófico y brusco, como propone por ejemplo la teoría del impacto del meteorito, sino un proceso más gradual. Estos autores proponen "La Hipótesis de Pele" (denominada así en honor de la diosa polinésica de los volcanes) que relaciona las fluctuaciones atmosféricas de  $\text{O}_2$  con el incremento de la actividad volcánica. Las frecuentes e inmensas erupciones volcánicas arrojaron a la atmósfera cantidades ingentes de  $\text{CO}_2$ . Tal y como estamos comprobando