

# Ciencia *Desarrollo*

Septiembre/Octubre de 2002 • Volumen XXVIII • Número 166 • ISSN 0185-0008 • México \$ 20.00

## **Los radioisótopos viajeros secretos**

**Conservación de la flor cortada**

**Estado actual de arrecifes coralinos  
en el mundo**

**Cultivo de piel para uso industrial**

**Desarrollo regional y conservación natural**

**La evolución sigue**



7 509997 150345 00166

**Director General**  
Jaime Parada Ávila

**Director Adjunto de Ciencia**  
Alfonso Serrano Pérez Grovas

**Director Adjunto de Tecnología**  
Guillermo Aguirre Esponda

**Director Adjunto de Desarrollo Regional y Sectorial**  
Manuel Méndez Nonell

**Director Adjunto de Coordinación del Sistema SEP-Conacyt**  
Felipe Rubín Castillo

**Director Adjunto de Planeación**  
Gildardo Villalobos García

**Directora Adjunta de Fomento del Posgrado**  
Judith Zubiate García

**Director Adjunto de Administración y Finanzas**  
Gabriel Soto Fernández

**Director Adjunto de Servicios Jurídicos**  
Alejandro Romero Gudiño



CONACYT

**Director de Comunicación Social**  
Miguel Ángel García García

**Subdirectora de Publicaciones**  
Laura Bustos Cardona

**Consejo editorial:** René Drucker Colín, José Luis Fernández Zayas, Óscar González Cuevas, Pedro Hugo Hernández Tejeda, Alfonso Larqué Saavedra, Jaime Livak King, Lorenzo Martínez Gómez, Humberto Muñoz García, Ricardo Pozas Horcasitas, Alberto Robledo Nieto, Alfonso Serrano Pérez Grovas.

**Asesores editoriales:** Guadalupe Corriel Defosé y Mario García Hernández

**Coordinación editorial:** Margarita A. Guzmán Gómara

**Colaboradoras:** Josefina Raya López y Lizet Díaz García

**Redacción:** Concepción de la Torre Carbo

**Producción:** Jesús Rosas Espinel

**Diseño e ilustración**  
Agustín Azuela de la Cueva y Elvis Gómez Rodríguez

**Preprensa e impresión**  
Talleres Gráficos de México  
Canal del Norte 80, 06280 México, D.F.

**Distribución**  
Intermed, S.A. de C.V.  
Lúcio Blanco 435,  
Col. San Juan Tlaliacua, 02400 México, D.F.

**Suscripciones y ventas**  
Arturo Flores Sánchez  
Av. Constituyentes 1046, edificio anexa, 1er piso  
Col. Lomas Altas, C.P. 11950 México, D.F.  
5238 4534

**Consulte la página Internet del Conacyt en la siguiente dirección electrónica:**

<http://www.conacyt.mx>

*Ciencia y Desarrollo* es una publicación trimestral del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), editada por la Dirección de Comunicación Científica y Tecnológica. Los artículos firmados son responsabilidad de los autores. Se prohíbe la reproducción total o parcial sin la expresa autorización de la Dirección de Comunicación Científica y Tecnológica. Certificado de libertad de tirada de publicaciones: 259, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación, expediente 1/34279/1/271, del 22 de agosto de 1979. Reserva al título en Derechos de Autor núm. 04-1998-429203/52800-102, del 29 de abril de 1998, expedido por la Secretaría de Educación Pública.

Autorizada como correspondencia de segunda clase.  
Registro DGC núm. 0220480, características 226621122. Certificado de libertad de contenidos núm. 112.

Producida por la Dirección de Comunicación Científica y Tecnológica, con domicilio en avenida Constituyentes 1054, Col. Lomas Altas, Delegación Miguel Alemán, 11950 México, D.F., teléfono 5427 74 00, ext. 7800 y 7601.

Registro postal 0709-0099  
Autorizado por SEP/COMEX

En el presente número de la revista *Ciencia y Desarrollo*, el concepto conservación es rescatado por la comunidad científica mexicana y en esta ocasión se aplica a la naturaleza y a sus formas de vida. En la sección principal encontramos un artículo que ha llevado a los autores a ir más allá de la sensibilidad que les obligó a conservar el efímero aroma y colorido de una flor, hacia la búsqueda de "trucos" que permitieran una mayor duración de las flores cuando éstas ya han sido cortadas. Es así como nos presentan un interesante estudio sobre la fisiología vegetal en el que, de manera científica, se analizan los pros y los contras de las diferentes técnicas conocidas hasta hoy para lograr dicho propósito.

En este número también se aborda la importancia de realizar el rescate de los sistemas arrecifales; los cuales han presentado un constante deterioro, sobre todo durante los últimos diez años, en los países que, como el nuestro, se encuentran en vías de desarrollo, principalmente por el elevado índice de explotación de los recursos marinos, originando el fenómeno denominado blanqueamiento de los arrecifes. El tema es estudiado por los investigadores de las universidades de Miami, de Guadalajara, y del Mar, en su artículo "El estado actual de los arrecifes coralinos en el mundo", en el que se examinan las principales causas de su deterioro y se dan a conocer algunos de los esfuerzos que se han llevado a cabo para su conservación.

Por su parte, en el artículo "Sistemas membranales modelo: El uso de membranas modelo para el estudio de canales iónicos de células vegetales", se describen de manera detallada las técnicas utilizadas para la reconstitución de dichos canales a partir los años sesenta, cuando se dio el primer gran paso en las investigaciones acerca del intercambio de información entre las células y su ambiente. Finalmente, qué mayor logro que preservar una parte tan delicada, frágil y al mismo tiempo de increíble fuerza como lo es la piel. Aún más, el hecho de poder cultivarla y comercializarla, más que parecernos ciencia ficción resulta real y esperanzador por sus implicaciones en el ámbito de la medicina; sin embargo, no podemos dejar de reconocer su faceta como fructífero negocio, en el que ya muchas empresas participan. Así, en el artículo "Cultivo de piel para uso industrial", el autor nos propone una nueva utilización del cultivo de piel animal, que a su juicio impulsará la creación de nuevos empleos en el país y el desarrollo de las capacidades competitivas en los mercados nacionales e internacionales. ●

# Ciencia y Desarrollo

SEPTIEMBRE • OCTUBRE DE 2002 • VOLUMEN XXVIII • NUMERO 166

Editorial

1



## Conservación de la flor cortada

4

ALBERTO ARRIAGA FRIAS  
Y GUMERCINDO H. DE LA CRUZ GUZMÁN



## El estado actual de los arrecifes coralinos en el mundo

12

HÉCTOR REYES BONILLA, RAMÓN ANDRÉS LÓPEZ PÉREZ  
Y PEDRO MEDINA ROSAS

## Sistemas membranales modelo

22

*El uso de membranas modelo para el estudio  
de canales iónicos en las células vegetales*

DANIEL BALLEZA MEJÍA, CARMEN QUINTO  
Y FROYLAN GÓMEZ LAGUNAS

## Cultivo de piel para uso industrial

34

FRANCISCO JAVIER CROZCO VALVERDE



## Desarrollo regional y conservación natural

42

M. A. MENDOZA, E. GARCÍA Y A. L. DEL ÁNGEL



## Contaminantes precursores del ozono en la ciudad de México

48

ARMANDO CORREA GARCÍA  
Y JOSÉ ALEJANDRO ZAVALA HURTADO

## La evolución sigue

56

JUAN CARLOS RAYA PÉREZ

## Viajeros secretos. Los radioisótopos

62

ROCIO BERENICE MENA CÓRREA Y MARTÍN GUEVARA MARTÍNEZ

Nuestra portada:  
Radiosótopos,  
viajeros secretos.



**Alimento vivo. Importancia y valor nutritivo** 70  
JORGE LUNA FIGUEROA

**Descubriendo el Universo** 78

*Los Cometas como originarios de las aguas y de la atmósfera terrestre*

JOSÉ DE LA HERRÁN

**Alaciencia de frioleras** 82

MIGUEL ÁNGEL CASTRO MEDINA



*Lazzero Spahanzans*  
**Deste lado del espejo** 88  
MARCELIÑO PERELLÓ

*Del valor y la alegría*

*Ípérame tantito tella, ora vengo por ti*

*¡Ya cállense cotorras, que no me dejen pensar!*

**La ciencia y sus rivales** 92

*Los Expedientes X*

MARIO MÉNDEZ ACOSTA

## Reseñas

*El pueblo del Señor. Las fiestas y peregrinaciones de Chalma* 94

OSCAR FLORES SOLANO

*Los congresos nacionales universitarios y los gobiernos de la Revolución 1910-1933* 96

RICARDO SÁNCHEZ PUENTE

## Comunidad Conacyt 99

- Se publican la Ley de Ciencia y Tecnología y la Ley Orgánica del Conacyt
- Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo en Ciencias Navales
- Convocatoria del Fondo Sectorial de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo Económico
- Aprovechamiento de la ciencia y la tecnología para alcanzar las metas nacionales
- Desarrollo tecnológico para la competitividad y crecimiento de las empresas

## Nuestra ciencia 103

- Microalgas para evitar la marea roja
- Ahorro del sector salud por reducción en los precios del tratamiento contra el VIH
- XXVII Curso Internacional de Medicina Interna

## La ciencia en el mundo 105

- Ultrasonido en tres dimensiones
- Nueva terapia para controlar el cáncer
- Hallazgo del cráneo de un euroasiático primitivo
- Los teléfonos celulares no causan cáncer

## Los autores 108

## Información para los autores 112



*Conservación de*  
**la flor**  
**cortada**

ALBERTO ARRIAGA FRÍAS  
Y GUMERCINDO H. DE LA CRUZ GUZMÁN



**E**

#### Introducción

Un ramo de flores recién cortadas siempre es un regalo para nuestros sentidos; sin embargo, un factor importante en su valoración reside en la durabilidad que éstas puedan tener, porque se aprecia más una flor durable, tanto desde el punto de vista afectivo como por el alto costo que se asume pudiera tener y, así el deseo de quien recibe una rosa, por ejemplo, seguramente es que ésta preserve sus características el mayor tiempo posible.



Rosa.

El 14 de febrero y el diez de mayo son la culminación de un complejo proceso de previsión y planificación destinado a producir flores de numerosos tipos. El crisantemo, por ejemplo, es una planta de día corto, cuyo período normal de floración sucede cuando los días se acortan o bien las noches se alargan, y por ello su producción durante mayo, es decir en días largos, implica un manejo agrotécnico que permite “reducir” de forma artificial la longitud del día para estimular su floración. Otro representante típico como planta de día corto es, por supuesto, la nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*), con la diferencia de que su presencia en los días cortos de fin de año se induce de forma natural. De cualquier manera, el arribo a los puntos de venta del producto debe ser en óptimas condiciones para que esto redunde en altos beneficios económicos. A este respecto, la calidad de las flores de corte se define en función de que entre el momento del corte y su comercialización transcurra el menor tiempo posible y que el transporte se realice en condiciones de óptima hidratación, preferiblemente a baja temperatura.

A partir del momento en que el consumidor final recibe su ramo de flores, se pone en marcha un proceso de deterioro irreversible de la senescencia floral, el cual puede ser atenuado en alguna medida por la nutrida relación de “trucos” que la cultura popular considera efectivos para lograr el alargamiento de su vida poscosecha, entre los que resaltan el de agregar al agua del florero azúcar, aspirina, cloro comercial, o bien realizar operaciones como hervir previamente el agua donde se colocarán las flores, hacer cortes de pequeñas fracciones de tallo debajo de la superficie de ésta o asperjarla frecuentemente sobre las flores. Otros aspectos incluyen mantenerlas alejadas de las frutas en estado de maduración evidente, como plátanos maduros e incluso alejarlas de la estufa.

Relación que guardan estas operaciones con la eficacia en la conservación de la flor: Un poco de fisiología. Absorción y transpiración del agua

**L**as raíces son el órgano especializado en la absorción de agua y sales minerales, pues oponen cierto grado de resistencia a su flujo al funcionar como filtro seleccionador de los nutrimentos disueltos que serán absorbidos y transportados de forma diferencial, dependiendo de las necesidades de la planta en su conjunto, pero en el caso de la flor cortada no existe tal resistencia.

Una vez que se absorben el agua y los nutrimentos minerales, éstos son transportados a través de conductos especiales o vasos que corren a lo largo del tallo, llamados xilema, los cuales son, en esencia, tubos huecos con paredes muy engrosadas, y al momento del corte penetra en ellos aire atmosférico que forma burbujas (cavitación) dentro de los conductos; así, dependiendo de la especie en cuestión retrasan en mayor o menor medida el flujo del agua hacia las hojas y flores. Lo anterior se resuelve sumergiendo el tallo de la planta en el agua y volviendo a cortarle una pequeña fracción debajo de la superficie para eliminar la burbuja y restablecer la continuidad de la columna de agua y con ello la hidratación de los pétalos. Durante las operaciones de corte, clasificación, recorte de tallos a la longitud comercial requerida, empaquetado, almace-

namiento, transporte y venta transcurre un tiempo determinado, y la reducción en la entrada del líquido depende de cada especie, de ahí que existan diferencias en su capacidad para recuperarse cuando son cortadas al aire y después colocadas en agua. Algunos ejemplos son los siguientes: Plantas sensibles como *Bouvardia*, *Gypsophila* y *Salvia*, o relativamente sensibles, es decir que pueden permanecer almacenadas en seco por un tiempo determinado sin que se reduzca de manera importante la absorción del agua subsecuente, como en el caso de *Lilium*, *Tulipa*, *Iris*, y *Dianthus*. Algunas especies presentan mayor o menor sensibilidad, dependiendo del tipo de cultivo, como por ejemplo el crisantemo y la rosa. Otra alternativa respecto al manejo de la cavitación es colocar los tallos florales en agua recién hervida, porque esto libera del gas disuelto y, así, cuando se enfría a la temperatura ambiente se rellenan los vasos, restableciéndose la continuidad de la columna de agua. Para concluir, la obstrucción prolongada del xilema ocasiona un proceso relación hídrico adverso que puede inhibir la apertura floral.<sup>2</sup>

#### Transpiración

La ruta del agua en la hoja o en los pétalos termina liberándose a través de miles de poros diminutos o estomas (véase tabla 1) cuya densidad por  $\text{cm}^2$  varía grandemente, para el caso de las hojas, en su cara adaxial (superior) o abaxial (inferior), pero es necesario aclarar que estos poros se pueden encontrar o no en los pétalos de las flores y ser o no funcionales (véase tabla 2), lo que implica que eventualmente influyen en las relaciones hídricas de la flor cortada. La cantidad de agua transpirada a lo largo de la vida de una planta puede ser muchas veces la de su peso, en virtud de la probada eficiencia de los estomas, cuyo número total depende del área de la suma de todas las hojas, la cual es muy variable. Un aspecto que debe tomarse en cuenta es que la cantidad de agua transpirada por pétalos y hojas es mayor cuando la humedad atmosférica disminuye, y por ello asperjarlos ayuda mucho a mantener en buen estado las flores; de este modo, la co-



Gerbera.

**Tabla 1. Frecuencia estomática en hojas de diferentes especies**

PLANTA	SUPERFICIE ADAXIAL ( $\text{cm}^2$ )	SUPERFICIE ABAXIAL ( $\text{cm}^2$ )
Begonia	0	4000
Geranio	1900	5900
Manzana	0	29400
Coleus	0	14100

**Tabla 2. Presencia o ausencia de estomas en pétalos de distintas especies**

ESPECIE	PRESENCIA/AUSENCIA
<i>Dendranthema grandiflora</i>	●
<i>Aranda</i> (orquídea)	●●
<i>Rosa hybrida</i>	—
<i>Dianthus caryophyllus</i> (clavel)	—
<i>Cymbidium</i> (orquídea)	—●
<i>Paphiopedilum</i> (estomas funcionales) (orquídea)	●●
<i>Tulipa</i> (tulipan)	●●●●
<i>Lilium</i>	●
<i>Gerbera jamesonii</i> (gerbera)	—

● = < 20 estomas/ $\text{cm}^2$   
 ●● = > 20 < 50 estomas/ $\text{cm}^2$   
 ●●●● = 100 < 500 estomas/ $\text{cm}^2$





*Lilium.*

locación de los ramos en sitios bien iluminados pero sin luz directa es una opción para conservarlas mejor. Otra forma de reducir la transpiración global es mediante el corte de las hojas en una proporción que no afecte su apariencia estética, cuidando de que no queden sumergidas bajo el nivel del agua para evitar los efectos bacterianos que lleven a su pudrición en condiciones anaerobias, sin dejar de tener en cuenta que éstas contribuyen por medio de la transpiración a que el ascenso del agua sea más eficiente. Además, no obstante el corte del tallo, la función del área foliar en la fotosíntesis no implica una disfuncionalidad en la producción de los azúcares necesarios para el proceso respiratorio.<sup>5</sup>

De manera normal, durante una parte del día la fuerza transpiratoria supera la velocidad de absorción, provocando periodos alternos de apariencia marchita en las horas de más calor, y de recuperación hacia la tarde y noche, cuando aumenta la humedad ambiente. A este retraso de la absorción con respecto a la transpiración se le denomina déficit hídrico.

**Aspirinas.** Añadir una o más tabletas de aspirina (ácido acetilsalicílico) es una práctica muy común, cuyo efecto se asocia con la conservación poscosecha; sin embargo, en la literatura sobre este tópico no se considera su uso para este fin, y una presunción al respecto es que al utilizarse en la producción agrícola el ácido acetilsalicílico y algunos análogos químicos de este compuesto como agentes anti-transpirantes, eso sea el fundamento para su empleo. El hecho de astringir la transpiración implica el ahorro de agua cuando ésta es limitada, por ejemplo durante una sequía moderada. No obstante, en una flor de corte, que no presenta limitaciones, el efecto antitranspirante podría resultar inocuo, dañino o tal vez beneficioso.<sup>6</sup>

Formas de obstrucción de los conductos vasculares.  
Crecimiento bacteriano

**D**esde hace tiempo se estableció la relación entre el crecimiento bacteriano y la obstrucción de los conductos de xilema, y algunos de los géneros más usuales

de bacterias encontradas en el agua son *Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Acenetobacter* y *Streptococcus*.<sup>2</sup> Dependiendo de la especie, las concentraciones entre  $10^6$  y  $10^9$  de unidades formadoras de colonia provocan desde una pequeña reducción en la vida poscosecha hasta la marchitez drástica en la rosa, de lo cual se desprende que controlar el crecimiento bacteriano aumentaría la vida en florero. Varias de las sustancias con cierto nivel de eficacia y sin efecto tóxico para los tallos florales son las sales de zinc, plata y aluminio. El caso del cloro no es tan eficaz en virtud de que su efecto desaparece en un día, o bien una vez que se ha evaporado. Por lo anterior, es más conveniente, por ejemplo, el sulfato de aluminio utilizado por lo común en concentraciones de 800 mg/lit y ampliamente recomendado para su empleo comercial. No obstante, la mayor eficacia en el control del crecimiento bacteriano lo debe determinar el propio consumidor, empleando distintos productos.

Otra estrategia consiste en la acidificación del agua a un pH de 3.5 que inhibe el crecimiento bacteriano, y entre algunas de las opciones para lograr este objetivo están los ácidos débiles cítrico, málico, oxálico y fosfórico, además de otros; sin embargo, el primero de esta relación es el de uso más generalizado. La combinación de un pH de 3.1 con citrato de hidroxiquinoleína (500 mg/lit) hace más eficaz su efecto que cuando se aplican los tratamientos por separado.

#### Secreciones liberadas como consecuencia del corte

Una reacción al corte puede conducir a la deposición de material en el lumen de los conductos de xilema, como gomas, látex, mucílago, resina o síntesis de tilosas. El papel de las gomas en el desarrollo del estrés hídrico se ejemplifica con *Prunus* y *Rosa*, pero cabe aclarar que los taponamientos con cuerpos amorfos en esta última parecen ser sólo parciales, entre 4% y 23% del total de conductos. La función aparente de látex, resinas y gomas exudadas es de protección por medio del sellado de las lesiones. El mucílago es una mezcla acuosa de polisacáridos, exudada por algunas familias como las cactáceas, en tanto que las

resinas principalmente constan de terpenos mezclados con aceites volátiles que les dan fluidez, pero que se endurecen al volatilizarse éstos, y el látex contiene partículas que le confieren color, consistiendo en altas concentraciones de *rubber*, resinas, mucílago, proteínas, taninos, almidón, azúcares y alcaloides. La nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*) es el ejemplo más representativo de las plantas con exudación de látex, cuyo endurecimiento ocurre tanto en el aire como en el agua, pero es más acelerado en ésta, y su exudación puede detenerse sumergiendo los tallos cortados en agua caliente (70 °C) por un minuto al menos, tratamiento que produce la coagulación del látex dentro de los tubos laticíferos, previniendo el taponamiento. Finalmente, las tilosas son el sobrecrecimiento de las células que crean estructuras en forma de balón en la luz de los conductos de xilema, pudiendo llenarlo en su totalidad, lo cual puede bloquear la entrada de microorganismos. En la *Prunus armeniaca*, el etileno aumenta la producción de tilosas, y como esta especie también muestra la formación de gomas, es posible que el bloqueo vascular se presente por efecto de ambos agentes. En términos generales, la inmersión de las bases de los tallos en agua tibia por algunos minutos ayuda tanto a disolver las burbujas de aire como a prevenir el taponamiento por exudación de algunos de los agentes aquí referidos.<sup>2</sup>

#### Adición de azúcar y proceso respiratorio

Cuando se agrega azúcar (sacarosa), en realidad se añade el sustrato necesario para sustentar la respiración mitocondrial que, además, protege la integridad de su membrana y, por ende, el mantenimiento de sus funciones.<sup>7</sup> También se sabe que el suministro de una fuente de azúcares aumenta el contenido de proteína soluble y disminuye el amonio (último producto de la degradación proteica), teniendo así un efecto detoxificante. Otro aspecto relacionado con la adición de azúcares es que éstos pueden asociarse con el mantenimiento de la presión osmótica dentro de valores constantes, es decir, con el sostenimiento de la turgencia de las células de los pétalos. Por otro lado, el azúcar retrasa los picos de la produc-

ción de etileno, que en el caso del clavel, por ejemplo, provoca el flujo masivo de electrolitos (potasio, azúcares solubles, aminoácidos e incluso pigmentos como antocianinas), parámetro con el cual se mide la integridad de la membrana. Un papel propuesto para el azúcar es impedir la actividad de la enzima formadora de etileno y asociada a la membrana.<sup>8</sup>

#### Etileno

**E**n esencia, este hidrocarburo es un desencadenador de la senescencia de la flor, siendo independiente si la fuente de él es endógena, es decir, por medio de una estiba inadecuada que implica mayor compresión a la recomendada para los tallos florales, o bien exógena, que consiste en alguna fuente generadora de etileno, como frutas maduras o emisiones de gas casero, que pueden provocar el acortamiento de la vida poscosecha, y por ser el principal factor que acorta de forma significativa la vida en florero, los esfuerzos en la investigación se han centrado en tres enfoques principalmente, a saber: 1) Inhibidores de la biosíntesis del etileno como responsable principal del disparo de las reacciones que conducen a la alteración de las membranas de los pétalos y, con ello, a la disminución de la calidad de la flor. Entre las sustancias que se han mencionado con este efecto tenemos la cicloheximida, la aminoetoxivinilglicina (AVG),<sup>4</sup> el citrato de 8-hidroxiquinoleína,<sup>3</sup> y al ácido amino-oxiacético.<sup>12</sup> 2) Inhibidores que impiden la acción del etileno ya sintetizado en sus sitios de acción, dentro de los cuales se incluye al tiosulfato de plata, 2,5-norbornadieno,<sup>11</sup> 1-metilciclopropano,<sup>9</sup> y diazociclopentadieno (DACP),<sup>10</sup> pero respecto al ión de plata se ha considerado que su interacción con el etileno es de naturaleza competitiva.<sup>1,9</sup> En general, el modo en que las sustancias inhiben la acción del etileno es impidiendo el enlace o anclaje (en inglés *binding*) en los pétalos; sin embargo, cuando todas las barreras al decaimiento de la flor han sido superadas, la vida del pétalo en algunas especies termina con su abscisión, pudiendo ir precedida por a) pérdida desde ligera hasta muy acusada de solutos a nivel celular, con-

sistente, en forma general de iones inorgánicos, ácidos orgánicos, azúcares reductores, aminoácidos y pigmentos como antocianinas; b) bajo abastecimiento de azúcares para sostener el consumo de oxígeno, ocasionándose una rápida desaparición de los presentes existentes; c) inhibición de la absorción de agua, debida al bloqueo de los tallos y causada por microorganismos y/o secreciones propias; d) elevación de la concentración de etileno, y e) intensa destrucción de proteínas. ●

#### Bibliografía

- Armitage, A. M. *Specialty Cut Flowers*, Oregon, EUA, 1993, Varsity Press/Timber Press Inc., 372 p.
- Beevers, L. *Senescence Plant Biochemistry*, EUA, 1976, (ed) J. Bonmerand, J. E. Varner, Academic Press, pp. 771-793.
- Floralife, Inc. *Cuidado y mantenimiento de las flores naturales*, 751 Thunderbolt Drive. Walterboro, SC 29488, EUA, revisión junio, 2001, 40 p.
- Handerburg, R. E. *et al.* "The Comercial Storage of Fruits Vegetables and Floristan Nursery? stocks", *Handbook Agriculture*, 1980, vol 5, núm. 66.
- Larson A. Roy. *Introduction to Floriculture*, EUA, 1992, Ed. Academic Press, Inc., 636 p.



Crisantemo.



Rosa.

## Referencias

- 1 Altman, S.A., y T. Solomos. "Differential Respiratory and Morphological Responses of Carnations Pulsed or Continuously Treated With Silver Thiosulfate", *Postharvest Biology and Technology*, 1995, vol. 5 núm. 4, pp. 331-343.
- 2 Doorn, W.G. van. "Water Relations of Cut Flower", *Horticultural Review*, 1997, vol. 18, pp 1-85.
- 3 Doorn, W.G. van; K. Schurer, Y. Witte. "Role of Endogenous Bacteria in Vascular Blockage of Cut Roses Flowers", *Journal of Plant Physiology*, 1989, vol 134, núm. 3, pp. 375-381.
- 4 Halevy, A. H. "Recent Advances in Postharvest Physiology of Carnations", *Acta Horticulturae*, 1987, núm. 216, pp. 243-254.
- 5 Hopkins, W. G. *Introduction to plant physiology*, Nueva York, 1999, 2ª ed. John Wiley & Sons, pp. 37-59.
- 6 Larqué-Saavedra, A. "The Antitranspirant Effect of Acetylsalicylic Acid on *Phaseolus Vulgaris* L.", *Physiol. Plant*, 1978, vol. 43, pp. 126-128.
- 7 Paulin, A. "Influence of Exogenous Sugars on the Evolution of Some Senescence Parameters of Petals", *Acta Horticulturae*, 1986, vol 181, pp. 183-193.
- 8 Paulin, A. "La poscosecha de las flores cortadas: bases fisiológicas. Santafé de Bogota, Colombia, 1997, Ediciones Hortitecnia, pp. 61-75
- 9 Porat, R.; E. Shlomo, M. Serek, E.C. Sisler y A. Borochoy. "1-Methylcyclopropene Inhibits Ethylene Action in Cut Phlox Flowers", *Postharvest Biology and Technology*, 1995, pp. 313-319.
- 9 Reid, M. S.; L.L. Dodge, Mor, y R.Y. Evans. "Effects of Ethylene on Roses Opening", *Acta Horticulturae*, 1989, núm. 261, pp. 215-220.
- 10 Sexton, R.; A.E. Porter, S. Littlejohns, y S.C. Thain. "Effects of Diazocyclopentadiene (DACP) and Silver Thiosulphate [STS] on Ethylene Regulated Abscission of Sweet Pea Flowers (*Lathyrus odoratus* L.)", *Annals of Botany*, 1995. vol. 75, núm. 4, pp. 337-342.
- 11 Sisler, E. C.; M. S. Reid, y S.F. Yang. "Effect of Antagonists of Ethylene Action on Binding of Ethylene in Cut Carnations", *Plant Growth Regulation*, 1986, vol. 4, núm. 3, pp. 213-218.
- 12 Sylvestre, I., y A. Paulin. "Accelerated Ethylene Production as Related to Changes in Lipids and Electrolyte Leakage During Senescence of Petals of Cut Carnations (*Dianthus caryophyllus*)", *Physiologia Plantarum*, 1987, vol. 70, núm. 3, pp. 530-536.



Ubicación de las regiones arrecifales del planeta

- 1 Pacífico oriental
- 2 Mar Caribe y Golfo de México
- 3 Pacífico occidental e Índico
- 4 Gran Barrera de Arrecifes
- 5 Océano Índico, Mar Rojo y Golfo Pérsico
- 6 Suroeste de Asia



El estado  
actual de los  
*arrecifes*  
*coralinos*  
en el mundo

HÉCTOR REYES BONILLA, RAMÓN ANDRÉS LÓPEZ PÉREZ Y PEDRO MEDINA ROSAS

Los arrecifes de coral constituyen uno de los ecosistemas marinos más complejos, cuyo enorme número de especies rivaliza con el que se puede hallar en las selvas tropicales, y de ahí deriva su relevancia para la biodiversidad. Sin embargo, los sistemas arrecifales se encuentran en situación difícil, y una de las razones más importantes de su deterioro es el incremento de la población humana, que ha obligado a realizar mayores esfuerzos para explotar los recursos marinos, sobre todo en países tropicales y en vías de desarrollo.<sup>1</sup>



En los últimos diez años, la comunidad internacional se ha preocupado por disminuir la presión humana sobre los arrecifes, y se han llevado a cabo evaluaciones del estado de esos sistemas en todo el mundo. En 1992 y 1997 aparecieron los primeros resúmenes de estos trabajos,<sup>1,2</sup> donde se revela que alrededor del 10% de los arrecifes estaba dañado a tal nivel que su recuperación era imposible a corto plazo, y únicamente el 30% de ellos se hallaba en condiciones de tener asegurada su existencia, al menos hasta fines del siglo XXI. La situación descrita no era la mejor y sin embargo empeoró, esta vez, por causas aparentemente naturales, pues entre 1997 y 1998 se presentó uno de los eventos más intensos de la oscilación sureña de El Niño en el siglo y dio lugar a que la temperatura oceánica superficial se elevara más de 5° C sobre los niveles normales en el Océano Índico y el Pacífico,<sup>3</sup> acontecimiento que causó estrés en los corales arrecifales de ambos océanos, al provocar el fenómeno llamado “blanqueamiento”.

Los corales arrecifales son organismos del grupo de las anémonas, que están en simbiosis con microalgas llamadas zooxantelas, las cuales viven dentro de sus tejidos. El alga provee carbohidratos al animal y facilita el depósito de carbonato de calcio en el esqueleto, mientras que el coral ofrece materiales nitrogenados y otros compuestos requeridos para el desarrollo algal. Cuando el coral es afectado por algún agente como la temperatura excesivamente baja o alta, o por cambios bruscos de salinidad, la relación simbiótica se rompe y las algas son expulsadas del tejido, lo cual causa la pérdida del color de las colonias. Si la perturbación es de corto plazo, éstas pueden soportar la falta de algas y eventualmente recuperarán su dotación; sin embargo, si el problema dura mucho tiempo, el coral sufre alteraciones fisiológicas y termina muriendo.<sup>4</sup>

El blanqueamiento observado en 1997 y 1998 fue el más intenso registrado en la historia y causó la mortalidad de más del 60% de las colonias coralinas en sitios tan dispares como Kenia, el centro del Océano Índico, y el Pacífico mexicano.<sup>5</sup> Muchos expertos consideran que el blanqueo de coral es la primera evidencia firme del calentamiento global de los océanos, y se ha señalado que, de continuar la tendencia a la elevación de la temperatura, los arrecifes pueden desaparecer del planeta, debido a la ocurrencia de repetidos eventos de blanqueamiento, en tanto que otros no están de acuerdo en tal pronóstico, pero en general existe gran inquietud por el estado de estos sistemas biológicos y por sus perspectivas de recuperación. En este artículo hacemos un resumen del estado actual de las comunidades arrecifales en el mundo, analizando las principales causas de su deterioro y algunos de los esfuerzos que se han hecho para conservarlas.

#### Pacífico oriental tropical

Las condiciones actuales de las comunidades coralinas del Pacífico oriental (que incluye desde el golfo de California, México, hasta la costa de Perú), no son óptimas. Los arrecifes de América Central y las Galápagos sufrieron severos blanqueamientos y mortalidades, debi-

do al calentamiento del mar, producto de El Niño de 1982 y 1983, al grado de presentarse extirpaciones locales de algunas especies. Posteriormente, el evento de 1997 y 1998 causó efectos semejantes, que se apreciaron claramente en México, donde la mortalidad de coral fluctuó entre el 18% y el 60%, pero aun así, hubo lugares donde no se apreciaron daños, como en las Islas Revillagigedo.<sup>3</sup>

La región del Pacífico oriental recibe tormentas tropicales y ciclones de manera continua, los meteoros causan daños importantes en la sección arrecifal localizada cerca de la superficie, pero sus efectos son mucho menores en aguas profundas y además, también tienen consecuencias provechosas, porque la agitación del agua favorece la fragmentación de las colonias de coral, que pueden depositarse en áreas libres del fondo y favorecen la extensión de la superficie arrecifal cuando reinician su crecimiento. Desde el punto de vista de los efectos causados por las actividades humanas, el principal problema que sufren los arrecifes de coral del Pacífico oriental es el exceso de sedimento que llega a sus aguas, material que resulta de la deforestación y de malas prácticas agrícolas y también acarrea pesticidas y nutrientes (fosfatos y nitratos), produciendo eutroficación en la zona costera. El turismo es de muy baja intensidad, aunque ya hay preocupación sobre sus efectos potenciales en algunos lugares como el sur del golfo de California y las islas oceánicas de México y Costa Rica.<sup>5</sup> Casi todos los países de esta región han establecido parques marinos, pero desafortunadamente la mayoría de ellos no cuenta con planes de manejo o fondos de operación, por lo que caen en la categoría de "parques de papel".

#### Mar Caribe y Golfo de México

En México, hablar de arrecifes de coral lleva a las personas a pensar en las estructuras que ocupan fondos someros del Golfo de México y del Caribe. Históricamente, estos sistemas han provisto de múltiples recursos a las poblaciones locales; sin embargo, el incremento en el número de habitantes en la región ha ocasionado severas presiones sobre los arrecifes, entre las que podemos refe-





rir el abuso turístico, la sobrepesca y los derrames de petróleo; además, la construcción de facilidades para los visitantes y el incremento en el tráfico marino han causado problemas, como la descarga de aguas residuales, la presencia de desechos sólidos o los varamientos. De manera general podemos decir que las zonas más dañadas en la región son Jamaica, Haití, Florida y el Golfo de México, mientras que las menos afectadas se encuentran en la sección costera que abarca desde Quintana Roo hasta Honduras [conocida como Sistema Arrecifal Mesoamericano], Nicaragua, Cuba y las islas del Caribe occidental.<sup>5</sup>

El Caribe y el Golfo de México también reciben impactos naturales sobre sus arrecifes. La incidencia de ciclones es alta y la recuperación de los sistemas puede tomar decenios; sin embargo, el caso del Caribe es ilustrativo de los beneficios que pueden traer las tormentas. En las colonias del género *Acropora*, los corales "cuerno de alce", que se fracturan y dispersan en el arrecife y terminan construyendo enormes parches que sirven de refugio a decenas de especies de invertebrados y peces. Por otro lado, la costa oriental de las Américas es la única zona del mundo donde el fenómeno del blanqueamiento ha tenido poca relevancia, pues las pérdidas de coloración han sido transitorias y aparentemente no han causado problemas fisiológicos a las colonias coralinas. El

problema biológico más severo al que se enfrentan los arrecifes de la región es el de las enfermedades de los corales y de otros invertebrados, cuya intensidad y frecuencia aparentemente se ha elevado,<sup>4</sup> pero no existe consenso entre los expertos sobre las causas de los síndromes observados. Algunos consideran que tienen su origen en agentes antropogénicos, como el exceso de nutrientes arrojados al mar, pero otro sector duda, incluso, que lo observado pueda ser producido por patógenos, puesto que no se ha comprobado que las llamadas “enfermedades” sean transmisibles, es decir, no son tales según los postulados de Koch.

#### Océano Pacífico central y occidental

Esta región incluye la extensa zona del Pacífico, donde sólo existen islas y atolones de coral, y también la costa oriental de Asia. De las regiones mencionadas en este artículo, el Pacífico central es una de las que se encuentran en mejor estado y cuenta con arrecifes de gran complejidad, porque las condiciones de vida para los corales son espléndidas (aguas claras y cálidas). Por otro lado, la población humana en la mayoría de las islas es muy pequeña y, finalmente, los blanqueamientos han sido raros, pero otra propiedad importante de esta región es que el aislamiento geográfico entre los sitios (las islas se hallan separadas por cientos de kilómetros), ha favorecido los eventos de especiación y, así, la existencia de múltiples especies endémicas. Desgraciadamente, también hay áreas que representan excepciones a la situación descrita, especialmente China y Japón, donde el 100% de los arrecifes ha sido afectado de tal forma que se espera desaparecerán en un lapso menor a 100 años.<sup>2</sup> El gobierno japonés está intentando revertir la situación, abriendo parques marinos en áreas con presencia de coral o con la construcción de arrecifes artificiales, y pronto se sabrá si estas estrategias resultaron exitosas.

Debido al buen estado de los arrecifes del Pacífico central, los programas oficiales para su conservación han sido mínimos;<sup>4</sup> en efecto, hay menos de 100 áreas protegidas en esta enorme región, y muchas de ellas están dentro de

las posesiones insulares de los Estados Unidos y Francia, que preferentemente han instalado parques en lugares muy visitados por turistas. Para los países independientes, la necesidad social de explotar los recursos arrecifales (pesca y turismo) es la principal barrera para conservarlos, aunque en las islas de la Polinesia el manejo del arrecife es algo propio de la cultura desde hace miles de años, y por ello los residentes tienen muy claro que están tratando con un recurso crítico y no renovable.

Las perturbaciones naturales son escasas en esta región, y quizá la más relevante es el aumento brusco de las poblaciones de la estrella de mar Corona de espinas *Acanthaster planci*. Durante los años setenta, los daños causados por este asteroideo fueron catastróficos, y el problema dio lugar al desarrollo de programas de erradicación de esa especie. Sin embargo, luego se descubrió que en algunos casos el fenómeno tuvo causas naturales, ya que se presentó después de lluvias de gran intensidad, cuya precipitación acarrió altas concentraciones de nutrientes al mar, y eso favoreció la sobrevivencia de las larvas de *Acanthaster*. Por otro lado, en el Pacífico central también se han detectado blanqueamientos, pero sus efectos han sido mínimos.<sup>5</sup>

#### La Gran Barrera de arrecifes de Australia

Estos arrecifes constituyen la única estructura biogénica en el océano, que puede ser vista desde el espacio, y fueron declarados patrimonio de la humanidad por la UNESCO. La Gran Barrera consta de más de tres mil arrecifes individuales, situados a una distancia fijada entre 30 y 100 km del litoral y distribuidos a lo largo de 1 500 km de costa. La importancia biológica de la Gran Barrera es bien reconocida, pues este ecosistema representa una fuente clave de recursos para Australia en forma de fondos provenientes del turismo y la pesca; por ello, el gobierno de ese país, en colaboración con científicos, prestadores de servicios y la sociedad civil, instituyó lo que en la actualidad es el mejor ejemplo en el mundo del manejo de una región marina. El arrecife en su totalidad está incluido dentro de un parque dividido en zonas de uso

turístico, de pesca comercial y reservada a los residentes locales, que cuenta con lugares a donde sólo se puede acceder con permisos especiales de investigación. Las regulaciones oficiales se aplican estrictamente y en consecuencia los arrecifes están en excelentes condiciones.<sup>4</sup>

Las actividades humanas en la zona coralina de la Gran Barrera son de baja intensidad y consisten principalmente en la pesca de subsistencia y comercial en baja escala. No obstante, en arrecifes cercanos a las ciudades se ha detectado disminución de la talla de las especies blanco de las pesquerías, y eutroficación causada por el arrastre de fertilizantes desde el continente. Australia llegó a ser uno de los principales países vendedores de peces y corales para comercialización en acuarios, pero actualmente tal actividad está bien regulada, y debido a que hay un gran mercado de estos productos, muchas empresas privadas del país se asociaron con institutos de investigación e iniciaron esfuerzos para producir ejemplares en laboratorio y cultivo, con los que eventualmente se piensa cubrir la demanda.

Las perturbaciones naturales son más importantes que las antropogénicas en este sistema. Las explosiones poblacionales de *Acanthaster planci* que se han presentado repetidamente en la Gran Barrera han sido muy estudiadas y se sabe que comenzaron en zonas donde se había sobreexplotado algunas especies de peces y caracoles que depredan al asteroideo; el blanqueamiento coralino también se presentó en la zona, pero la intensidad del daño fue baja.<sup>5</sup>

#### Océano Índico, Mar Rojo y Golfo Pérsico

**E**sta región es muy amplia y se extiende desde la costa este de África hasta la bahía de Bengala, al este de la India. La parte mejor conocida es el mar Rojo, donde las condiciones de los arrecifes son muy aceptables, pero las guerras y la baja densidad poblacional han impedido la sobreexplotación de los recursos locales, en tanto que la poca precipitación pluvial y la alta temperatura del mar han favorecido el auge coralino.<sup>4</sup> Los arrecifes se desarrollan muy cerca de la costa, lo que ha dado lugar a que en zo-

nas cercanas a núcleos poblacionales, ya se hayan detectado sobrepesca y otros disturbios. El turismo y la captura de peces de ornato representan grandes amenazas para las comunidades, y por ello en Egipto e Israel se instituyeron políticas para limitar el número de usuarios de los arrecifes, y el desarrollo industrial ha llevado a la creación de puertos y al desmonte de la vegetación costera, lo que generó el aumento de la sedimentación. Adicionalmente, el intenso tráfico marino propicia derrames de petróleo, combustibles y desechos sólidos, por lo que, en respuesta a estas perturbaciones, los gobiernos han establecido parques marinos y reservas, pero en muchos casos los problemas políticos imperantes en la zona han impedido que las acciones de conservación se lleven a cabo. Los daños naturales que se han detectado en el mar Rojo consisten en la aparición de gran número de individuos de *Acanthaster*, el blanqueamiento y las enfermedades; no obstante, los arrecifes han soportado bien los agravios y se han recuperado con relativa rapidez.

Las condiciones oceanográficas imperantes en el Golfo Pérsico no son óptimas para el desarrollo coralino, pues la temperatura varía de 14°C en invierno a 34°C en verano; no obstante, esta zona tiene altos niveles de endemismo. La salud de los sistemas arrecifales fue objeto de escrutinio luego del derrame de petróleo ocurrido durante la Guerra del Golfo, pero afortunadamente las comunidades resultaron poco dañadas y siguen en condiciones adecuadas.<sup>5</sup>

Hasta antes de 1997, la costa occidental del Océano Índico presentaba arrecifes dispersos, pero en un estado muy aceptable, ya que el uso humano de los sistemas era escaso, las condiciones para el desarrollo coralino eran buenas y, de hecho, se consideraba que los situados en las islas Chagos, Maldivas y Seychelles eran los arrecifes más prístinos del planeta. La situación cambió totalmente tras el último evento de El Niño, pues las partes más dañadas fueron Kenia y Seychelles, donde los corales sufrieron una mortalidad superior al 80%, pero por el lado positivo, el manejo de los parques marinos en la zona es bueno, particularmente en Kenia, donde se demostró por primera vez que el aumento de las poblacio-



nes de las especies comerciales que se reproducen dentro de los parques se refleja con posterioridad en incrementos de la pesca en las zonas adyacentes.<sup>5</sup>

#### El sureste de Asia

**E**sta región es la más importante del mundo en lo que a diversidad marina se refiere, y es frecuente encontrar sitios donde existen más de 400 especies de corales o de peces. La enorme variedad de organismos se debe a la complejidad fisiográfica de la zona, que ha favorecido el aislamiento de las poblaciones y, con ello, la especiación. A pesar de la importancia biológica de los sistemas arrecifales del sureste de Asia, éstos son los que se encuentran en el peor estado de conservación en el mundo,<sup>2,4</sup> porque fuentes de los problemas son el exceso poblacional y la desigualdad social imperante en los países de la zona. La falta de trabajo ha orillado a los residentes a explotar el arrecife de manera indiscriminada y empleando todos

los medios posibles, entre ellos la aplicación de venenos [básicamente compuestos con cianuro] y el uso de dinamita. Este tipo de pesca no presenta selectividad alguna y, además de afectar todos los estadios de vida de las especies comerciales, destruye la estructura arrecifal y extermina innecesariamente todos los demás organismos residentes en la localidad, circunstancia muy discutida, pero cuya solución está lejos de alcanzarse. A partir de los años ochenta se ha buscado que los pescadores colaboren en la conservación, aplicando técnicas de manejo compartido y otorgando concesiones para dar al usuario el sentimiento de propiedad de los recursos; también se han creado parques nacionales y se trata de dar educación ambiental a la gente, para que tome conciencia de la situación actual y de sus consecuencias a futuro. Sin embargo, las cosas siguen igual o peor que cuando se iniciaron tales programas y, por ello, es posible que el centro de diversidad marina del planeta siga sufriendo daños que, a la larga, se antojan irreversibles.

#### Conclusión

**C**omo se describió, el estado de los arrecifes en el mundo es precario [véase tabla 1]. A mediados de la década de los noventa se consideraba que los principales problemas que afectaban estos ecosistemas eran la sedimentación excesiva y la sobrepesca,<sup>4</sup> pero hoy, el blanqueamiento coralino es tomado como el enemigo a vencer, dado que se trata de una perturbación catastrófica a gran escala, y bien puede ser la primera muestra del cambio global en los océanos;<sup>5</sup> por ello, se ha propuesto que sólo puede solucionarse con estrategias concertadas mundialmente. Otros investigadores argumentan que aun cuando el asunto del blanqueamiento resulta clave, es una responsabilidad de los gobiernos, y para alcanzar éxitos a escala local, los manejadores deben concentrarse en corregir las situaciones a su alcance.<sup>6</sup> Durante la reunión de la Iniciativa Internacional de los Arrecifes Coralinos [ICRI por sus siglas en inglés], llevada a cabo en Mozambique en noviembre de 2001, sus miembros [México entre ellos] concluyeron que no se debe llamar la atención

de la comunidad internacional sobre un problema específico como el blanqueamiento, aun si está de moda; en vez de ello debe proponerse un esfuerzo integral para conservar los arrecifes del mundo, sin dejar de lado la necesidad de combinar la protección del ambiente con el desarrollo de las comunidades humanas.

Para concluir esta nota cabe preguntarse, ¿en México estamos haciendo algo para proteger nuestros arrecifes? De hecho, la situación en nuestro país no es mala, porque las perturbaciones causadas por el uso de esos sistemas todavía no generan problemas graves, y, además, existe interés por parte del gobierno, de las ONG's

y de la academia en desarrollar medidas de manejo, y estudios que los fortalezcan. Sin embargo, tenemos un obstáculo fundamental, la falta de personal capacitado para llevar a cabo las labores requeridas de investigación y conservación, pues por sorpresivo que parezca, en México hay menos de 40 científicos especialistas en arrecifes, y muy pocos de ellos tienen estudios formales en alguna disciplina relacionada con el manejo de zonas costeras. Así, es urgente que esta circunstancia cambie para ayudar a asegurar la protección de nuestros recursos marinos y del ecosistema acuático más atractivo del mundo. ●

**Tabla 1. Perturbaciones que afectan las regiones arrecifales.**

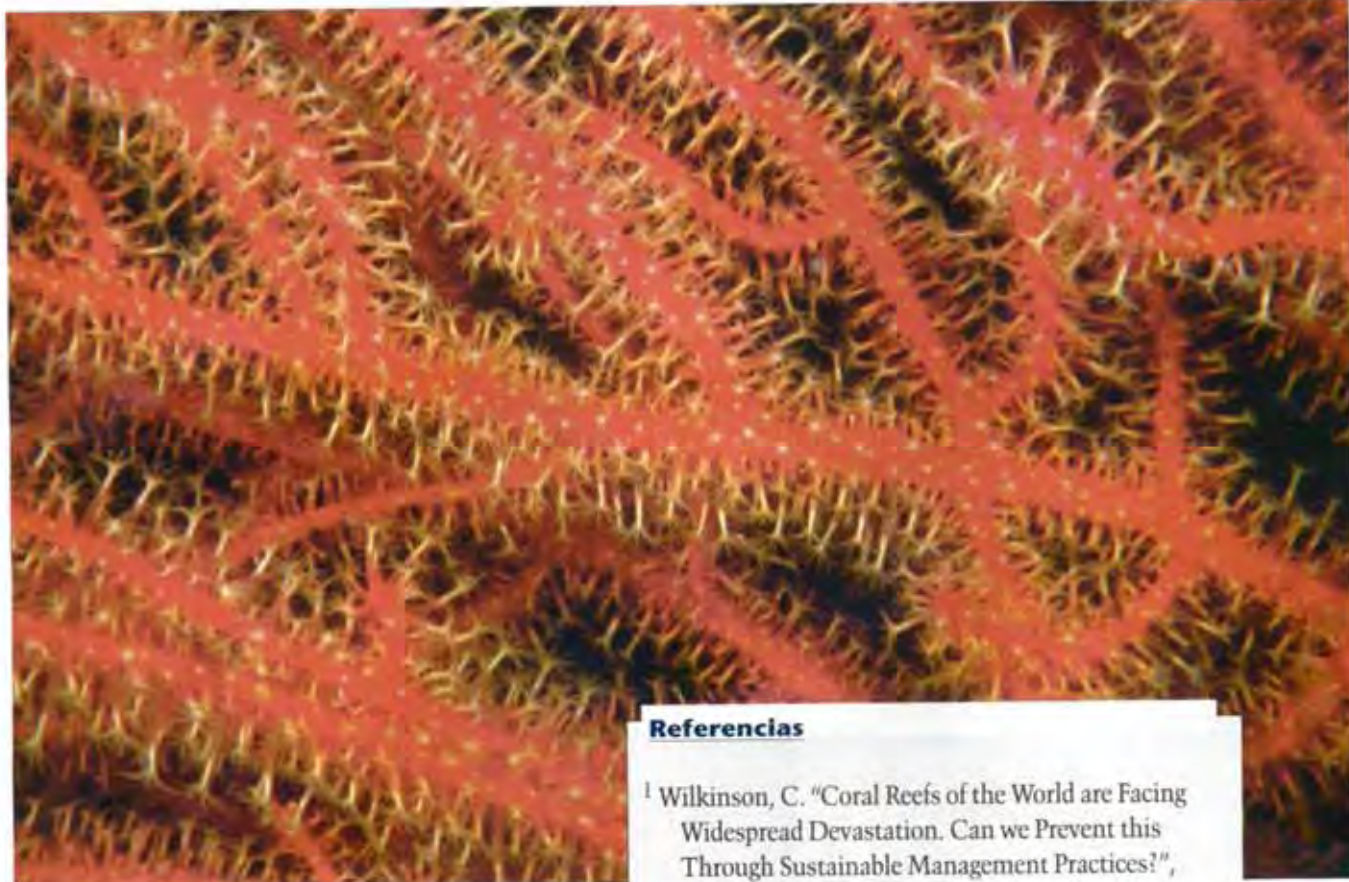
(0) Inexistente; (1) Baja intensidad; (2) Mediana intensidad; (3) Gran intensidad.

Tipos de perturbación:

Por causas antropogénicas: a) Sedimentación; b) Contaminación; c) Turismo; d) Pesca comercial; e) Captura de peces de ornato; f) Pesca destructiva (cianuro o dinamita).

Por causas naturales: g) *Acanthaster planci*; h) Blanqueamiento; i) Enfermedades; j) Ciclones y tormentas tropicales.

Región	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Pacífico oriental	2	1	1	2	1	1	1	3	0	1
Caribe-golfo de México	2	2	3	3	1	1	0	1	3	2
Pacífico central y occidental	1	1	2	2	1	1	2	2	1	2
Gran Barrera de arrecifes	1	2	2	1	1	0	2	2	1	2
Océano Índico, mar Rojo y golfo Pérsico	2	2	2	2	2	2	1	3	1	1
Sureste de Asia	3	2	2	3	3	3	1	2	1	1
Valor más frecuente	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1, 2




### Bibliografía

- Spalding, M.D.; C. Ravilious, y E.P. Green. *World Atlas of Coral Reefs*, UNEP/WCMC y University of California Press, Berkeley, 2001, 424 p.
- Varios autores. Suplemento "Arrecifes coralinos", *La Jornada Ecológica* ([www.jornada.unam.mx/2000/sep00/000925/eco-cara.html](http://www.jornada.unam.mx/2000/sep00/000925/eco-cara.html)), 2000.
- Varios autores. *Arrecifes coralinos: riqueza marina amenazada*, CD-ROM, Programa Universitario del Medio Ambiente, México, D.F., 2000, UNAM.
- Veron, J.E.N. *Coral in Space and Time*, Cornell/Comstock, Ithaca, 1995, 325 p.
- Wilkinson, C. (ed.). *Status of Coral Reefs of the World: 1998*, AIMS/GCRMN, Cape Ferguson, 1998, 184 p. ([www.aims.gov.au/pages/research/coral-bleaching/scr1998/scr-00.html](http://www.aims.gov.au/pages/research/coral-bleaching/scr1998/scr-00.html)).

### Referencias

- <sup>1</sup> Wilkinson, C. "Coral Reefs of the World are Facing Widespread Devastation. Can we Prevent this Through Sustainable Management Practices?", *Proceedings of the 7th International Coral Reef Symposium, Guam*, núm. 1, 1992, pp. 11-21.
- <sup>2</sup> Eakin, C.M.; J.W. McManus; M.D. Spalding, y S.C. Jamieson. "Coral Reef Status Around the World: Where are we and Where do we go From Here?", *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium, Panamá*, núm. 1, 1997, pp. 277-282.
- <sup>3</sup> Glynn, P.W. (ed.). "A Collection of Studies on the Effects of the 1997-98 El Niño-Southern Oscillation Event on Corals and Coral Reefs in the Eastern Pacific", *Bulletin of Marine Science*, núm. 69, 2001, pp. 1-288.
- <sup>4</sup> Bryant, D.; L. Burke; J. McManus, y M. Spalding. *Reefs at Risk: A Map-based Indicator of Potential Threats to the World's Coral Reefs*, Washington, 1997, World Resources Institute, 56 p. [disponible en [www.wri.org/wri/indicators/pdf/reefs.pdf](http://www.wri.org/wri/indicators/pdf/reefs.pdf)]
- <sup>5</sup> Wilkinson, C. (ed.). *Status of Coral Reefs of the World: 2000*, AIMS/GCRMN, Cape Ferguson, 2000, 376 p. [disponible en [www.aims.gov.au/pages/research/coral-bleaching/scr2000/scr-00.html](http://www.aims.gov.au/pages/research/coral-bleaching/scr2000/scr-00.html)]
- <sup>6</sup> Reyes Bonilla, H. "La distribución y situación actual de los arrecifes coralinos a nivel mundial", *Arrecifes coralinos: riqueza marina amenazada*, CD-ROM, Programa Universitario del Medio Ambiente, México, D.F., 2000, UNAM.

The background of the slide is a detailed electron micrograph of a biological membrane. It shows a complex network of lipid bilayers and protein channels. A prominent feature is a large, dark, circular channel or pore that spans the membrane, surrounded by a dense network of smaller, interconnected membrane structures. The overall appearance is that of a highly organized and functional biological barrier.

# Sistemas membranales modelo

# *El uso de membranas modelo para el estudio de canales iónicos en las células vegetales*

DANIEL BALLEZA MEJÍA, CARMEN QUINTO  
Y FROYLAN GÓMEZ LAGUNAS

T

## Introducción

odas las células se encuentran rodeadas por una membrana que las delimita y les permite el intercambio selectivo y regulado de sustancias con su ambiente, y de este modo, las membranas plasmáticas son también el sitio donde se reciben, transmiten y transducen diferentes señales, facilitando también el intercambio de información entre las células y su entorno. Las membranas plasmáticas están formadas de lípidos y proteínas asociadas mediante interacciones no covalentes, que forman una estructura acuosa conocida como modelo del mosaico fluido de Singer y Nicolson (Stryer, 1995).



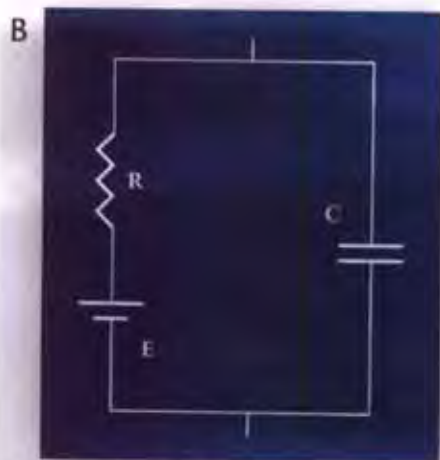


Figura 1 A). Estructura típica de las membranas biológicas. B) Las membranas biológicas pueden representarse como un circuito eléctrico compuesto por una resistencia (R) –los canales iónicos–, por un capacitor (C) –la bicapa lipídica– y por una diferencia de potencial (E) –las concentraciones iónicas a cada lado de la bicapa–.

La clase más abundante de lípidos de membrana es la de los llamados fosfolípidos, moléculas constituidas por una cabeza polar (hidrofílica) unida a dos cadenas o "colas" de ácidos grasos (hidrofóbicas). Los fosfolípidos forman una bicapa continua de unos 5 nm de grosor, con las colas hidrofóbicas en el centro y las cabezas polares hacia afuera de la bicapa, en contacto con las soluciones acuosas del interior y el exterior celular (véase fig. 1A).

Las proteínas de membrana se dividen en dos clases: 1) integrales, que cruzan la bicapa lipídica y por tanto requieren del uso de detergentes para disociarlas de esa membrana, y 2) periféricas, asociadas sólo a una de las dos capas, principalmente mediante su unión con las proteínas integrales (Stryer, 1995), dentro de las cuales destacan aquellas cuya función es facilitar el transporte de diversos sustratos a través de la membrana, en particular los canales iónicos, macromoléculas que forman un poro acuoso, por el cual se difunden los iones de manera selectiva y siempre a favor de su gradiente electroquímico. Dichos canales se encuentran en todos los tipos celulares, siendo particularmente importantes en las células excitables, que producen potenciales de acción. Como ya se mencionó, los diferentes tipos de membranas de una célula tienen una estructura similar; sin embargo, sus componentes son distintos y gracias a ello, pueden llevar a cabo una gran variedad de funciones específicas. Por lo general, en células vegetales, se sabe que iones como  $H^+$ ,  $Na^+$  y  $Ca^{+2}$  son constantemente transportados al exterior de la célula, y por otra parte, los  $K^+$ ,  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{-2}$  y  $PO_4^{-3}$  se acumulan en el citoplasma (Ward, 1997). Estos iones son trasladados mediante diferentes tipos de transportadores, como acarreadores y porteadores activos, además de los canales iónicos.

#### Propiedades eléctricas de la membrana. Circuito R-C

**E**l centro hidrofóbico de la bicapa lipídica constituye una barrera de permeabilidad que impide el paso de los iones a través de la membrana y por otro lado, éstos son móviles en las soluciones acuosas que bañan la mem-

brana, estructura que corresponde, entonces a la de un aislante que separa dos medios conductores de carga eléctrica, lo cual, en términos de electricidad, se representa y comporta físicamente como un condensador ( $C$ ) de cargas o capacitor.

Los canales iónicos permiten el transporte flujo de iones a través de la membrana a velocidades muy altas, de tal manera que en un segundo pueden fluir hasta  $10^8$  de ellos por un canal. Así, dependiendo de la densidad y del estado (conductor o no conductor) de estos canales, las membranas biológicas permiten con mayor o menor facilidad o resistencia el paso de los iones a través de ellas. En términos eléctricos esto representa una resistencia ( $R$ ) que actúa en paralelo al aislante o condensador  $C$  del centro hidrofóbico de la membrana (véase fig. 1B).

De manera formal, la capacidad eléctrica de un condensador se define como la carga eléctrica  $Q$  (en coulombs) que separa el aislante de éste, en relación con la diferencia de potencial eléctrico  $V$  (en volts) que dicha separación de cargas genera, es decir,  $C = Q/V$ , en tanto que las unidades de capacitancia (coulombs/volts) se denominan faradios [ $F$ ]. Independientemente del tipo de célula, la capacitancia específica de las membranas biológicas es de  $C_m = 1 \mu F/cm^2$  y debido a este valor, basta con el movimiento de pocos iones para que se den grandes diferencias de potencial eléctrico a través de la membrana; así, por ejemplo, se requiere del flujo de escasos iones  $Na^+$  para producir el cambio de 100 mV que ocurre en el potencial de membrana ( $V_m$ ) de las neuronas durante su potencial de acción, y la consecuencia de ello es que se precisa invertir poca energía para compensar este flujo por la bomba de  $Na^+ - K^+$ . Otra consecuencia fisiológica de la  $C_m$  es que tanto al aplicar corriente a una célula como al abrirse canales por la unión de un ligando (por ejemplo en la transmisión sináptica), el cambio en  $V_m$  no ocurre de manera instantánea. En la tabla I se indican las capacitancias por unidad de área o específicas de las membranas biológicas, comparadas con los valores obtenidos en membranas modelo.

**Tabla 1. Valores de la capacitancia específica para distintos tipos de membranas modelo, comparados con membranas biológicas**

Capacitancia específica	Referencia
Membranas Biológicas $1.0 \mu F/cm^2$	Hille, B. (1990)
Bicapas lipídicas planas (bicapas negras) $0.6 \pm 0.2 \mu F/cm^2$	Nuestro trabajo*
Bicapas libres de solvente $0.9 \pm 0.1 \mu F/cm^2$	Montal, M. y Muller, P. 1972

\* En proceso de publicación

El uso de membranas modelo para el estudio en canales iónicos de células vegetales

La estructura de una célula vegetal típica consta de una pared celular que le da forma y está compuesta principalmente de celulosa, pero también se encuentran proteínas y otros polisacáridos en ella. La presencia de la pared celular ha dificultado el estudio de los canales iónicos utilizando las técnicas de registro directo como el *patch-clamp*; no obstante, se han diseñado estrategias experimentales para digerir la pared celular y extraer un protoplasto en donde se registra directamente la actividad de canales iónicos (Hedrich, 1995). Sin embargo, estos métodos no son viables en todos los tipos de células vegetales, haciendo del *patch-clamp* una técnica de uso limitado, y debido a esta complicación, se ha intentado estudiar los canales iónicos vegetales por métodos alternativos, entre los cuales, uno de los más ampliamente utilizados consiste en la reconstitución de los canales iónicos en membranas modelo.

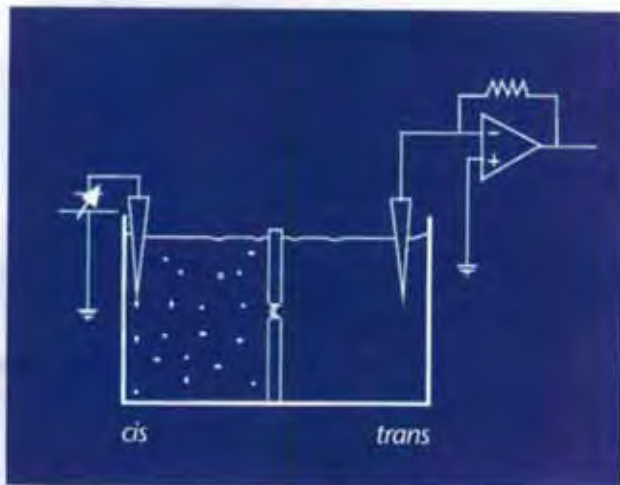


Figura 2. Principio de los experimentos con bicapas planas negras. El circuito básico permite cuantificar la corriente que fluye a través de un canal incorporado en ella.

#### Técnicas de reconstitución de los canales iónicos en membranas modelo

Estas estrategias se basan en el reensamblaje funcional de los componentes moleculares de un sistema membranal biológico (los canales iónicos) en un sistema membranal modelo (una bicapa lipídica artificial), lo que permite controlar experimentalmente los elementos que participan en él. La reconstitución de los canales iónicos en estas membranas modelo permite manipular tanto la composición de las soluciones a cada lado de la misma como su composición lipídica, lo cual aporta datos valiosos acerca de la interacción molecular de los componentes que participan en determinada función; por tanto, la reconstitución es una herramienta para poder aislar, en forma activa, canales iónicos cuyo mecanismo molecular se desea estudiar. Se han empleado al menos cuatro tipos de membranas modelo en los estudios de reconstitución de canales iónicos: 1) bicapas lipídicas planas o negras, 2) bicapas por aposición, 3) membranas en la punta de micropipetas y 4) reconstitución en liposomas. A continuación se explicará brevemente cada una de estas técnicas.

##### • Bicapas lipídicas planas (bicapas negras)

En 1962 se introdujeron las llamadas bicapas lipídicas negras (BN) que actualmente constituyen el método más utilizado. Este tipo de sistema modelo ha contribuido de manera decisiva al conocimiento de las propiedades pasivas de permeabilidad de las membranas biológicas y ha sido de gran utilidad para el desarrollo conceptual de sus mecanismos de transporte [Mueller *et al.*, 1962] y para el análisis de las propiedades de los canales iónicos. (véase fig. 2)

Las BN deben su nombre a la estructura final, que es tan delgada (25 – 50 Å) que no refleja luz y aparenta ser negra. Estas bicapas se forman cubriendo con fosfolípidos un orificio de 100 a 300 µm de diámetro, que separa dos compartimentos llamados *cis* y *trans*, donde se adicionan determinadas soluciones iónicas. La natura-

leza anfipática de los lípidos les permite interactuar con las soluciones acuosas, formando de manera espontánea bicapas lipídicas como membranas modelo. Técnicamente, la primera etapa en cualquier experimento con BN es la construcción de una bicapa estable, tipo de estructuras que se obtienen "pintando" una dispersión de fosfolípidos en el orificio. Las bicapas se pueden formar con un solo tipo de fosfolípidos o con una mezcla de éstos, y su composición puede influir en la incorporación de los canales, pero antes de formarse ésta, las dos cámaras deben contener las soluciones experimentales deseadas, para después aplicar la dispersión lipídica a fin de formar la BN.

Otro de los factores determinantes en un experimento exitoso de reconstitución de BN es el grosor de la bicapa, y una forma directa de medirlo es calculando la capacitancia membranal experimentalmente, que constituye una buena estimación del grosor de la bicapa (véase tabla I). La capacitancia final de una BN óptima debe ser aproximadamente de 0.4-0.6  $\mu\text{F}/\text{cm}^2$ , pero, por otra parte, estas membranas tienen típicamente resistencias superiores a  $10^8 \Omega/\text{cm}^2$ , dos órdenes de magnitud más alta que las membranas de eritrocitos humanos [Álvarez, *et al.*, 1985]. Además, una bicapa lipídica óptima deberá tener una corriente de fuga de menos de 1 pA a un potencial de +100 mV, y su estabilidad se incrementa si antes de su formación se efectúa un pretratamiento del orificio con  $\text{CH}_3\text{Cl}$ , hexadecano o triglicéridos [Schindler, 1980].

La inserción de los canales iónicos en las bicapas lipídicas puede realizarse mediante la incorporación directa de canales iónicos purificados, adicionando una alícuota de la muestra en la solución deseada a uno de los lados de la bicapa (por convención, el lado *cis*), o utilizando vesículas de membranas nativas purificadas de tejidos de interés. La fusión de una vesícula con una bicapa se inicia con un estado de prefusión, en que la vesícula nativa se asocia linealmente con la bicapa artificial. La siguiente fase, es decir, la fusión propiamente dicha, se induce con un flujo de agua introducido de un lado a otro de la bicapa, en respuesta a un gradiente osmótico esta-

blecido de manera previa a ambos lados de ésta. Por último, la reconstitución de las proteínas se estabiliza en una estructura análoga a la membrana original, en donde la orientación de las moléculas depende de la que tenían originalmente en la vesícula [Cohen, *et al.*, 1980], y para determinar la orientación de un canal iónico reconstituido es posible emplear agonistas o bloqueadores específicos de sitio, dado que son usualmente proteínas asimétricas.

La fusión de las vesículas a una bicapa plana se favorece mediante: 1) un gradiente osmótico a través de la bicapa lipídica, que las hinche y permita su interacción, uniendo las dos membranas; 2) fosfolípidos cargados negativamente en la bicapa, y 3) la presencia de cationes multivalentes como  $\text{Ca}^{+2}$  en el compartimento donde se agregan las vesículas (*cis*) para facilitar la atracción entre los fosfolípidos. La presencia de cationes multivalentes contribuye a incrementar la frecuencia de fusión de las vesículas con la membrana mediante atracción electrostática [Miller, 1986]; sin embargo, el factor más importante parece ser el gradiente osmótico [Darszon, 1986; Cohen, *et al.*, 1980]. Es posible monitorear el número de eventos de fusión utilizando vesículas multilamelares que contengan colorantes específicos, por ejemplo la carboxifluoresceína, y cuantificando ópticamente la concentración de este colorante al otro lado de la bicapa (*trans*) [Zimmerberg, *et al.*, 1980; Miller, 1986].

#### • Bicapas libres de solvente por aposición de monocapas

Montal y Muller [1972] diseñaron un método con el cual se forman membranas virtualmente libres de solvente. Su trabajo se debió en parte a que las dispersiones de fosfolípidos en solventes orgánicos (no fisiológicos) utilizando BN (p. ej.: *n*-decano) pueden provocar algunas complicaciones poco usuales, y en el método de estos investigadores, dos monocapas saturadas de lípidos se dispersan en una interfase aire-agua en dos soluciones separadas por una delgada (10 - 25  $\mu\text{m}$ ) pared hidrofóbica de teflón, [véase fig. 3] Primero, el nivel de las interfases está por debajo de la apertura que se forma entre dos septos de teflón (500 - 1000  $\mu\text{m}$ ), y una solución lipídica

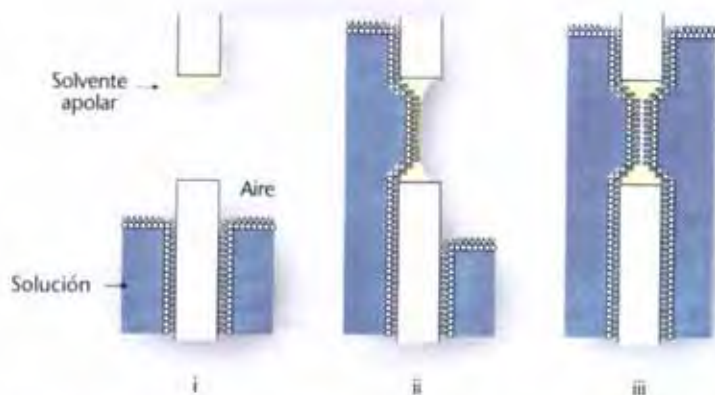


Figura 3. Formación de una bicapa por aposición de monocapas. Se preforman dos monocapas de fosfolípidos en dos cámaras separadas por un septo y un orificio entre ambas. En (i), ambas soluciones están por debajo del orificio, en (ii) se incrementa el volumen de una de las soluciones hasta formar una monocapa en el orificio y en (iii) se incrementa el volumen en la otra solución hasta confrontar las dos monocapas y formar la bicapa experimental.

del compuesto deseado se dispersa en un solvente volátil como *n*-pentano o cloroformo, además una pequeña parte de esta dispersión se coloca en la superficie de la solución, y después de 5 a 10 minutos, cuando el solvente se ha evaporado, se forma una bicapa lipídica por aposición de las dos monocapas, mediante el aumento en el nivel de cada solución de electrolitos, cubriendo el orificio y formándose una bicapa virtualmente libre de solvente. Para lograr mayor estabilidad membranar, la apertura es frecuentemente pretratada con escualeno o hexadecano/pentano (0.5% v/v), y de ahí su denominación como virtualmente libre de solvente. La capacitancia de las membranas formadas por aposición de monocapas tienen valores específicos de  $0.9 + 0.1 \mu\text{F cm}^{-2}$ , que son casi dos veces más grande que la capacitancia de las bicapas planas formadas a partir de lípidos en solventes hidrocarbónicos y prácticamente idénticos a los valores típicos para las membranas celulares (Montal y Muller, 1972).

Con la técnica anterior es posible usar orificios más pequeños que los empleados en las bicapas planas ( $< 100 \mu\text{m}$ ), pues la reducción en el área de éstas incrementa su estabilidad mecánica y el ruido eléctrico disminuye; sin embargo, el inconveniente potencial del uso de orificios pequeños es que se reduce la probabilidad de incorporar los canales iónicos, pero la ventaja de la técnica es la posibilidad de que se formen bicapas asimétricas mediante la aposición de dos monocapas de diferente composición.

#### • Bicapas en la punta de una micropipeta

Con el desarrollo de la técnica de *patch-clamp*, un tercer método de formación de bicapas artificiales fue introducido en 1983 por R. Coronado y R. Latorre, con la formación de otras en la punta de una micropipeta (con un diámetro de  $0.5 - 4 \mu\text{m}$ ). La manera de lograr estas membranas consiste en dispersar una monocapa de fosfolípidos en una interface aire-agua dentro del recipiente con la solución deseada, y con posterioridad se sumerge y extrae la micropipeta, formándose espontáneamente

una bicapa en la punta de ésta. La monocapa original se forma también de manera espontánea con dispersiones de lípidos en solventes volátiles o bien suspensiones de vesículas y, mejor aún, se puede reinsertar dicha micropipeta en otra solución con otro tipo de fosfolípidos, formándose así la monocapa para controlar la composición de fosfolípidos a cada lado de la bicapa (véase fig 4).

Este método alternativo tiene, potencialmente, la ventaja de que la bicapa final posee un área de superficie pequeña, además de estar libre de solvente. En lo que respecta a la incorporación de los canales iónicos, éstos pueden ser transferidos en forma directa a la bicapa, durante el ensamblaje de las monocapas en la punta de la pipeta, pero debido a la pequeña parte de membrana utilizada en dicho método, la resolución temporal y de corriente es mucho mejor que empleando las BN; sin embargo, la probabilidad de incorporación de canales es baja por el área reducida de la membrana (Darszon, 1986).

#### • Reconstitución de canales iónicos en liposomas

Otro enfoque experimental que puede emplearse para el registro de canales iónicos es el *patch-clamp* en liposomas que presentan el canal de interés. Las vesículas aisladas de membranas nativas son demasiado pequeñas para realizarles *patch-clamp* (0.1 - 1 µm de diámetro promedio), pues estas estructuras se fusionan en liposomas y se realiza el *patch-clamp* directamente en ellas. Estas técnicas requieren del congelamiento y descongelamiento, o de la deshidratación y rehidratación de las vesículas membranales (véase fig. 5).

Tank y Miller (1983) lograron el congelamiento con nitrógeno líquido, y el descongelamiento en hielo o a temperatura ambiente para facilitar la fusión entre las vesículas membranales y formar grandes estructuras, viables para realizar el *patch-clamp*, y utilizando este método es posible obtener estructuras multilamelares con diámetros de 30 a 50 µm. Por otra parte, la formación y remoción de cristales de hielo causa la ruptura y el resello de los liposomas. Asimismo, Criado y Keller (1987) diseñaron un método alternativo para la formación de estos



Figura 4. Formación de una bicapa a partir de monocapas preformadas en la punta de una pipeta de patch-clamp: (i) se forma una monocapa alrededor de la punta de una pipeta previamente sumergida, (ii) se jala la pipeta permitiendo así la formación de una monocapa en la punta de la misma y (iii) se sumerge nuevamente la punta de la pipeta, formándose así la bicapa artificial.

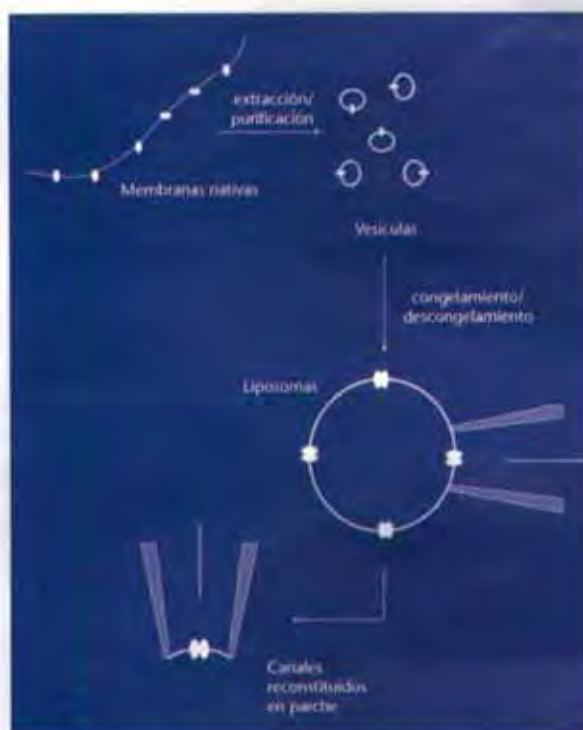


Figura 5. Uso de liposomas para el registro de corrientes a través de canales iónicos (modificado de Tank, y Miller, 1983).

sistemas modelo, que consiste en reconstituir las proteínas de membrana en pequeñas vesículas unilamelares en presencia de lípidos exógenos y, así, su tamaño se va incrementando mediante deshidrataciones y rehidrataciones sucesivas. Las fluctuaciones en la corriente unitaria, causadas por los canales iónicos incorporados en estos liposomas híbridos se monitorean mediante las técnicas convencionales de *patch-clamp*.

#### El papel de los canales iónicos en la fisiología de las células vegetales

**i** Por qué resulta de interés estudiar los sistemas de transporte iónico en las células vegetales y en particular en los canales iónicos? Las plantas, como cualquier otro organismo, están sujetas a interacciones con diversos factores bióticos y abióticos del entorno en que viven y deben responder a ellos de manera eficiente para poder sobrevivir y así evolucionar. Al ser organismos sésiles, la manera como responden las plantas a su ambiente es peculiar y, en muchos casos, diferente a la manera en que lo hacen los animales; sin embargo, a nivel molecular, las respuestas son similares. Muchas veces, es la membrana plasmática de cada célula la encargada de percibir alguna señal ambiental y transducirla al núcleo celular, para inducir una respuesta genética que culmine con la expresión de proteínas y eventualmente con la respuesta fisiológica de la planta. De esta manera, entender cómo percibe la membrana plasmática la señal externa y la transfiere resulta de gran interés, y dada la dificultad de realizar estudios con *patch-clamp* en muchos tipos de células vegetales, los estudios con sistemas membranales modelo resultan una gran alternativa.

Los canales iónicos forman parte de cascadas de señalización, ya que son responsables de percibir y transmitir los estímulos esenciales para su desarrollo. Algunos de los factores que provocan estas cascadas son las hormonas vegetales, las moléculas agonistas, los factores de nodulación, los estímulos mecánicos, las respuestas de defensa y herida, la luz, etc., señales que inducen cambios en el potencial de la membrana, y esto puede

modular las actividades de los canales iónicos. De tal manera, es necesario caracterizar dichos canales y sus mecanismos regulatorios, para comprender sus funciones fisiológicas en la célula y su participación en las cascadas de señalización.

Las técnicas de reconstitución en membranas modelo han permitido caracterizar diversos canales iónicos de células vegetales. En los primeros estudios (Tester y Blatt, 1989; Tester *et al.*, 1990) se emplearon las BN para estudiar los canales de  $K^+$  en las membranas tilacoidales de espinaca (*Spinacea oleracea* L.), en el tonoplasto y en la membrana plasmática, y se han descrito también diversos canales de  $K^+$  en las membranas plasmáticas de raíces de cebada (*Secale cereale* L.) (White y Tester, 1992). En esta planta también se ha estudiado un canal catiónico dependiente de voltaje de alta conductancia (el así llamado canal maxi-catiónico) (White, 1993). En tanto que en el trigo (*Triticum aestivum* L.), se caracterizó por vez primera un canal selectivo a calcio en una preparación de vesículas de membrana plasmática de las raíces, utilizando BN (Piñeros y Tester, 1995).

Estos son sólo algunos ejemplos que ilustran la utilidad de los sistemas modelo en el estudio de los canales iónicos de origen vegetal; sin embargo, se sabe poco todavía acerca de las propiedades moleculares de los mismos y su función *in vivo*.

#### Estudios de los canales iónicos en raíces de frijol

**E**n nuestro laboratorio estamos interesados en estudiar el papel que tienen los canales iónicos en la respuesta del frijol al inducirse la nodulación por bacterias del género *Rhizobium*, que sintetizan ciertos compuestos llamados factores de nodulación, cuyo objetivo es el de disparar los procesos necesarios para que las raíces de la planta formen un nódulo simbiótico, en el que las bacterias se alojen y puedan fijar el nitrógeno atmosférico, que es aprovechado por la planta (véase fig. 6). Se sabe relativamente poco acerca de cómo los factores de nodulación son capaces de provocar estas respuestas celulares, pero se ha determinado que tienen un efecto a nivel membranal,

induciendo la depolarización de la membrana y los flujos de ciertos iones, como los  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Cl}^-$ ; sin embargo, se desconocen los tipos de canales que participan en estos flujos y mucho más sus propiedades de transporte. De esta forma, deseamos conocer el tipo de canales que se encuentran en la raíz del frijol y caracterizarlos biofísicamente, para lo cual hemos purificado vesículas de membrana plasmática de raíces del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L. var. Negro Jamapa) y las hemos incorporado en bicapas lipídicas negras, compuestas de difitanoil-fosfatidilcolina (DPPC) en presencia de un gradiente osmótico de  $\text{KCl}$  300 mM,  $\text{CaCl}_2$  10 mM (*cis*) y  $\text{KCl}$  150 mM,  $\text{CaCl}_2$  1 mM (*trans*). El análisis de las corrientes unitarias nos ha permitido caracterizar diferentes tipos de canales iónicos presentes en estas raíces, y los trazos mostrados en la figura 6 corresponden a un canal permeable a los aniones.

#### Perspectivas

La reconstitución de los canales iónicos en bicapas artificiales permite el estudio y la caracterización de las funciones de estas proteínas de transporte en circunstancias de fijación de voltaje (*voltage-clamp*), y en las células vegetales, estos métodos son de gran utilidad, dado que la presencia de la pared celular dificulta el empleo del *patch-clamp*, a menos que ésta sea removida y el protoplasto permanezca estable.

Esta reconstitución ofrece la ventaja de ser un enfoque alternativo para medir y estudiar el papel que desempeñan los canales iónicos, permitiendo utilizar estrategias experimentales que facilitan su estudio cuando éstos no son accesibles mediante estrategias electrofisiológicas convencionales [canales en sistemas membranales intracelulares], y por otra parte provee métodos para el análisis de las propiedades de los canales purificados. El estudio de las corrientes unitarias por medio de los canales iónicos reconstituidos ofrece datos sobre la probabilidad de que el canal se encuentre abierto, así como sobre la distribución de los tiempos de apertura y cierre del mismo. Este tipo de análisis se realiza en diferentes potenciales de

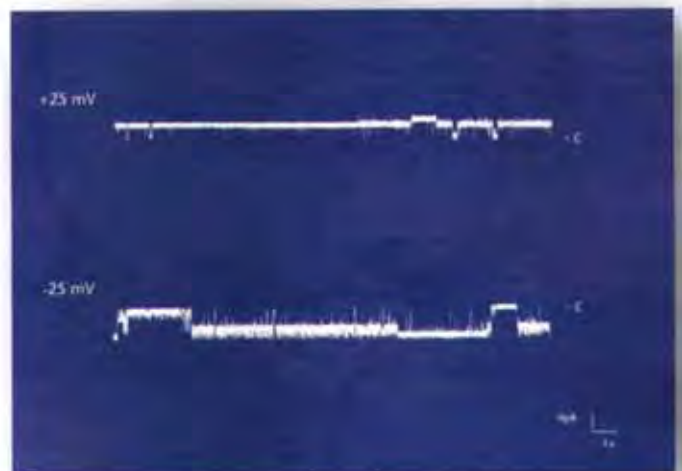
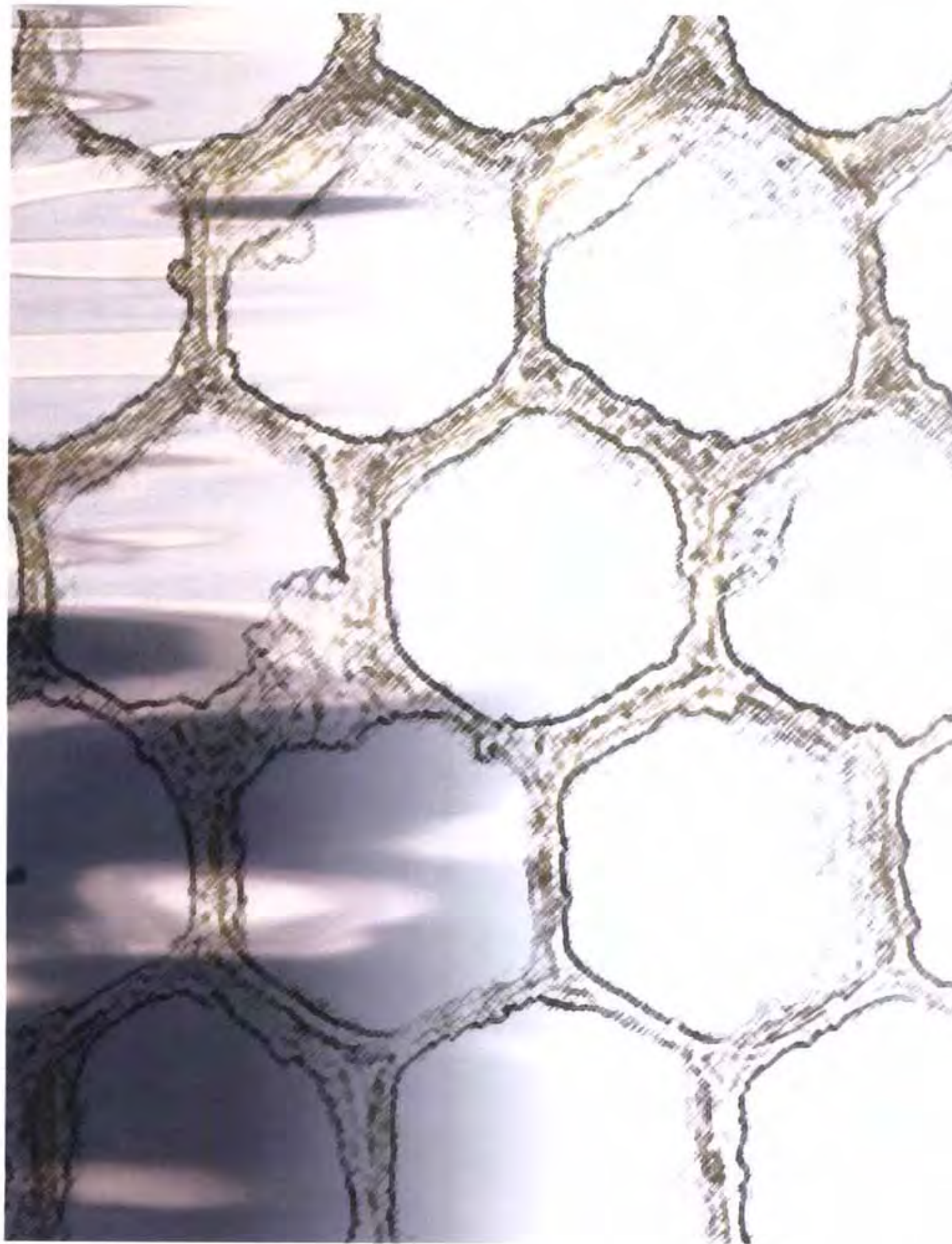


Figura 6. Corrientes unitarias de un canal aniónico de las raíces del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) incorporado en una bicapa lipídica plana. Los trazos muestran aperturas a +25 mV y a -25 mV. Este canal presenta diferentes niveles de apertura y otro en el cual el canal permanece cerrado (c).





membrana, para así establecer la dependencia del voltaje del canal, y también es posible determinar la selectividad a los diferentes iones en solución y las relaciones de permeabilidad a diferentes iones (Darszon, 1986), pero se puede, asimismo, estudiar el efecto de los compuestos agonistas, antagonistas y bloqueadores en los canales iónicos.

Sin embargo, existen también algunas limitaciones con estas técnicas, y una de ellas es que, cuando se trabaja con una preparación de membranas biológicas, resulta

difícil establecer el origen de los canales iónicos incorporados, debido a que las fracciones membranales son parcialmente puras. Además, la interpretación fisiológica de los resultados en experimentos de reconstitución son difíciles de establecer, dependiendo muchas veces del origen del canal, su orientación en la membrana modelo y la ausencia de elementos regulatorios celulares. Pero con todo, estas técnicas son una herramienta alternativa de gran utilidad, que complementa las investigaciones convencionales sobre los canales iónicos. ●

## Bibliografía

- Cohen, E.S., J. Zimmerberg, y A. Finkelstein. "Fusion of Phospholipid Vesicles with Planar Lipid Bilayer Membranes: II. Incorporation of a Vesicular Membrane Marker into the Planar Membrane", *J. Gen. Physiol.*, núm. 75, 1980, pp. 251-270.
- Coronado, R., y R. Latorre. "Formation of Phospholipid Bilayers on Patch-clamp Pipettes", *Biophys. J.*, núm. 43, 1983, pp. 231-236.
- Criado, M., y B. U. Keller. "A Membrane Fusion Strategy for Single Channel Recording of Membranes usually non-accessible to Patch-clamp Pipette Electrodes", *FEBS Lett.*, núm. 224, 1987, pp. 175-176.
- Darszon, A. "Planar Bilayers: A Powerful Tool to Study Membrane Proteins Involved in Ion Transport", *Methods in Enzymol.*, núm. 127, 1986, pp. 486-502.
- Hedrich, R. "Technical Approaches to Studying Specific Properties of Ion Channels in Plants, en *Single-Channel Recording*, 2a. ed., B. Sakmann and E. Neher, Nueva York, 1995, Plenum Press, pp. 277-305.
- Hille, B. *Ionic Channels of Excitable Membranes*, a ed. Sinauer, 1992, 607 pp.
- Miller, C. *Ion Channel Reconstitution*, New York, 1986, Plenum, pp. 577.
- Montal, M., y P.U. Mueller. "Formation of Bimolecular Membranes from Lipid Monolayers and a Study of their Electrical Properties", *Proc. Natl. Acad. Sci. EUA*, 1972, núm. 69, pp. 3561-3566.
- Mueller, P.U.; D.O. Rudin; H.T. Tien, y W.C. Wescott. "Reconstitution of Cell Membrane Structure in vitro and its Transformation into an Excitable System", *Nature*, núm. 194, 1962, pp. 979-980.
- Tank, D.W., y C. Miller. "Patch-Clamped Liposomes: Recording Reconstituted Ion Channels", en *Single Channel Recording*. B. Sakmann y E. Neher (eds.), Nueva York, 1983, Plenum Press, pp. 91-106.
- Tester, M. "Plant Ion Channels: Whole-Cell and Single-Channel Studies", *New Phytol.*, núm. 114, 1990, pp. 305-340.
- Zimmerberg, J., E.S. Cohen, y A. Finkelstein. "Fusion of Phospholipid Vesicles with Planar Lipid Bilayer Membranes: I. Discharge of Vesicular Content across the Planar Membrane", *J. Gen. Physiol.*, núm. 75, 1980, pp. 241-250.

# Cultivo de piel

*para uso industrial*

FRANCISCO JAVIER OROZCO VALVERDE

*Piel humana cultivada tal como aparece en la dirección electrónica de Organogénesis.*



E

Vivir eternamente

En el reciente mes de febrero, la NASA anunció logros significativos en el cultivo de tejido cardíaco<sup>1</sup> listo para ser utilizado en reparaciones quirúrgicas de corazones dañados, combinando los impresionantes avances en la tecnología del cultivo celular con las condiciones de microgravedad que pueden conseguirse en órbita. No hace mucho, apenas en 1995, la empresa norteamericana Organogénesis<sup>2</sup> entró a la historia de la ciencia por la puerta grande, al convertirse en la primera entidad que logra patentar un producto humano vivo, con todo y el permiso de comercialización otorgado por la FDA (Food and Drug Administration), famosa por las dificultades que impone al ingreso de nuevos productos en el campo de la salud humana. Organogénesis cultiva y vende piel humana para usos médicos, encontrando sus principales áreas de aplicación en el tratamiento de pacientes quemados, sobre todo a gran escala, y en la terapia de la úlcera diabética, sin dejar de lado otros usos en diversas patologías de la piel.

<sup>1</sup> <http://science.nasa.gov/news/>

<sup>2</sup> [www.organogenesis.com](http://www.organogenesis.com)



*Piel de cerdo en un forro de libro editado en 1786.*



*Piel humana donde se aprecia un defecto de continuidad.*

No obstante, la teoría que hizo posibles estos avances no es nueva. Fue propuesta y en buena medida desarrollada por el doctor Alexis Carrel, premio Nobel de Medicina en 1912 por sus contribuciones a la cirugía vascular y por sus aportes en el tratamiento de heridas severas, como las amputaciones, los cuales puso en práctica directamente en el campo de batalla durante la segunda Guerra Mundial. Carrel hizo una impresionante afirmación para su época: "Las células pueden vivir para siempre", aunque quizá debió decir son inmortales, pues no siempre significan lo mismo estos dos conceptos; el hecho fundamental es que se adelantó varios decenios al establecimiento de la primera línea celular de replicación continua, obtenida por el doctor George Gey de una biopsia de tejido canceroso de una paciente llamada Henrietta Lacks, la tan afamada HeLa, nombre derivado de las dos primeras letras del nombre y apellido de esta mujer, quien falleció ocho meses después de la toma de la muestra, no así sus células cancerosas, que le han sobrevivido 51 años, hasta el presente 2002, y en ese más de medio siglo no han mostrado deterioro. Hoy, la línea HeLa tiene ramificaciones en todo el mundo, y quizás algún día su masa conjunta superará a la de un humano promedio.

Sin embargo, mantener vivas estas células tiene sus dificultades. Alexis Carrel fue el primero en proponer que el medio es lo que mata a una célula antes que el propio envejecimiento, e ideó, junto con algunos colegas, la forma de irrigar los tejidos seriamente dañados con soluciones nutritivas oxigenadas que hacían las veces de medio de cultivo para el tejido en conjunto, y éste era cambiado continuamente para evitar proliferaciones micro-organismos y acumulación de toxinas. Carrel es muy famoso por haber llevado a la práctica sus teorías con el cultivo de tejido cardíaco de pollo, al que nutrió con un suero hecho a base de embriones de la misma especie, y el éxito fue tal que estas células vivieron la extraordinaria cantidad de 32 años, lapso mucho mayor a la esperanza de vida de esta especie, viviendo incluso más que el propio Carrel, hasta que se decidió dar por concluida la prueba. Algunos de sus contemporáneos pusieron en duda la va-

lidez de la experiencia realizada por él, ya que suponían que quizá buena parte de las células del tejido original estaba muriendo, pero era sustituida por las células embrionarias. Hoy sabemos que en efecto pudo ocurrir así, y de hecho es muy probable que éste fuera incluso el único camino de supervivencia, pero lo que significa es que Carrel se adelantó aún más de lo que él y sus contemporáneos supusieron, al inducir una diferenciación homeostática de las células madre del embrión para reparar el tejido cardíaco, y todos sabemos lo polémico que es hablar de células madre en nuestros días.

Las bases del cultivo celular estaban asentadas aunque aún quedaba mucho por descubrir para llegar a un resultado útil, y entre lo que todavía faltaba podemos citar los equipos de incubación, las técnicas de purificación, la síntesis y el manejo de sustancias químicas involucradas, como la enzima tripsina y el colágeno ultrapuro, además de una enorme cadena de legislaciones que deberían cumplirse para poder realizar algo concreto.

Por ejemplo, desde hace años se sabe que se pueden tomar células de la piel de un paciente y colocarlas en el medio de cultivo adecuado, pues procurándoles una buena temperatura, oxígeno y nutrientes adecuados se podrá obtener en algún tiempo la cantidad de piel suficiente para reinjertarla en el paciente original, con la ventaja de que, al ser de la misma persona, la posibilidad de rechazo resulta prácticamente nula, y el riesgo que pueda correrse proviene casi en exclusiva de una asepsia incorrecta. Sin embargo, no siempre se puede esperar el tiempo necesario para obtener la piel de reemplazo, e incluso en pacientes, como los quemados ni siquiera existe la superficie necesaria para tomar la muestra, a partir de la cual hacer el cultivo. En esos casos, la alternativa más viable es el injerto de una piel ya existente, y lista para usarse y, por supuesto, aún viva, para no introducir en el organismo tejido necrosado o a punto de morir.

La empresa Organogénesis ha resuelto ya todos los problemas importantes a fin de iniciar una industria de cultivo de piel humana para su uso terapéutico, fabricándola con el prepucio de pacientes neonatos judíos a que-

nes se ha sometido a la circuncisión, aprovechando un trozo de piel que de otra forma sería un simple desecho, y consiguió elaborar una tecnología adecuada con la cual en pocos días concluyen con un material que es, incluso al microscopio, piel funcional y viva que se expende en discos de ocho centímetros de diámetro dentro de un empaque especial que contiene un medio de cultivo más rojo de bromocresol, indicador que permite medir la estabilidad al cambiar de color frente a las modificaciones del medio, como el pH, algo muy importante porque una vez envasada y en trayecto, la piel tiene viabilidad tan sólo durante cinco días, y es indispensable que llegue en buen estado ya que debe aplicarse viva.

Ahora bien, el cultivo de piel para uso médico es un hecho, la ciencia y la tecnología están disponibles y en funcionamiento, y por tanto, su empleo para uso industrial es también viable; basta echar una ojeada a los números de las empresas involucradas en la comercialización de esta biotecnología para darnos cuenta del enorme negocio que representa.

#### Hacer más con lo mismo

La tecnología se nutre de la ciencia, pero casi siempre con muchos años de por medio. El motivo de este artículo es proponer un nuevo uso para estos procesos que podrían significar el desarrollo tecnológico en nuestro país, la creación de nuevos empleos, el mejoramiento de nuestras capacidades competitivas en el mercado doméstico e internacional al manejar productos que replanteen las evaluaciones sobre la comercialización y costos de adquisición, y ante todo mostrar que esto es factible.

Imagínese que en lugar de cultivar piel humana para usos médicos se decide, por ejemplo, hacerlo con la de oso panda (*Ailuropoda melanoleuca*), a partir de una pequeña biopsia de dos centímetros cuadrados de piel de uno de estos animales, con la cual se pueden fabricar varias hojas de tejido cutáneo. ¿Podría oponerse alguien a que se procesara esta piel y se destinara a la fabricación de artículos de consumo humano como calzado, ropa o accesorios? Debe tomarse en cuenta que si se logra lo anterior, no se



*Piel humana sin folículo piloso*



*Piel con folículo piloso. Se puede ver su nacimiento bajo la piel.*



*Aquí se puede apreciar una discontinuidad del pigmento provocada por mayor actividad de los melanocitos.*

habrá sacrificado animal alguno ni se contravendrán las leyes de protección ecológica, antes bien, al abrir la posibilidad de obtener en forma legal, productos de piel de animales en peligro de extinción, sin atentar contra la vida de cualquier individuo, se desalentaría el tráfico de pieles prohibidas pertenecientes a especies muchas veces exterminadas tan sólo por su piel.

La posibilidad de contribuir a proteger la ecología es enorme, al igual que el mercado de explotación, pues hoy en día hay gente dispuesta a pagar lo que sea necesario por un artículo de piel prohibida, y las erogaciones son enormes para conseguir a como dé lugar estos artículos, es decir, existe un gran poder adquisitivo que puede ser reorientado hacia productos hechos de piel cultivada, con el beneficio extra de que, al pagar por ellos, estará fomentándose esta nueva industria ecológica que, por fuerza habrá de desarrollarse en nuevos ámbitos que mejoren sus procesos y resultados, en pro del beneficio a la naturaleza. Además, ¿qué gobierno podría negarse a la comercialización de productos fabricados con pieles cultivadas, aun siendo de especies protegidas, si no se rompe ley alguna y antes se combate el contrabando?

Las fuerzas económicas detrás de estas tecnologías son en verdad enormes; la empresa Organogénesis anunció haber vendido en el año 2001, 6 822 unidades a un promedio<sup>3</sup> de 6 350.00 pesos la unidad, lo que da un monto de venta de 157 353 millones anuales. No muchas empresas pueden presumir de tanto y menos aún vendiendo tan pocas pieles originales. Permitaseme ir más lejos. Si la piel va a cultivarse, ¿qué impediría darle formas especiales a las cajas de cultivo? Si se desean pieles con forma cuadrada, podrían hacerse cuadrados los soportes, triangulares o redondos, e incluso crear matrices de crecimiento con la forma de una chamarra, un pantalón, un par de zapatos, o carteras, en que los medios de cultivo se bombeen hacia todas las áreas de la matriz, y para obtener piel que antes de curtirse ya tenga la forma del artículo final al que se destine, ahorrando así fuertes cantidades en mano de obra, en

3 [http://www.bioplanet.net/magazine/bio\\_enefeb\\_2001/bio\\_2001\\_enefeb\\_desarrollo.htm](http://www.bioplanet.net/magazine/bio_enefeb_2001/bio_2001_enefeb_desarrollo.htm)

materiales y en tiempo, al eliminar procesos como corte, pespunte, replicación de hormas o patrones, más un gran etcétera. O tal vez, en el futuro, se hará lo que ahora propone la NASA, es decir, crecer el cultivo en condiciones de microgravedad, para que las células no se apelmacen en una dirección y el medio de cultivo se distribuya uniformemente sin necesidad de bombearlo.

Una propuesta más. Supongamos que alguien desea hacerse un abrigo de piel de rata de campo (*Neotoma floridana*),<sup>4</sup> ¿cuántos individuos sería menester sacrificar?, y ¿cómo podrían ensamblarse las pequeñas fracciones para formar una prenda grande? Si bien es cierto que ya existe la elaboración de alta costura de artículos a base de especies pequeñas, esto representa un enorme trabajo, además de que en muchas ocasiones la única forma de cubrir por completo los ensambles es manejar una piel aún con pelo que disimule las costuras. Pero si se cultivara la piel de un ratón, una lagartija, o una musaraña, se podrían obtener hojas de tejido cutáneo del tamaño adecuado para el artículo deseado, y entonces sería posible tener pieles exóticas que no necesariamente provinieran de especies raras o en peligro de extinguirse. La introducción de zapatos de piel de rana, por poner un caso, podría ser un poderoso impulso para el mercado, pero obviamente la cantidad de posibilidades es ilimitada.

#### Las ventajas del proceso

Los beneficios no concluyen aquí; resulta que la piel cultivada carece de melanocitos (células especializadas que producen el pigmento de la piel) ni tampoco desarrollan folículos pilosos que son responsables del crecimiento del vello, y no tienen adipositos o glándulas sebáceas que produzcan o almacenen grasas. Lo anterior, en el campo de uso médico, se considera un problema, pues el paciente al que se le implanta el tejido tendrá con el tiempo una piel sana pero netamente diferenciada del resto, porque el vello, la grasa y el pigmento tienen fun-

ciones importantes en los mecanismos de protección del ser humano, pero en el ámbito industrial la carencia de estos elementos es sin duda un beneficio.

Al considerar un proceso típico de curtido de piel nos encontramos con que deben seguirse los siguientes pasos:

Desollado → conservación → lavado → desengrasado → pelambre → desencalado → dividido → rendido → picle → curtido.

El desollado es el proceso por el cual se le quita la piel al animal, y en la mayoría de los cueros de uso industrial, el tejido cutáneo es tan sólo un subproducto del sacrificio de ganado para consumo cárnico. La piel debe someterse a tratamientos de conservación, pues rara vez se procesa en un lapso de tiempo relativamente corto tras el deceso del animal, pero cabe destacar que la descomposición orgánica comienza de inmediato después de la muerte, y en algunos casos desde antes si hay enfermedades. Los procedimientos de conservación más empleados son el salado y las bajas temperaturas; la piel habrá de ser lavada antes de iniciar el proceso formal, precisamente para retirar conservadores (sales) y sustancias solubles de descomposición como las purinas, y desde aquí comienzan a utilizarse grandes cantidades de agua, que al contener sal disuelta no es fácil de tratar para su reutilización. La piel contiene mucha grasa, sobre todo la de cerdo, cabra y borrego, y es importante eliminarla a fin de no perjudicar el proceso, para lo cual se utilizan diversos detergentes; además, generalmente cuando se usa ya no tiene pelo, pues también se necesita eliminarlo por completo, empleando sales básicas como sulfuro de sodio o hidróxido de calcio, cuyo residuo es un contaminante jabonoso, y a esta parte se le denomina pelambre. Asimismo es preciso eliminar el pH alcalino, procedimiento al que se define como desencalado, que la mayoría de las veces se realiza con ácidos débiles, pero en caso de utilizar el sulfuro de sodio como elemento depilante, se corre el riesgo de producir cantidades significativas de

4 "Rata", Enciclopedia Microsoft/Encarta/E 99. © 1993-1998 Microsoft Corporation.



ácido sulfhídrico, veneno gaseoso muy violento. El cuero posee tres capas básicas, la exodermis (epidermis), la dermis y la endodermis, y para la industria de este campo sólo las dos primeras son importantes; a la tercera la llaman carnaza, que en un proceso llamado "dividido" se separa de las dos primeras, las cuales en México se designan como "flor". Posteriormente, se somete la piel (sólo la flor) a un ataque enzimático-selectivo, al que se denomina rendido, con el que se pretende romper la fortaleza de algunas proteínas, a fin de dar a la piel características de manejabilidad y tacto. El siguiente paso consiste en someter el cuero a un ataque selectivo con ácido sulfúrico, ajustando el grado de difusión dentro de la piel y utilizando sal diluida; a esta fase se le nombra picle, y sirve además para detener la actividad enzimática del rendido. Finalmente se curte el cuero, proceso que lo hace inalterable ante factores biológicos y algunos físicos, como el trabajo mecánico, la humedad, el calor, etc. En México, la forma más usada es el curtido con sales de cromo, que concluye con un producto denominado cuero en azul, por la tonalidad del color que adquiere la piel. Con esta parte concluye el proceso de estabilización proteínica del tejido cutáneo, pero aún faltan otros más, para darle las características de consumo que requiere el mercado, como color, textura y suavidad, entre otras.

Ahora bien, resulta que la piel cultivada puede llegar a los reactores de digestión, llamados tambores, donde se llevará a cabo el proceso; por tanto, no hay desollado ni necesidad de procesos de conservación, adicionales a los que mantienen la actividad celular, y al no haber sustancias generadas por degradación tampoco se requiere del lavado. Como se mencionó anteriormente, la piel cultivada no tiene pelo ni grasa y así, no se precisa llevar a cabo los procedimientos del pelambre y desengrasado. La piel puede cultivarse desarrollando una capa más que incrementen la otra (epidermis y dermis), según se desarrollen en mayor medida los queratinocitos o los fibroblastos, que son las células respectivas de cada zona; es decir, no existe una tercera capa, la carnaza, y por tanto se elimina el dividido. Tampoco es necesario el rendido, porque la piel ha sido tratada con la enzima tripsina, y



*Diferencia entre una zona pilosa y otra no pilosa.*

aun cuando es débil mecánicamente en las formas obtenidas actualmente puede ser reforzada, según las necesidades, en la fase de desarrollo, o bien dándole soporte con una matriz más resistente, que haga las veces de forro interno, tal como se utiliza hoy en casi todas las aplicaciones. El primer paso sería entonces el picle, destinado a preparar la piel cultivada para su tratamiento, es decir, un proceso de diez pasos se disminuyó a tan sólo dos al eliminar los desechos contaminantes, como sal, ácido sulfhídrico, amoníaco, jabones de sodio-pelo, detergentes, y disminuyendo en gran medida el consumo de agua, entre otras mejoras, gigantesco paso hacia el logro de una industria realmente ecológica.

Como conclusión se agrega que un producto elaborado con piel cultivada será satisfactorio para todos los interesados, porque al preferir utilizarla en lugar de la piel genuina por sus características excepcionales, no creará conflictos entre los defensores de los derechos de los animales, pues como ninguno de ellos se sacrificó para quitarle la piel ni se contraviene la respectiva legislación, estará a favor de la ecología al reducir drásticamente los contaminantes vertidos. El empresario de la industria de la transformación del cuero encontrará nuevos nichos de mercado que aumentarán su competitividad frente a los productores de otros países, que cuentan con condiciones



Globulos de grasa. Se han marcado sólo dos, pero el contenido graso es abundante como puede apreclarse.

más favorables, como la mano de obra barata, y fabricará productos de alto valor económico; y además finalmente, generará recursos para mejorar la ciencia y la tecnología involucradas. ●

### Bibliografía

- Mojica Segovia, Carolina, y Salvador Zermeño Méndez. *Protocolo de investigación*, 3ª ed. México, 2000, Universidad de León, Centro de Investigación, 41 pp.
- Lynch, M.J. *Métodos de laboratorio*, 2ª ed. México, 1996, Nva. Editorial Iberoamericana, 1522 pp.
- Goodman, Alfred et al. *Bases farmacológicas de la terapéutica*, 7ª ed., 5ª reimpresión, Buenos Aires, 1988, Editorial Médica Panamericana, 1725 pp.
- Enciclopedia Universal Ilustrada europea americana*, 104 vols., Madrid, 1991, Ed. Espasa-Calpe.
- Manual Merck*. USA, Ed. Merck 2000 [versión en cd para computadora 650 Mb].
- [www.organogenesis.com](http://www.organogenesis.com)
- [www.apligraf.com](http://www.apligraf.com)
- <http://www.bibliomed.com/lib>ShowDoc.cfm?LibDocID=4719&ReturnCatID=743>



Carnaza impresa de una zona que no aparece en la piel de cultivo.

# Desarrollo regional y conservación natural



*El paisaje característico de la sierra occidental de Jalisco exhibe la accidentada topografía y la gran variabilidad de condiciones ecológicas, muchos de los cuales se conservan en estado natural gracias al abandono en que la sociedad ha tenido a los habitantes de este giro de nuestra patria.*



M.A. MENDOZA, E. GARCÍA Y A.L. DEL ÁNGEL

#### Resumen

**E**l estado natural de la sierra occidental de Jalisco, aunque excepcional, es también frágil y está amenazado por la acumulación de siglos de procesos de deterioro y por el descuido de la responsabilidad que implica el uso de las tierras. Si bien pudiera pensarse que el bienestar de los actuales pobladores de la sierra es motivo suficiente para pugnar por el desarrollo de las potencialidades regionales, es el interés público en los servicios ambientales ligados al paisaje natural de la región lo que representa el mayor valor y el monto más importante que se perdería por el mal manejo de la tierra, además de ser la fuerza política que justifica y soporta la iniciativa de continuación de los esfuerzos de aprovechamiento de los recursos comerciales de la región.

El uso continuado de los recursos de estas tierras es paradójicamente, el que, una vez rediseñado para recuperar la dinámica natural, nos da la oportunidad de reducir los riesgos, atenuar los efectos nocivos y recuperar en forma eventual el balance que se requiere entre los paisajes propios de la región, lo cual constituye el motivo más importante de preocupación respecto al bienestar público.



## Introducción

**E**studios como el de Adger *et al.* [1995] muestran que las decisiones acerca de las circunstancias ambientales y el manejo de las tierras silvestres mexicanas han sido motivo reciente de preocupación por parte de la comunidad científica. En este artículo exploramos nuevas opciones para analizar las fuerzas que mueven dicho manejo, ilustrando estas ideas con un ejemplo especialmente rico en situaciones naturales, oportunidades y amenazas futuras, esto es, la sierra occidental del estado de Jalisco, que a partir de este nuevo siglo, afronta dos tendencias generales en su desarrollo [Navarro *et al.*, 1999], pues parte de las fuerzas sociales que le darán forma considera que esta es una zona marginada de los procesos de crecimiento que mueven a la región del occidente del país. Tal abandono perjudica el bienestar de los habitantes de la sierra, quienes merecen, al menos, la misma plataforma de oportunidades de donde parte el desarrollo de otras localidades regionales. La falta de infraestructura y la baja densidad de población hace, al mismo tiempo, que la sierra occidental sea la única comarca de Jalisco que aún ofrece un panorama esencialmente natural, pese a haber sido poblada desde tiempos prehispánicos y haber tenido tiempos de prosperidad económica al inicio del siglo XVI. Así, proteger este privilegiado rincón es una oportunidad única e irrepetible, que la posteridad demandará de la actual generación, porque ella también tiene el derecho de conocer y disfrutar los paisajes espléndidamente descritos por Rzedowski y McVaugh (1966).

La decisión que hoy apremia puede darse bajo un panorama mejor informado, si disponemos de los elementos necesarios en un contexto de equidad, en el que el criterio fundamental sea el bienestar general de la sociedad, sin comprometer de manera arbitraria y anticipada las opciones que ofrezcan el ficticio atractivo de ser perdurables, eficientes, o ambientalmente sanas, pero debe entenderse que si un curso de acción es deseable para dicho bienestar general, por ese motivo muchas veces también sería perdurable, eficiente y ambientalmente sana; sin embargo, las opciones que poseen estas últimas cualida-

des, por lo general no son en pro del bienestar social. En tal contexto, los recursos naturales tienen, *a priori*, el mismo grado de pertinencia e interés que puedan tener los que no son naturales (financieros, humanos, conocimiento y tecnología, etcétera).

Esta búsqueda de las fronteras del espacio de solución del problema del desarrollo regional queda acotada por las estrechas condiciones que el régimen de propiedad impone, pues al ser privados todos los terrenos (en sus modalidades individual, ejidal y comunal), resulta por demás esperar una atención adecuada a las preocupaciones sobre la calidad ambiental, sus efectos y el ordenamiento territorial del uso del suelo. La falta de un marco institucional que proteja el ambiente y la naturaleza en México cancela aún más las posibilidades de gestión, por la ausencia de códigos voluntarios de comportamiento, la imposibilidad legal de exigir a los usuarios agropecuarios las mismas normas ambientales vigentes para las tierras forestales y la carencia de mecanismos de mercado que estimulen o castiguen las conductas respecto al ambiente o intercambien sus costos y beneficios. En este sentido, cualquier exploración de posibilidades para la zona serrana occidental de Jalisco queda circunscrita a las fronteras de viabilidad que las condiciones del país imponen en el actual momento histórico.

#### La región

La sierra occidental contiene 536 092 hectáreas forestales que representan 64.5% del territorio. De ellas, 48 311 ha (9% del bosque y 5.8% de terrenos) son de productos maderables comerciales, principalmente de bosques templados de coníferas hojosas. La productividad biológica natural es relativamente moderada (1 a 5 m<sup>3</sup>/ha/año), pues las existencias y el ritmo de extracción histórico muestran que es viable mantener los niveles actuales de cosecha e intensidad de manejo, porque existe la oportunidad inmediata de incrementar sustancialmente la tecnificación del manejo forestal en beneficio de la actividad maderera y de algunos asuntos ambientales, que circunstancialmente son los de alto interés regional.

Aunque la actividad de aprovechamiento maderable no presenta riesgos significativos ni impactos serios al ambiente –por su escasa superficie– es de poca relevancia en cuanto a recursos naturales y factores ambientales. El aspecto preocupante de estos últimos consisten en una tasa acelerada de desmonte, producto de varios procesos actuales, como fuego, plagas, ganadería extensiva, desmontes agrícolas y otros.

#### ATRATIVOS

Son temas considerados como riqueza regional:

- Los frutos comestibles, como pitayas y garambullos, entre otros.
- Los agaves para licor destilado (localmente conocido como raicilla).
- Los venados y su cacería.
- Los felinos.
- Las plantas medicinales y ornamentales.
- Los productos maderables no convencionales, como el material para cercas y muebles (equipales) a partir de especies de arbustos de selva baja.
- La industria carbonera establecida.
- El potencial no desarrollado para la apicultura.
- Los peces silvestres en corrientes naturales de agua

#### PROBLEMAS

Son problemas altamente preocupantes en la mente del público, los habitantes locales, la academia y los productores:

- Incendios.
- Plagas.
- Desmontes y cuamiles.
- Contaminación por residuos mineros de actividad actual y de desechos del pasado.
- Caza furtiva.
- Cortes clandestinos de madera comercial y para usos domésticos.

#### MITOS

Son problemas percibidos pero infundados:

- La caída de existencias maderables en el inventario del monte.
- Los efectos ecológicos de la actividad forestal
- La existencia de víboras de cascabel, que no son tan abundantes ni constituyen una amenaza.

**D**istintos participantes en las actividades de la región tienen posiciones encontradas respecto a los siguientes factores:

**Desarrollo carretero.** La reciente pavimentación de la única carretera regional (Talpa-Mascota-Ameca-Guadalajara) y la proyectada continuación hasta el polo de desarrollo regional que representa Puerto Vallarta traerá posibilidades para los productos regionales, sobre todo agropecuarios; favorecerá el turismo rural y ecológico y mejorará los servicios a la población local. Por otro lado, se critica que será la avenida para acelerar el saqueo de las riquezas naturales y la destrucción de la vida silvestre. Además el trazo cruza por áreas altamente sensibles y aparentemente valiosas, como las de bosque mesófilo.

**Infraestructura hidráulica.** Se considera como una demanda de los productores agropecuarios regionales, pero la disponibilidad actual es excesiva, no se está usando plenamente y ha sido fuerte su efecto sobre los valores naturales de los cuerpos de agua y los terrenos ribereños. Este problema se ve acrecentado en la zona de influencia de la presa Cajón de Peñas, cuya cuenca alta es parte de la región de la sierra occidental.

**Tradición religiosa.** Los peregrinos que van al Santuario de N. Sra. del Rosario de Talpa son un importante sostén de la economía de esta población, pues consumen cantidades elevadas de dulce de guayaba (mucho de cuya materia prima es silvestre) y chilte (una goma de chicle natural localmente popular). La desmesurada y creciente demanda de materia prima para estos productos tradicionales lleva a importarla de regiones cercanas, como Vallarta, Aguascalientes y Zacatecas, lo que indica el alentador potencial de los mercados de productos forestales no maderables. También se sabe que la intensa presión de los visitantes excede con creces la capacidad de Talpa para ofrecerles servicios sanitarios y de otro tipo, además, de ser frecuentes las actividades de vandalismo, acumulación de basura e incendios, todo esto provocado por el tránsito de los peregrinos por los senderos en el bosque.

**L**a sierra occidental de Jalisco es por naturaleza, una encrucijada donde, en poco espacio, existen desde ambientes costeros hasta montañas que se elevan por arriba de los tres mil metros, y está poblada por organismos tanto de origen neoártico como neotropical. Lo accidentado del terreno crea una fragmentación natural de los paisajes, por lo que la región se convierte en albergue de múltiples organismos endémicos (CUCBA, 2001), y son patentes los constantes procesos de deterioro, como el fuego, las plagas, los desmontes y los cultivos en terrenos de alta pendiente, problemas que van en detrimento de las cualidades naturales y el atractivo económico de los recursos bióticos regionales, por sus circunstancias y causas están geográficamente separados de los terrenos maderables, que generalmente se encuentran en las partes altas, y son afectados, a su vez, por procesos destructivos que ocurren en las tierras circundantes.

El proceso más preocupante en el interior de las tierras maderables es que más de 50 años de aprovechamientos tecnificados sistemáticos han erradicado el bosque viejo, formado de estructuras sucesionales tardías con excedentes de arbolado de gran tamaño y en plena senectud. Estos bosques viejos son importantes por contener valiosos recursos, en los que la sociedad tiene interés y de los que dependen importantes servicios ambientales; en tanto que la falta de recursos de valor en selvas bajas, encinares y matorrales induce a convertir estas tierras en sitios para ganadería, cuamiles (maizales en terrenos fuertemente inclinados) o, bien, a ser quemadas por vandalismo y otras causas vinculadas con los cultivos ilegales.

Es patente que muchos de los procesos de deterioro son ocasionados por las personas, y también debe ser comprensible que las acciones de estos individuos estén enmarcadas en una situación de desarrollo regional, en la cual Guadalajara y otras metrópolis demandan la salida de los habitantes rurales, ya sea para cubrir las necesidades ciudadanas de trabajo, talento o capital, o para

atender los requerimientos de servicios y productos altamente elaborados que la zona rural precisa. Como se ha privilegiado el desarrollo polar regional, favoreciendo a Vallarta sin considerar las comunicaciones o los efectos que esto tenga sobre la sierra occidental, las poblaciones de la zona no han podido acudir a la propia Vallarta, a Guadalajara ni a otros mercados importantes para comercializar sus productos, ni se han beneficiado de los servicios u oportunidades existentes en estos polos de desarrollo, ni siquiera en la rama turística, que pudiera ver en la sierra una infinidad de oportunidades para el turismo naturista y rural, el campismo, la cacería y otras, que si bien se dan, lo escaso de su monto pone en evidencia las dificultades que la estructura social actual determina.

Al mismo tiempo, aunque parezca absurdo, los centros urbanos como Guadalajara, propicios para formar grupos ambientalistas, a instancia de éstos, emiten iniciativas para acciones de gobierno, que exigen a las zonas con paisaje natural proveer servicios de conservación sin pagar por ellos, sino creando costos de oportunidad sobre las actividades económicas de esas regiones. Esta extraña demanda se ve reflejada financieramente en una pérdida de valor de la tierra, como bien muestran los precios de determinadas transacciones reales recientes en las que se venden terrenos de la sierra en montos ampliamente inferiores al valor de mercado de los inventarios de madera en pie que existen en ellos.

Hay la esperanza de que las tecnologías de manejo de paisaje del tipo presentado por Sessions *et al.* (2000) pudieran emplearse en la región, pues estas técnicas utilizan tratamientos silvícolas que, en lugar de optimizar el desarrollo de la masa maderable, como es usual, se aplican para dirigir conscientemente la estructura y la distribución geográfica de las masas, y la recurrencia de disturbios, generalmente con intenciones de ir recuperando una proporcionalidad de paisajes naturales, que sea adecuada para mantener los servicios ambientales, u otros intereses que se tengan y que puedan convenirse entre quienes poseen tierras o tienen actividades de manejo en ellas.



### Conclusiones

**E**l uso continuado de los recursos de estas tierras es el que, paradójicamente, rediseñando los procedimientos para acelerar la dinámica natural, nos da la oportunidad de reducir las fuentes de riesgo, mitigar los efectos nocivos e incrementar el balance requerido en el abanico de paisajes propios de la región, que es el motivo más importante de preocupación respecto al bienestar público. ●

### Bibliografía

- Adger, W. Neil; Katrina, Brown; Raffaello, Cervigni, y Dominic, Moran. Total Economic value of forests in Mexico, *Ambio*, 1995, núm. 24(5), pp. 286-296.
- CUCBA. 2001. <http://www.cucba.udg.mx/es/divcsbio/depbz/costa.html>
- Navarro, Luis René; Silvia, Anguiano; Abel, Hernández Ugalde; Gerardo, Rico Cervantes; Alfredo, Martínez Velasco; Carlos, Hernández Fonseca, y Antonio, Romero González. "Compleja problemática en los bosques de Jalisco, en peligro de extinción", *El Informador*, núm. 19, abril 1999, pp. 7-10B.
- Rzedowski, Jerzy, y Rogers, McVaugh. *La vegetación de Nueva Galicia*, Ann Arbor, Mich., EUA, 1966, University Herbarium, University of Michigan.
- Sessions, John; Debora, Jonson; Janet, Ross, y Brian, Sarer. "The Blodgett Plan, an Active-Management Approach to Developing Mature Forest Habitat", *Journal of Forestry*, núm. 98(12), 2000, pp. 29-33.



El monóxido de nitrógeno (NO), precursor principal del ácido nítrico, procede directamente en un 80% de fuentes naturales, en tanto que casi todo el NO<sub>2</sub> atmosférico es de origen antropogénico, y por otra parte, la actividad bacteriana que degrada los compuestos nitrogenados representa la principal fuente natural, mientras que la combustión es la mayor fuente antropogénica de óxidos de nitrógeno (Hernández *et al.*, 1994); además, otros causantes de emisiones son los vehículos, la industria, los expendios de gasolina, etc. (Bravo *et al.*, 1991; Cuadri y Sánchez, 1994).

Los óxidos de nitrógeno (NO<sub>2</sub> y óxido de nitrógeno NO) son constituyentes normales de la atmósfera; están presentes en fenómenos naturales, tales como las tempestades o las erupciones volcánicas y sus concentraciones en la naturaleza varían según las condiciones meteorológicas, siendo del orden de 10 a 20 mg/m<sup>3</sup>, pero las de los óxidos de nitrógeno, observadas habitualmente en el aire de las ciudades, son bastante débiles, y es raro que se efectúen determinaciones o, bien, que hayan recibido poca atención (Chovin y Roussel, 1970; Hernández *et al.*, 1994), por lo cual, en este trabajo se analiza la manera como han variado las concentraciones promedio/horario por estación del año de dichos contaminantes en la ciudad de México, durante el periodo 1986-2000 a fin de evaluar con mayor detalle el problema de la contaminación atmosférica en esta área urbana.

#### Los datos

Se obtuvieron los datos horarios, expresados en partes por millón (ppm), de cinco sitios de monitoreo: Tlalnepantla (TLA), Xalostoc (XAL), la Merced (MER), el cerro de la Estrella (CES) y el Pedregal (PED), que integran la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA). El método consistió en agrupar los valores horarios por cada contaminante de acuerdo con las estaciones del año (primavera, verano, otoño e invierno) de 1986 a 2000 y los sitios de monitoreo mencionados anteriormente, y se calculó el promedio/horario por cada estación, pero debido a la heterogeneidad de los registros, se seleccionaron aquellas muestras que presentaron más del 50% respec-

to al mayor número de datos. Después se agruparon por separado cada época del año, el contaminante y el sitio de monitoreo, con el propósito de encontrar las diferencias significativas entre épocas sucesivas para el periodo de estudio; es decir, la concentración promedio/horario del ozono en el verano de 1986 es igual que la observada en el 2000, y la herramienta estadística empleada fue el Análisis de Varianza (Anova) o, en su caso, las Pruebas de Comparación Múltiple Newman-Keuls. Finalmente, se utilizó el análisis de correlación, para conocer el grado de asociación entre los contaminantes atmosféricos antes mencionados.

#### Análisis de varianza (Anova)

Los estudios de varianza realizados comprenden los cinco sitios de monitoreo durante cuatro estaciones del año para los tres contaminantes, que multiplicados nos dan 60 análisis, lo cual representa un total de 1 532 988 datos, pero debido a la magnitud y la extensión del estudio solo se presentan los resultados más importantes, que corresponden a 11 análisis (274 146 datos); sin embargo, en el análisis de correlación son considerados todos ellos, y a continuación se describen los resultados.

#### Resultados

En términos generales, la hipótesis nula de igualdad entre las concentraciones promedio/horario para cualquier contaminante (NO<sub>x</sub> y NO<sub>2</sub>) y cualquier época del año en tiempos sucesivos se rechazó en un nivel de significancia mínimo del 95% (0.05); por consiguiente, se realizó la prueba de comparación múltiple Newman-Keuls, y en la tabla 1 se presentan las diferencias encontradas de las concentraciones en los contaminantes precursores del ozono para los cinco sitios de monitoreo. En el PED, los veranos más críticos se presentaron a principios de la década de los noventa, seguidos de una notable mejoría a mediados y finales de éstas, e incluso en la mayoría de los casos la temporada de lluvias se traslapó en tiempos distintos, a pesar de lo cual, la

1	PED NO <sub>x</sub> VERANO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	11	
		V89	V95	V98	V87	V88	V91	V2000	V97	V96	V99	V93	V92	V94	V90		
		0.032	0.033	0.033	0.039	0.039	0.042	0.043	0.046	0.047	0.047	0.053	0.060	0.061	0.073		
		2155	2212	2120	1579	1979	1919	2135	1814	2195	2247	1740	1569	1991	1948		
2	MER NO <sub>x</sub> INVIERNO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	126	
		I85/86	I86/89	I90/91	I97/98	I96/97	I95/96	I99/2000	I86/87	I84/95	I88/89	I91/92	I93/94	I89/90	I92/93		
		0.046	0.069	0.078	0.082	0.101	0.103	0.104	0.107	0.107	0.109	0.112	0.124	0.132	0.136		
		1298	2100	1866	2052	2073	2123	1118	1797	1780	2038	1302	2050	1751	2064		
2	MER NO <sub>2</sub> INVIERNO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	87	
		I85/86	I86/89	I97/98	I96/97	I99/2000	I90/91	I91/92	I84/95	I90/98	I92/93	I88/89	I86/87	I93/94	I89/90		
		0.023	0.029	0.031	0.032	0.043	0.045	0.051	0.051	0.053	0.056	0.058	0.059	0.063	0.074		
		1263	2180	2119	2133	2118	1623	1348	2001	2148	2134	2039	1801	2118	1786		
3	TLA NO <sub>2</sub> PRIMAVERA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	5
		P95	P91	P89	P87	P98	P93	P99	P88	P86	P97	P94	P90	P2000	P92	P98	
		0.046	0.050	0.051	0.054	0.056	0.056	0.059	0.064	0.065	0.065	0.067	0.067	0.068	0.075	0.077	
		2016	1846	1924	1253	2148	1965	1496	1868	1477	1987	2003	2037	1792	1910	1648	
3	TLA NO <sub>x</sub> VERANO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	65	
		V88	V91	V87	V95	V94	V93	V87	V98	V92	V99	V90	V96	V2000	V89		
		0.039	0.042	0.045	0.045	0.048	0.047	0.047	0.047	0.052	0.056	0.057	0.073	0.074	0.083		
		1783	1523	1825	2184	2055	1553	1853	2253	1247	2216	1991	1925	1480	1727		
3	TLA NO <sub>x</sub> OTOÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	20		
		O84	O86	O91	O97	O88	OTO90	OTO93	OTO87	O85	O89	O2000	O86				
		0.048	0.049	0.061	0.061	0.064	0.075	0.079	0.080	0.081	0.086	0.094	0.097	0.114			
		2063	2133	1176	1980	1934	1353	2079	1531	1911	2065	1942	1213	2127			
3	TLA NO <sub>2</sub> VERANO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	18	
		V88	V97	V98	V95	V99	V91	V93	V87	V94	V90	V2000	V92	V96	V89		
		0.020	0.021	0.021	0.021	0.026	0.027	0.027	0.028	0.029	0.030	0.031	0.033	0.037	0.064		
		1757	2101	2256	2222	2256	1766	1554	1834	2140	1861	1803	1760	2130	1681		
4	XAL NO <sub>x</sub> INVIERNO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	21			
		I89/90	I90/99	I91/92	I97/98	I85/88	I86/97	I92/93	I84/95	I99/2000	I90/91	I93/94	I95/96				
		0.068	0.079	0.081	0.088	0.091	0.106	0.108	0.111	0.111	0.115	0.116	0.166				
		2090	2180	1875	2119	1513	2082	1496	2145	2145	1453	1941	2031				
4	XAL NO <sub>2</sub> OTOÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	25				
		O85	O89	O89	O84	O90	O91	O97	O86	O2000	O95	O92					
		0.042	0.079	0.092	0.092	0.096	0.102	0.104	0.112	0.115	0.122	0.125					
		2073	2035	1314	2002	1311	1568	2120	2133	2098	2126	1807					
5	CES NO <sub>2</sub> INVIERNO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	11			
		I93/94	I88/89	I90/91	I86/87	I89/90	I96/97	I97/98	I84/95	I91/92	I85/86	I92/00	I95/96				
		0.058	0.067	0.069	0.071	0.073	0.074	0.074	0.075	0.079	0.090	0.100	0.105				
		2074	2157	1500	1938	1500	2075	2031	1505	1933	1341	2137	1877				
5	CES NO <sub>x</sub> INVIERNO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
		I91/92	I97/98	I88/89	I86/87	I93/94	I96/97	I92/93	I89/90	I90/91	I84/95	I85/86	I99/2000	I95/96			
		0.035	0.036	0.037	0.037	0.038	0.038	0.040	0.043	0.043	0.043	0.049	0.058	0.057			
		2004	2133	2160	1942	2131	2131	1662	1303	1555	1921	1541	2184	2062			

Tabla 1. Resumen de los resultados Anovas y las Pruebas de Comparación Múltiple de Newman-Keuls para detectar diferencias estadísticas entre las estaciones del año durante el periodo 1986-2000. Los valores asentados en diferente casilla son distintos al nivel mínimo de significación del 95% ( $p < 0.05$ ), y las áreas sombreadas representan los recientes incrementos de los contaminantes aquí estudiados.

tendencia fue ascendente, pero sin alcanzar los valores observados en 1990. En la MER, durante la época fría, los contaminantes precursores del O<sub>3</sub>, alcanzan frecuentemente concentraciones de 0.100 ppm, sobre todo los NO<sub>x</sub>, que a mediados de los años noventa presentaron los valores más altos de contaminación y, a partir de entonces, la tendencia al aumento no parece detenerse. Tan sólo para el invierno 1999-2000, el NO<sub>2</sub> y los NO<sub>x</sub> aumentaron cerca del 50%, comparados con el invierno 1998-1999, porcentajes que representan la mitad de su tendencia actual. La variación de los NO<sub>x</sub> en TLA es semejante a la descripción que se abordó en la Merced, pero es de notarse, que la primavera, el verano y el otoño del 2000 secundan los altos valores encontrados en 1998, 1989 y 1996, respectivamente, en tanto que el NO<sub>2</sub> mues-

tra tendencia al aumento en verano, aunque dicho incremento está por debajo de los valores observados en 1989.

En XAL, las estaciones del año más afectadas son el invierno y el otoño, cuyas variaciones son semejantes a las descritas respecto a la Merced y Tlalnepantla, e incluso también mostró un incremento por arriba del 40% en el 2000, respecto al invierno 1998-1999 y el otoño de 1999. Por último, en el CES, las concentraciones de los NO<sub>x</sub> y NO<sub>2</sub> en invierno muestran un comportamiento similar a las descripciones anteriores y un notable incremento por arriba del 40% en el invierno 1999-2000 respecto al de 1998-1999, que asimismo presentan marcada tendencia al aumento. Los incrementos mencionados líneas arriba se destaca en la tabla 1.

## Análisis de correlación

**E**n términos generales, no se encontró correlación entre los contaminantes precursores ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{NO}_2$ ) y  $\text{O}_3$ ; sin embargo, la relación hallada en los precursores fue positiva -entre 0.65 y 0.92. Por otra parte, los valores de correlación positiva encontrados en los sitios de monitoreo fueron, para el ozono, entre 0.70 y 0.80; los  $\text{NO}_x$  entre 0.33 y 0.55, y el  $\text{NO}_2$  entre 0.40 y 0.62, y a partir de dichos valores se generaron varios modelos de regresión múltiple, para estimar los valores futuros de las concentraciones de los óxidos de nitrógeno, en cada sitio.

En la gráfica A de la figura 1 se muestran las concentraciones promedio de los  $\text{NO}_x$  por estación del año en Tlalnepantla, de 1986 a 2000, y asimismo se presentan las tendencias para el 2001. De acuerdo con el modelo, las variaciones de los óxidos de nitrógeno en Tlalnepantla, influirán con sus correspondientes en la Merced, y éstos a su vez se corresponden con Xalostoc y con la propia Tlalnepantla, en donde, el incremento de las concentraciones de los  $\text{NO}_x$  promueve el aumento de  $\text{NO}_x$  presente en los otros sitios mencionados. Lo anterior podría deberse al efecto combinado del transporte de los contaminantes por el viento dominante del norte (donde se localiza la zona industrial) hacia el centro de la ciudad y a la emisión de fuentes generadoras de contaminantes en cada uno de los sitios.

En la gráfica B de la figura 1 aparece el promedio por época del año de los óxidos de nitrógeno analizados en la Merced entre 1986 y 2000 y, a su vez, se presentan las tendencias para el 2001 modelo similar a la descripción anterior. El incremento de los  $\text{NO}_x$  en la Merced está en función del aumento de los  $\text{NO}_x$  en Tlalnepantla y Xalostoc, y la explicación al respecto es similar a la antes descrita. La gráfica C de la figura 1 presenta el promedio de las concentraciones horarias de los  $\text{NO}_x$  por época del año en el periodo 1986 a 2000 en Xalostoc, así como los valores esperados para el año siguiente. Conforme aumenta el contaminante precursor del ozono en Xalostoc, sus correspondientes en la Merced y el cerro de la Estrella también se incrementarán, pero, al igual que en las descrip-

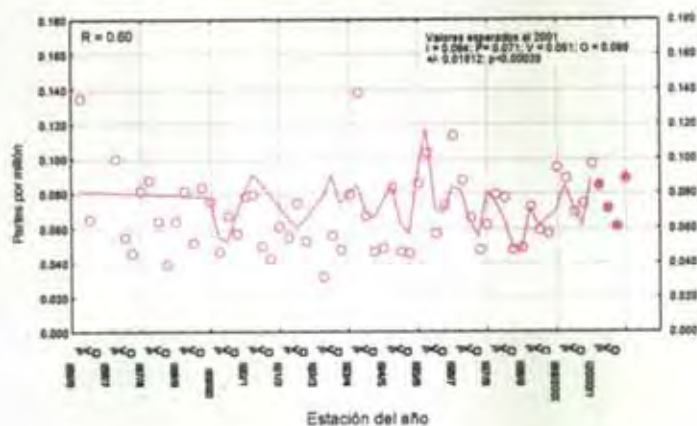
ciones anteriores, no se debe descartar el efecto combinado de las fuentes de emisión generadas en cada sitio y la influencia del transporte de contaminantes por el viento.

La gráfica D de la figura 1 muestra las concentraciones promedio/horario del contaminante precursor del ozono  $\text{NO}_x$  por época en el año en el periodo 1986-2000 en el cerro de la Estrella, así como la tendencia para el 2001. La explicación del modelo sugiere que el incremento de este contaminante presente en el CES, está influido por el aumento de los mismos en Tlalnepantla y Xalostoc, que en apariencia están muy distantes; sin embargo, en el marco teórico, el modelo aclara bien los cambios de los  $\text{NO}_x$ , y la explicación es la misma que se abordó en la descripción anterior.

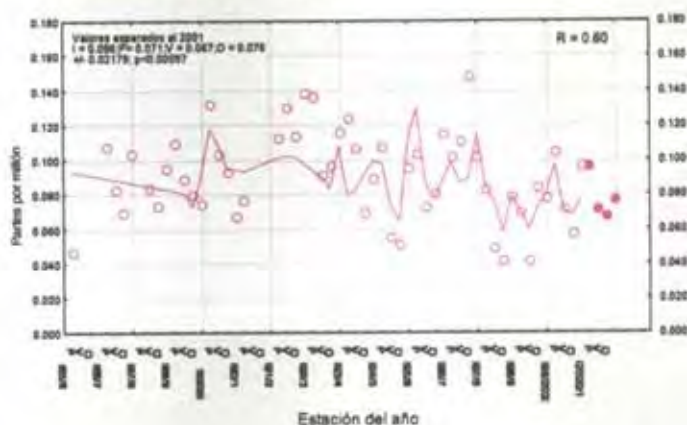
En la gráfica E de la figura 1 se presentan los promedio/horarios por temporada del año del contaminante en estudio para el periodo de 1986-2000 en el Pedregal, y asimismo se muestran las estimaciones para el año 2001. El modelo hipotético asume que el aumento del contaminante precursor del ozono esta influido por el incremento de los mismos en Tlalnepantla, Xalostoc y la Merced, sitios que representan geográficamente los extremos opuestos y el centro de la ciudad de México. Así, la dinámica atmosférica de la Cuenca (que no es un valle), aunada a los cambios de emisión de las fuentes contaminantes, ya sean industriales, de servicios públicos (baños, tintorerías, hoteles, restaurantes, etc.), o de transporte vehicular, posiblemente están ocasionando que la contaminación del aire se distribuya ampliamente en la capital y parte del Estado de México.

En la parte superior de las gráficas de la figura 1 se presentan los valores futuros del contaminante en estudio para cada temporada del año en curso, y de acuerdo con las estimaciones, la concentración de  $\text{NO}_x$  en verano se mantendrá en el Pedregal y descenderá en Tlalnepantla, mientras que en el invierno disminuirá en la Merced, Xalostoc y el cerro de la Estrella. Además, en Tlalnepantla se espera un aumento en primavera y un descenso en otoño, que disminuirá durante estas dos últimas estaciones en Xalostoc. Los valores esperados para el resto de las estaciones del año de este

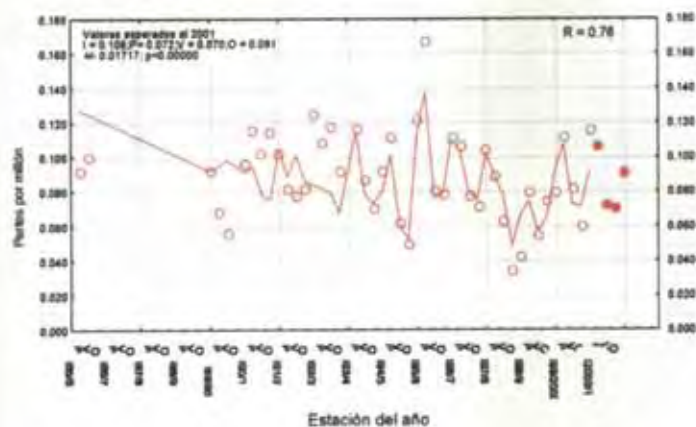
Gráfica A Tlalnepantla



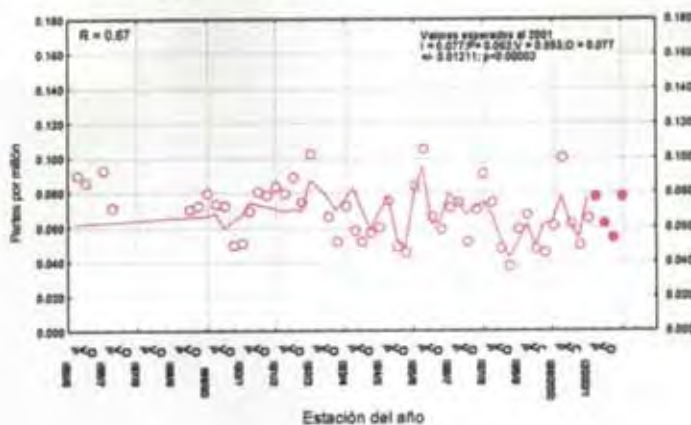
Gráfica B La Merced



Gráfica C Xalostoc



Gráfica D Cerro de la Estrella



Gráfica E El Pedregal



Figura 1. Concentraciones promedio/horario estacional en el periodo 1986-2000. Valores observados de  $\text{NO}_x$  (círculos); líneas continuas (curvas de ajuste  $\text{NO}_x$ ) y valores estimados del 2001 (círculos negros). Los valores esperados se anotan en la parte superior de las gráficas, así como el error estándar y la probabilidad de ocurrencia.

contaminante y sitio de monitoreo siguen diferentes tendencias que, por razones de espacio, no se describen, pero que aparecen en la parte superior de las gráficas de la figura 1, como se mencionó.

#### Discusión

Cada uno de los modelos aquí propuestos hacen suponer que los cambios en las concentraciones de los contaminantes precursores del ozono están influidos por las fuentes cercanas de contaminación entre los sitios de monitoreo y se distribuyen ampliamente en la ciudad de México por el efecto combinado de su transporte por los vientos dominantes del norte de la ciudad y la existencia de fuentes de emisión en cada uno de los sitios. Lo anterior es consistente con la correlación encontrada entre ellos, pero no explica cómo se generan los contaminantes precursores del ozono en cada sitio y, por tanto, la formación de éste, aspecto que corrobora la no correlación observada entre ellos. En consecuencia, cada modelo incluye todos los datos, y esto podría ser una desventaja, debido al interés general que existe por entender el complejo mecanismo de formación de ozono. Por otra parte, en el marco teórico, los modelos cumplen con los supuestos de normalidad y las curvas de ajuste, y aunque no alcanzan a explicar las variaciones extremas, sí describen adecuadamente los valores más centrados. Por consiguiente, los valores esperados podrían no ser exactos o, bien, caer dentro del error estándar, pero aún así será importante verificar en el futuro inmediato las estimaciones obtenidas con los valores reales. Además, los altos niveles de  $\text{NO}_x$  durante el periodo de estudio no parecen tener relación con algunas de las estrategias propuestas para el control del problema atmosférico, entre las cuales se tenía contemplada una reducción de 5.36% (9,505 ton/año) de  $\text{NO}_x$ , como resultado de la aplicación de varias medidas, tales como la elaboración de gasolina de calidad ecológica internacional, y el suministro de ésta sin plomo –Magna–Sin– para los vehículos de 1991 con convertidor catalítico, como continuación del Programa hoy no circula, entre otras (Cuadri y Sánchez, 1994).

#### Conclusiones

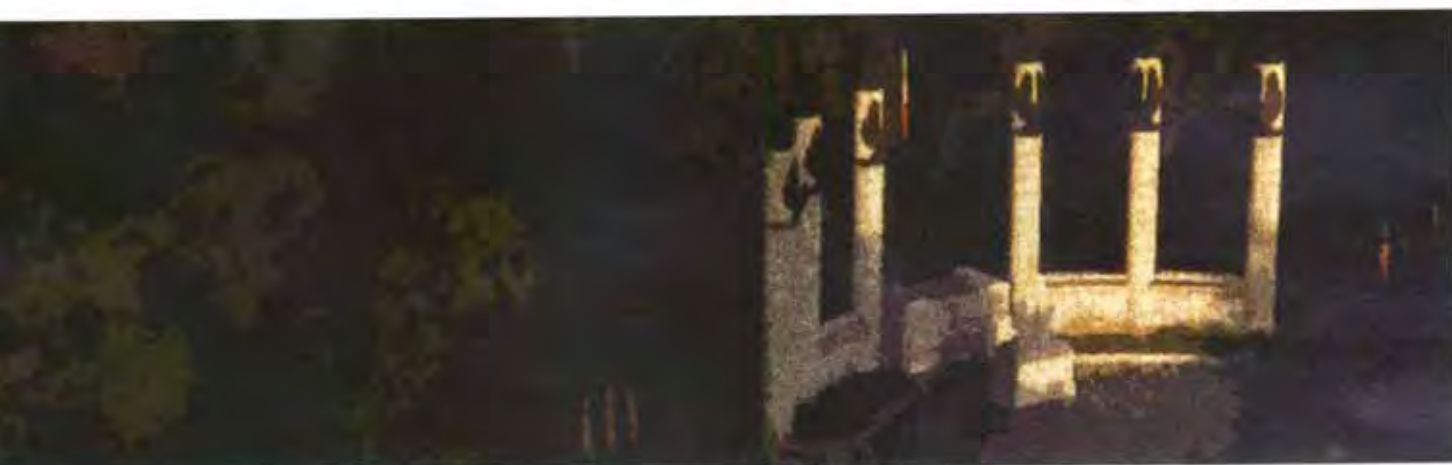
En todos los sitios de monitoreo y durante las cuatro estaciones del año, la contaminación por óxidos de nitrógeno no parece detener su tendencia al aumento desde la década de los noventa. Las concentraciones de bióxido de nitrógeno en invierno han descendido; sin embargo, la propensión actual es al incremento en 87% y 14% en la Merced y el Cerro de la Estrella, respectivamente. Por otra parte, el  $\text{NO}_2$  durante el verano ha disminuido, pero la tendencia se mantiene al ascenso en un 10% en Tlalnepantla, en tanto que la contaminación del aire en la ciudad de México se incrementó notablemente de 1999 a 2000 en todas las estaciones de monitoreo aquí estudiadas. La temporada de lluvias y el invierno son las épocas recientemente más afectadas por la contaminación atmosférica y los sitios de monitoreo más dañados son, en orden decreciente, Tlalnepantla, el cerro de la Estrella, la Merced, Xalostoc y el Pedregal.

A pesar de las desventajas de los modelos aquí propuestos, éstos proporcionan una alternativa en materia de pronóstico a corto plazo, y por último, en este estudio, el análisis de las medidas que se han adoptado en los últimos años con la finalidad de frenar el deterioro de la calidad del aire en la zona metropolitana de la ciudad de México, al menos para estos contaminantes, no muestra resultados muy satisfactorios. ●



## **Bibliografía**

- Bravo, H.; R. Sosa, y R. Torres. "Ozono y lluvia ácida en la ciudad de México", *Ciencias*, núm. 22, 1991, pp. 33-40.
- Cuadri de la Torre, G., y C. L. Sánchez. *La ciudad de México y la contaminación atmosférica*, 1994, Editorial Limusa pp. 6-316.
- Chovin, P., y A. Roussel. *La polución atmosférica*, colección ¡Qué sé!, núm 3, 1970, Ed. Oikos-Tau, pp. 5-128.
- Hernández, E.; J. Piorno; M. T. del Teso, y J. Díaz, "Lluvia ácida sobre España", *Investigación y Ciencia*, 1994, pp, 20-27.
- Flaum J.B.; S. T. Rao, y I. G. Zurbenko. "Moderating the Influence of Meteorological Conditions on Ambient Ozone Concentrations", Technical Paper, *Journal of the Air and Waste Management Association*, vol. 46, 1996, pp. 35-46.
- Piegorsch, W.W.; E. P. Smith; D. Edwards, y R. L. "Smith. Statistical Advances in Environmental Science", *Statistical Science*, vol. 13, núm. 2, 1998, pp.186-208.
- J. H. Zar. *Biostatistical Analysis*, Fourth edition, Prentice-Hall, Inc. 1999.



# La evolución sigue

JUAN CARLOS RAYA PÉREZ





Carlos Darwin acumuló pruebas, recopiló bibliografía, realizó observaciones y escribió su libro *El origen de las especies* a lo largo de más de 20 años, aun cuando sabía que era un tema difícil, una propuesta que no sería bien acogida, tal como ocurrió. Más de 140 años después de haberse dado a conocer la teoría de la evolución, de los grandes avances en la ciencia y la tecnología y de tener más pruebas y evidencias que la apoyan, en algunos lugares, como el estado de Kansas en los Estados Unidos, prohíben su enseñanza, según lo informaron los periódicos del 22 de agosto de 1999.





### La variabilidad en los organismos vivos

**D**arwin propuso que en todos los seres vivos existen variaciones, es decir, diferencias entre unos y otros individuos de la misma especie, y que sobre éstas actúa la selección natural, eligiendo las formas mejor adaptadas al medio y, eventualmente, dando lugar a nuevas especies. La secuenciación de genes y proteínas, así como la obtención de cristales protéicos, nos han permitido conocer estas variaciones moleculares e, incluso, se han podido establecer en muchos casos las relaciones entre las moléculas, como ocurre en el complejo mayor de histocompatibilidad, constituido por proteínas que se asocian con la respuesta inmune y están implicadas en el rechazo de tejidos u órganos. Las proteínas de este complejo son muy distintas entre el ser humano y el ratón, luego de 80 millones de años de divergencia entre estas especies; en cambio, el hombre comparte con los primates superiores los mismos alelos para las proteínas del complejo, lo que indica que el ancestro de ambos ya los poseía y los heredó a sus descendientes.

Las técnicas moleculares han permitido rastrear el origen de las especies hasta miles de millones de años atrás, pues el estudio de múltiples proteínas hace suponer que algunas de estas moléculas ancestrales ya existían en la célula que daría origen a plantas, animales y hongos; asimismo, las proteínas presentes en los animales se han buscado en las plantas, utilizando técnicas de la ingeniería genética, y se han encontrado, entre otros, los llamados receptores tipo serpentina que sirven a los animales como receptores de epinefrina, histamina, hormona luteinizante y paratiroidea. En las plantas, estos receptores parecen intervenir en la percepción de las hormonas vegetales, llamadas citocininas, necesarias para la división celular, por ejemplo en la *Arabidopsis thaliana*, una pequeña planta de laboratorio, se ha obtenido gran cantidad de mutantes, y así una de ellas es verde, aun cuando no esté expuesta a la luz (en ausencia de luz normalmente no enverdecen), y es enana. Estas plantas crecen por lo común cuando se les suple con las hormonas llamadas brasinosteroides. En los animales hay hormo-

nas esteroídes que son muy importantes para el desarrollo del embrión y también para el adecuado funcionamiento de órganos y tejidos en los adultos, como las hormonas sexuales. El gen mutado en *Arabidopsis* es llamado DET2 y resulta muy parecido a la esteroide 5 $\alpha$ -reductasa de los mamíferos, una enzima que participa en la biosíntesis de las hormonas esteroídes, en tanto que las mutantes DET2 crecen como plantas normales cuando se les transforma con la enzima de aquéllos.

Otra semejanza entre las plantas y los animales se da en la reacción celular, ante el ataque de patógenos; el ensamble de la oxidasa en los glóbulos blancos (neutrófilos) es muy parecido al de las células vegetales y aunque no se conoce en detalle, la oxidasa vegetal parece ser muy similar a la de origen animal. Además, en los animales, el ácido acetilsalicílico tiene un efecto antiinflamatorio, el cual inhibe el ciclo oxigenasa que interviene en la producción de prostaglandinas, y también la activación de un factor de transcripción que, como su nombre lo indica, participa en el copiado del ADN en ARN de los genes que también intervienen precisamente en la respuesta inflamatoria. En las plantas, el acetilsalicílico parece actuar de forma similar, inhibiendo la producción de compuestos parecidos a las prostaglandinas (derivados de ácidos grasos en lo que se conoce como la vía del octa-decanoico) y también en la activación de un factor de transcripción, pero se podrían dar muchos ejemplos más que apoyan el origen común de los seres vivos, incluyendo las vías metabólicas, las enzimas y los mecanismos de regulación.

La mutación de un solo gen, que codifica para un receptor de luz conocido como fitocromo, en la *Arabidopsis* puede tener efectos espectaculares sobre el fenotipo (la apariencia) de la planta, en tanto que otro gen llamado TFL1 provoca que ésta tenga una inflorescencia con tallo muy largo y ramas laterales, o, si es mutado, el tallo de la inflorescencia es corto y la planta deja de crecer luego de producir unas cuantas flores.

La mutación de tres genes en un gusano llamado *Caenorhabditis elegans* lo vuelve más longevo, viviendo así casi cuatro veces más que los no mutantes (tipo silves-

tre), mientras que las mutaciones en una proteína llamada opsina, responsable de captar la luz en el ojo, permiten que los organismos se adapten a su ambiente, como en el caso del celecanto, pez famoso por ser considerado un fósil viviente, cuyas mutaciones le permiten ver mejor en su ambiente, a 200 metros bajo la superficie marina, donde penetra muy poca luz, sobre todo la de la calidad (de color azul) a la que están acostumbrados nuestros ojos, pero el pez se ha adaptado a su entorno al tener mutadas estas proteínas, que absorben un poco mejor las longitudes de onda más largas, (hacia el rojo, que es la calidad luz que penetra a tal profundidad).

Un caso muy interesante es el de los criptocromos, presentes en plantas y animales, que son proteínas útiles para captar la luz azul, y en las plantas intervienen en la floración y en el alargamiento del hipocótilo, tanto que en los animales participan en ritmos relacionados con el comportamiento y parecen ser los que captan la luz en sitios distintos a la retina, esto es, si se ilumina durante la noche a una persona en sitios diferentes a los ojos, sin que vea la luz, ésta será capaz de percibir esa luz (aunque no de forma consciente). En este caso, las proteínas parecen haber surgido por eventos evolutivos independientes, es decir, no hubo un ancestro común para plantas y animales. Este es un ejemplo de evolución convergente en dos proteínas que, de manera independiente, evolucionaron para convertirse en fotorreceptores.

Las diferencias entre el teosinte, la planta silvestre que es el ancestro del maíz, y éste, son tales, que durante mucho tiempo se dudó de que el primero hubiera dado origen al segundo, y en este caso podríamos hablar de la aparición de una nueva especie surgida gracias a la intervención humana.

#### Casos fehacientes de especiación

La isla Gran Inagua es la mayor de las Bahamas en el sureste, y hoy en día está habitada por tres especies de caracol del género *Cerion*: A) el *Cerion columna*, que es liso, blanco y triangular en la línea costera norte; B) el *Cerion rubicundum* que vive al sur al interior de la isla, y tiene

nervaduras, además de estar moteado de café, C) que es del tipo enano llamado *Cerion rehderi* y habita en toda la isla, convive con otras especies y es simpátrica respecto a las otras dos.

Los depósitos del pleistoceno y del holoceno en esta isla muestran dos especies fósiles, una grande, lisa, alta, extensamente distribuida en el sur, que se conoce como *Cerion excelsior*, y otra grande también, aplanada de arriba, que probablemente es una especie inmigrante llamada *Cerion dimidiatum*, conocida en Inagua sólo en las rocas de finales del pleistoceno, en la localidad costera del norte. Todas las especies fósiles muestran evidencia temporal directa de hibridización (cruzamiento) con las que residen actualmente en los lugares mencionados.

En la especie *Cerion columna* no varía la forma de la concha en toda su área de distribución, excepto en una zona restringida de la costa norte, en un tramo de 3-5 Km del total de 80 Km costeros, donde el *C. columna* posee un ápice muy aplanado, característica desconocida en la especie, a no ser por presentarse en esta pequeña región, mientras que hacia el este y el oeste hay una rápida transición a la forma ordinaria (aplanada) que aparece en el mismo lugar donde se obtienen los fósiles más planos del *C. dimidiatum*. Este tipo del *C. columna*, moderno y aplanado, es una forma intermedia entre el fósil *C. dimidiatum* y la población ordinaria, alta y con espirales del propio *C. columna*, donde existen tres alelos desconocidos en el grueso de dicha población y están presentes con baja frecuencia entre la que tiene concha aplanada, lo que indica que fueron heredados del *C. dimidiatum*, cuyos fósiles poseen una antigüedad de 13 070 años, y los efectos de la hibridación pueden persistir a lo largo de miles de años después de extinguirse la población que contribuyó con sus genes a los de la población sobreviviente.

Los fósiles de *C. excelsior* aparecen en los sedimentos del holoceno en las islas vecinas a la Gran Inagua, en una de cuyas localidades, ahora habitada por el *Cerion rubicundum*, hay miles de conchas de aspecto variable, que va desde la forma pura del *Cerion excelsior*, pasando por todas las intermedias, hasta las que tienen la forma

típica de la especie viviente del *Cerion rubicundum*. A simple vista salta que las conchas de *Cerion excelsior* están más intemperizadas y erosionadas que las de *C. rubicundum*, e incluso poseen incrustaciones secundarias de carbonatos. Las de *C. rubicundum* inalteradas tienen una apariencia mucho mejor, y las conchas de forma intermedia muestran un estado de intemperización, lo cual sugiere que *C. excelsior* se hibridizó con la especie invasora de *C. rubicundum*, que no se halla en el registro fósil a pesar de su abundancia y amplia distribución actual. La forma intermedia más antigua tiene 16 600 años y la más joven tres mil, por lo que la hibridización entre las dos especies duró 13 mil años. La zona de contacto entre ambas permitió este cruzamiento a lo largo de mucho tiempo, pero la extinción de una de las especies rompió el equilibrio y los híbridos fueron eliminados rápidamente al desaparecer uno de sus progenitores. Si dichos híbridos logran reproducirse entre ellos, pueden propiciar el surgimiento de una nueva población, es decir, de una nueva especie.

Los cíclidos son peces que habitan los ríos y lagos de las aguas cálidas en África, Madagascar, la India, Norteamérica, Centro y Sudamérica. El pez conocido como Óscar y cuyo nombre científico es *Astronotus ocellatus* pertenece a esta familia. En África, en el lago Victoria, habitan más de cuatrocientas especies de cíclidos, número sólo superado en cuanto a diversidad por el lago Malawi. Esta gran cantidad de especies debió evolucionar rápidamente a partir de una sola especie ancestral, tal y como lo apoyan los estudios del ADN mitocondrial de los peces. Se sabe que el lago se secó completamente hace unos 17 mil ó 15 mil años, por lo cual era imposible que sobreviviese algún pez, pero al volver a llenarse llegó una familia de cíclidos y en 14 mil años originó todas las especies presentes hoy día en este cuerpo de agua.

La especie de girasol llamada *Helianthus anomalous* crece en las dunas de arena de Utah y Arizona, y los estudios moleculares indicaban que surgió al cruzarse las especies denominadas *Helianthus annuus* y *Helianthus petiolaris*, que se hibridizan pero tienen como descendencia híbridos estériles. Cruzando estas dos especies en el

invernadero, luego de múltiples intentos se logró obtener la especie *H. Anomalus*, que es capaz de reproducirse entre ella pero no se cruza ya con sus progenitores; es decir, se obtuvo una especie aislada reproductivamente de aquellas que le dieron origen, y el análisis de los cromosomas reveló la pérdida de muchas regiones del ADN proveniente de *H. Petiolaris*, que intervienen en la infertilidad del híbrido. La combinación genética de este heterocigoto de invernadero es semejante a la del que se encuentra en la naturaleza, que se calcula surgió hace unos 100 mil años.

En México, el estudio de 37 pares de especies separadas por el istmo de Tehuantepec ha permitido demostrar que la especiación puede tener lugar por aislamiento geográfico y, así, las poblaciones apartadas por esta barrera han dado origen a especies que, cada una por su lado, siguen ocupando el mismo nicho que su hermana, (podríamos decir que mantuvo su función y su espacio). Aun cuando hace entre 2.4 y 10 millones de años se podían entrecruzar la separación de las poblaciones, debida a la extinción del bosque que cubría esta zona, las ha convertido en especies distintas que ya no pueden reproducirse entre ellas, sin embargo, su nicho ecológico se conserva porque están tan bien adaptadas a ese ambiente que su velocidad de cambio para adecuarse a nuevas situaciones es muy lenta, de tal manera que la mayoría de ellas se extingue antes de haberse adaptado. Sin duda, esto resulta especialmente importante en el presente, cuando la actividad humana ha provocado tales cambios que está llevando al exterminio de muchas de ellas.

Darwin pudo dar una explicación satisfactoria al hecho de cómo se originan las especies, y observó que hay una relación recíproca entre ellas y con su medio; además logró una visión del mundo y de la naturaleza que pocos humanos han alcanzado, pues fue capaz de distinguir la diversidad en la unidad y la unidad en la diversidad, así como las características privilegiadas de los seres humanos por su conciencia e inteligencia, pero también la necesidad de adoptar una actitud menos arrogante, más tolerante y de mayor respeto por todo aquello que nos rodea, especialmente los seres vivos. ●

## Bibliografía

- Cashmore, A.R.; J.A. Jarillo; J. Wu., y D. Liu. "Cryptochromes: Blue Light Receptors for Plants and Animals", *Science*, núm. 284, 1999, pp. 760-765.
- Coyne J. "Speciation in Action", *Science*, núm. 272, 1996, pp. 700-701.
- Darwin, Charles. *Autobiografía*, México, 1993, Alianza Cien, 93 p.
- Ibid.* *El origen de las especies*, Nuestros clásicos, UNAM, 1997, 759 p.
- Doolittle R.F. The Multiplicity of Domains in Proteins, *Annu. Rev. Biochem.*, núm. 64, 1995, pp. 287-314.
- Goodfriend, G.A., y S. J. Gould. "Paleontology and Chronology of Two Evolutionary Transitions by Hybridization in the Bahamian Land Snail *Cerion*", *Science*, núm. 274, 1996, pp. 1894-1897.
- Hong Ma. "A Serpentine Receptor Surfaces in Arabidopsis. Trends in Plant, *Science*, núm. 3, 1998, pp. 248-250.
- Jonson, T.C. y C.A. Scholz; M.R. Talbot; K. Kelts; R.D. Ricketts; G. Ngobi; K. Beuning; I. Ssemmanda, y J.W. McGill. "Late Pleistocene Dessiccation of Lake Victoria and Rapid Evolution of Cichlid fishes", *Science*, núm. 273, 1996, pp. 1091-1093.
- Li, J. y J. Chory. "A putative Leucine-Rich Repeat Receptor Kinase Involved in Brassinosferoid Signal Transduction", *Cell*, núm. 90, 1997, pp. 929-938.
- Low P.S., y J.R. Mérida. "The Oxidative Burst in Plant Defense: Function and Signal Transduction", *Physiologia Plantarum*, núm. 96, 1996, pp. 533-542.
- Peterson, A.T.; J. Soberón, y V. Sánchez Cordero. Conservatism of Ecological Niches in Evolutionary Time, *Science*, núm. 285, pp. 1265-1267.



Viajeros secretos *Los*  
*radioisótopos*

ROCIO BERENICE MENA CORREA Y MARTIN GUEVARA MARTINEZ

S

ería muy interesante descubrir los procesos ocultos y en ocasiones complicados que ocurren a diario dentro de los organismos vivos.

Se ha preguntado, por ejemplo, cómo fluye la sangre en nuestro cuerpo; qué sucede con el agua que bebemos; de qué manera funcionan el hígado, el corazón o el cerebro. Estas preguntas se han contestado gracias, a unos "viajeros secretos" y además

grandes ayudantes, los isótopos, que, pueden llegar hasta los lugares más recónditos de los organismos vivos y descubrir lo que sucede, ya que son tan pequeños que un grano de arena resultaría enorme a su lado. Anteriormente, el microscopio óptico era un instrumento de gran importancia, ya que tenía la capacidad de hacer visible un mundo que para nosotros era invisible.

Resulta en verdad algo maravilloso ver cómo es un cabello humano o, mejor aún, observar un trozo de epidermis. En la actualidad, el microscopio electrónico no sólo revela las formas de vida, sino hasta el tamaño de moléculas como la sangre y átomos de un cristal; no obstante que en los microscopios electrónicos las muestras deben estar prácticamente inmóviles, ninguno ha

podido seguir el movimiento de los átomos que fluyen dentro y fuera de

los organismos vivos. ¿De qué manera metabolizan los animales y las plantas estos átomos que viajan dentro de ellos?; éstos que se absorben del aire y de los alimentos, en el caso de ambos, y es aquí donde entran en acción los isótopos.

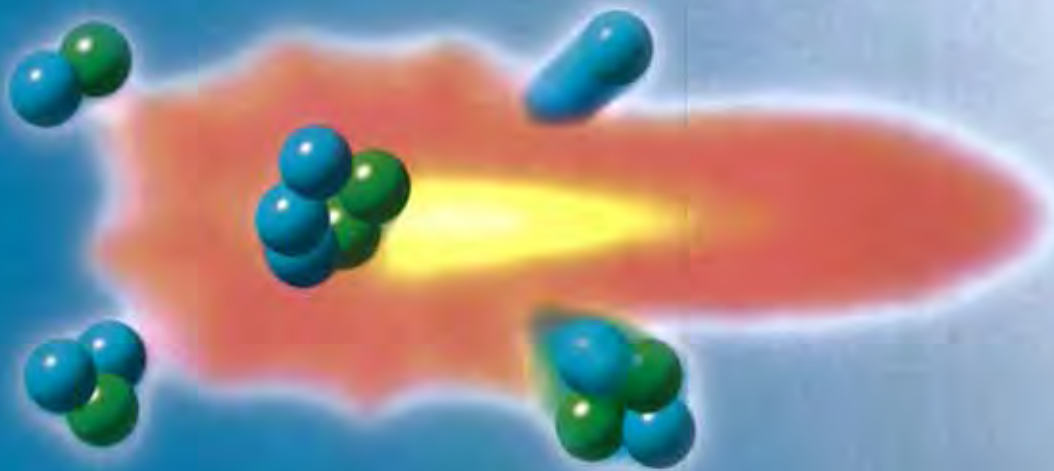


Figura 2. Isótopos del hidrógeno.

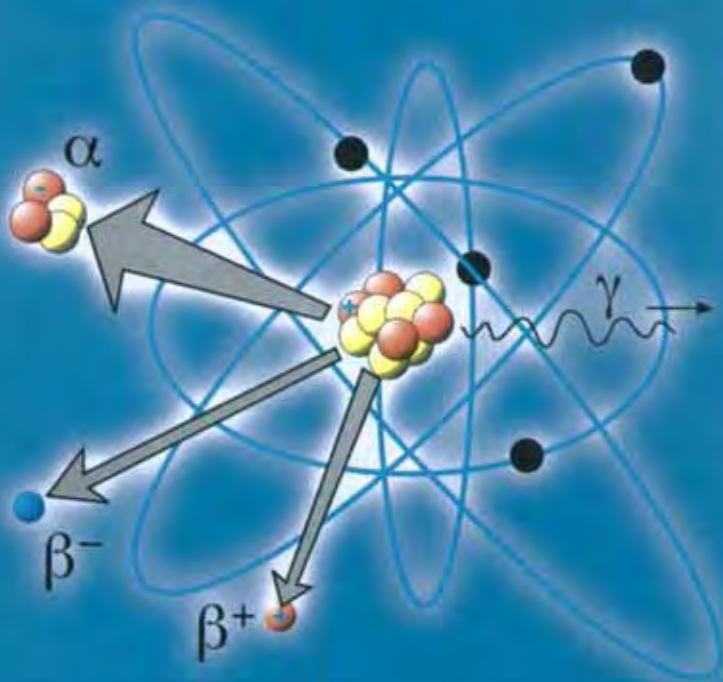


Figura 3. Descomposición de un radioisótopo, emitiendo partículas alfa, beta y rayos gamma (fotones).



Figura 4. Interior de un reactor nuclear se encuentra en una piscina que contiene agua pesada. Aquí también se produce un subproducto de alta energía.

## Átomos, isótopos y radioisótopos ¿hermanos gemelos?

Los isótopos son átomos, "hermanos gemelos" de los átomos comunes que conocemos, por ejemplo, el más sencillo de todos, el hidrógeno, consta de un protón como núcleo con carga positiva y un electrón con carga negativa que gira a su alrededor, tiene dos gemelos o isótopos que son el deuterio (D), que consta en su núcleo de un protón y un neutrón con su respectivo electrón girando; y también está el tritio (T), con un núcleo compuesto por un protón y dos neutrones, así como por su electrón que gira alrededor. De estos dos isótopos del hidrógeno, sólo el tritio tiene la propiedad interesante, de ser radiactivo. Ahora bien, la radiactividad es la emisión de energía en forma espontánea y se da en tres formas, como partículas alfa ( $\alpha$ ) y beta ( $\beta$ ), o en forma de luz, radiación gamma ( $\gamma$ ) y el hidrógeno lo encontramos combinado con el oxígeno para formar agua, el líquido vital de la vida, del cual un sorbo es 99.9% agua ( $H_2O$ ), otra parte es como agua pesada ( $D_2O$ ), muy empleada en los reactores nucleares, y una ínfima porción es conocida como agua tritiada ( $T_2O$ ). Pero, volviendo al agua pesada, los grandes depósitos son los océanos, por la gran superficie expuesta a la radiación proveniente del espacio, que trae consigo partículas de gran energía, como los neutrones, electrones que interaccionan con las moléculas del agua provocando transformaciones nucleares que dan origen a esta agua pesada. No obstante que estas tres formas del hidrógeno son naturales, resultaría poco saludable beber  $T_2O$  puro, debido principalmente a su radiactividad.

Casi todos los isótopos son radiactivos, se les conoce comúnmente como radioisótopos, y cuando se realizan experimentos con ellos se mezclan en proporciones pequeñas con los elementos estables del mismo compuesto; para indicar la ruta de su viaje se utiliza un contador Geiger, instrumento sensible a las tres formas de la radiactividad. Es posible imaginar a los radioisótopos como aquel cocodrilo de Peter Pan, que se tragó el reloj despertador, que indicaba dónde estaba el reptil y, en tal sentido, la emisión de radiactividad de los radioisótopos

indica por dónde van, junto con los átomos estables. Parece increíble pensar que un radioisótopo podría encontrarse en un millón de millones de átomos estables y que un contador Geiger comprobaría su presencia, pues descubriría unos 20 gramos de azúcar radiactiva mezclados en, digamos, mil millones de sacos de azúcar ordinaria de unos 40 kilos cada uno. Algunas veces a los radioisótopos también se les ha dado en llamar espías, pues "ven" lo que hacen los átomos estables, y así, han suministrado pruebas importantes de los elementos que se absorben, del aire, del agua o de los alimentos. La cantidad de los radioisótopos que se mezcla es tan pequeña que permanecen por un periodo muy corto, formando parte del funcionamiento del proceso biológico de que se trate.

## Los experimentos

Existe toda una variedad de experimentos interesantes realizados con los radioisótopos, por ejemplo; el hierro que ingiere nuestro cuerpo, proveniente de los alimentos, permanece en nosotros por un tiempo razonable y para conocer su trayectoria es de gran ayuda el radioisótopo hierro-59, el cual tiene una vida media de 45 años (esto significa que deja de emitir la mitad de sus radiaciones en ese tiempo) y la cantidad que se utiliza de él es de unos cuantos miligramos; además, tiene las mismas funciones que el hierro normal—recordemos que son gemelos—. Al analizar el proceso del radioisótopo se observa que cuando éste se inyecta en una de las arterias del cuerpo humano pasa de inmediato a formar parte de un glóbulo rojo de la sangre, y los átomos del hierro van del bazo a una glándula que se encuentra cerca de los intestinos, en la que se desintegran los glóbulos. El bazo retiene los átomos de hierro de los desechos de los glóbulos, de la misma forma como una madre retira los botones de las prendas viejas; así, del bazo, el hierro pasa al hígado y de allí a la médula ósea, donde se forman nuevos glóbulos rojos con el hierro como parte de los mismos, y de tal modo éste repite su ciclo, comenzando nuevamente en el bazo, ¡interesante! ¿no? Otro experimento lo constituye el agua que bebemos, ya que hay pocas maneras de cono-



cer su curso y a donde va en el inmenso laberinto de venas, arterias y otros conductos de nuestro cuerpo; para saberlo es necesario tragar un sorbo de agua y que en ésta se encuentre una pequeñísima cantidad de tritio (T) que emite radiactividad *beta* ( $\beta$ ), la cual consta de electrones de gran velocidad y se puede seguir su curso con un contador Geiger; de este modo observaríamos cómo el tritio contenido en el agua se mueve en todas direcciones, pasando a ser parte de grasas, carbohidratos y proteínas del cuerpo, y al final se va eliminando en pequeñas proporciones, ya sea sudando u orinando, de modo que al paso de las semanas el agua con el (T) habrá desaparecido de nuestro cuerpo. También, si utilizando agua con sal común y su radioisótopo, el sodio-24, se formara una "mezcla radiactiva" y la bebiéramos, siguiendo su trayectoria con el contador Geiger ésta mostraría que, aproximadamente en 80 segundos, una parte de dicho radioisótopo llegaría a la superficie de la piel como transpiración, y si se continuase con esta demostración por algunos días más, una parte de él llegaría hasta el globo del ojo, otra se mezclaría con el líquido raquídeo, y después más parte se absorbería en la estructura ósea. Todo el proceso anterior sólo dura unos cuantos días, pues los átomos del cuerpo se reemplazan continuamente con otros. Una técnica muy parecida se usa para determinar el volumen de la sangre, y consiste en inyectar en el flujo de la misma una cantidad conocida de algún "trazador", y cuando se ha dispersado uniformemente por todo el sistema circulatorio se extrae una muestra, se mide su concentración en ella y esta medida se utiliza para determinar el valor del volumen total de sangre. Hay personas con un deficiente funcionamiento de la glándula tiroides, y para saber el mal y cómo reacciona ésta, el médico da al paciente un vaso de agua con una solución diluida de Yodo-131, que es radiactivo (su vida media aproximada es de ocho días y emite radiación *beta*), pues dicha glándula tiene preferencia por este elemento más que por otro, pues, de manera normal, existe más yodo en ella que en otra parte del cuerpo. La tiroides tiene la forma de una mariposa cuyas alas están unidas por un puente de tejidos y se encuentra inmediatamente arriba de la garganta; y cuando la glándula está inactiva la perso-

na se siente torpe, se le dificulta coordinar sus ideas y tiene problemas para hablar. En otro caso, cuando la tiroides es muy activa acelera todas las funciones del cuerpo y el individuo se siente irritable y nervioso, pierde peso y la glándula puede hincharse y causar la enfermedad llamada bocio; además, en casos muy extremos, el mal funcionamiento de ésta causa el idiotismo.

Para llevar a cabo un buen diagnóstico se sigue la ruta de los radioisótopos que ha bebido el paciente en la solución con agua, y dependiendo de la rapidez con que la tiroides los absorba puede juzgarse el grado de actividad o inactividad de la glándula. El Oro-198 (con vida media de 2.7 días), que también es un radioisótopo, se aplica en inyecciones y está compuesto por gránulos o semillas, tan pequeños como el ojo de una aguja y cubiertos de platino. Estos gránulos se fabrican primero en oro estable y luego se vuelven radiactivos cuando se les bombardea con neutrones en un reactor; son inyectados por el médico en grupos de 15 gránulos, con una pistola en miniatura en la zona cancerosa, y tienen la ventaja de que no necesitan removerse, además, como son de una vida media muy corta sufren una transmutación a mercurio estable. Así, en vez de obtener oro con metales comunes, como trataron de hacerlo los alquimistas medievales, los sabios modernos de este siglo convierten el oro en mercurio, pero en ese proceso de transmutación salvan muchas vidas.

La fotosíntesis, es decir, el proceso por el cual las plantas verdes utilizan la energía solar para convertir simples compuestos del aire y de la tierra en sustancias complejas y ricas en energía, es considerada como la reacción química más trascendental del mundo; se trata de otro de los procesos que han asombrado a los científicos, pues los experimentos realizados en algas con radioisótopos han demostrado que el proceso fotosintético es muy rápido efectivamente, en unos diez segundos, con la ayuda del dióxido de carbono, se crean más de 20 compuestos diferentes y en unos dos minutos el carbono se incorpora a las moléculas de azúcar. En años pasados, cuando sólo se hacían ensayos químicos, los científicos necesitaban muchas horas de experimentación y observación para

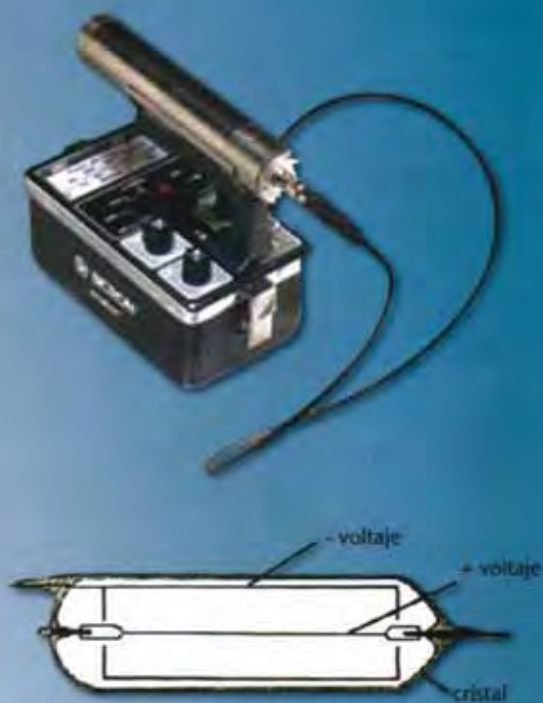


Figura 4. Contador Geiger y sus componentes.

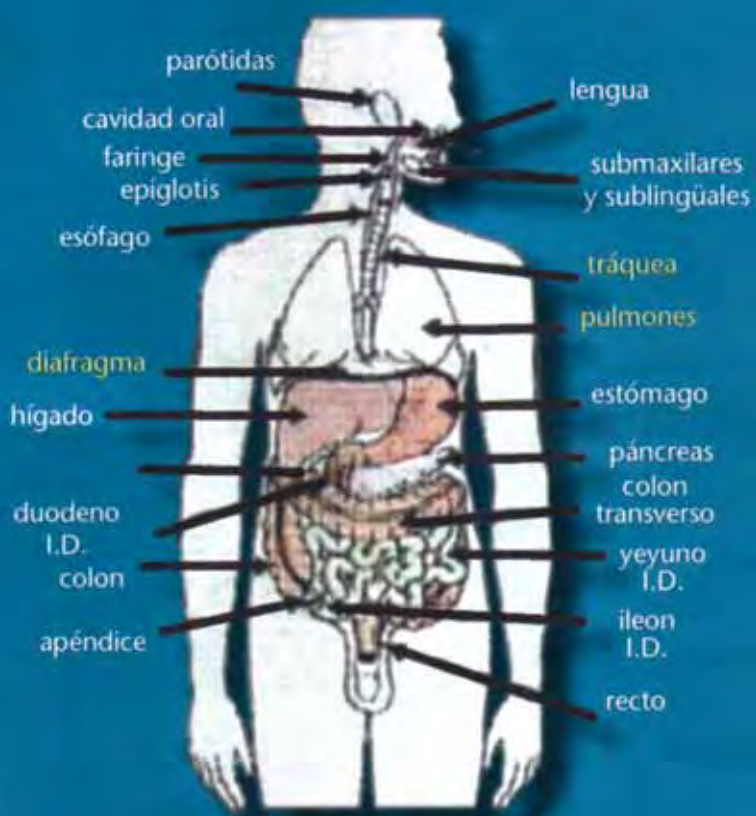


Figura 5. Trayectoria del contador Geiger y la llegada por dentro cuando los radiación.



Figura 6. Usos de la radiación en Medicina, la parte de arriba contiene el radioisótopo que se enfoca sobre la parte afectada del cuerpo.

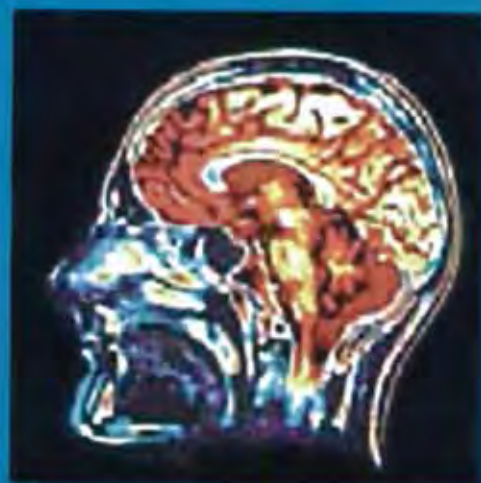


Figura 7. Imagen de un cerebro (cabeza) se produce una cantidad de luz bastante reducida.

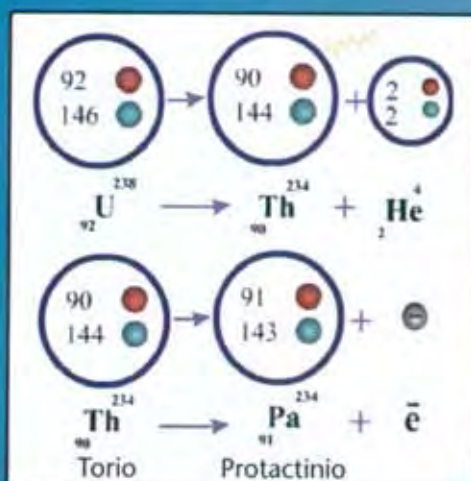


Figura 8. Transmutación del Uranio en otros elementos.

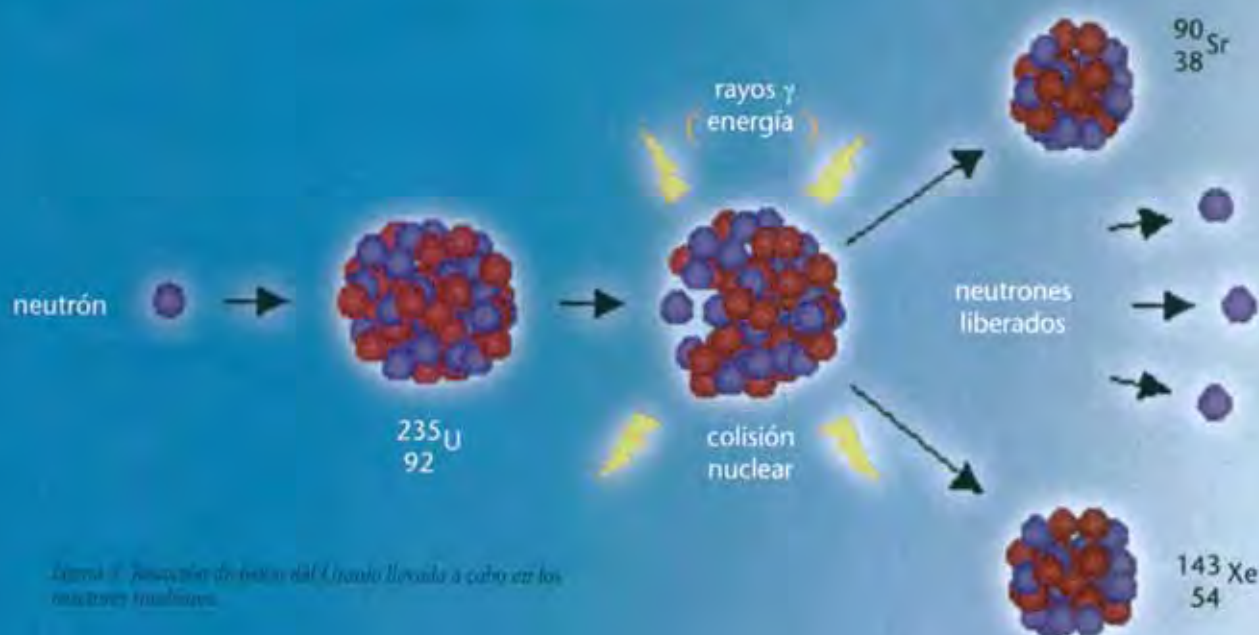


Figura 9. Fusión de isótopos del Uranio llevada a cabo en las máquinas nucleares.

pueden medir el progreso de la elaboración de alimento por las hojas verdes, pero en la actualidad, con los radioisótopos trazadores y otras nuevas técnicas, el tiempo requerido para una investigación se ha reducido a minutos y como se ha visto en algunas ocasiones a segundos. Hoy en día, los investigadores pueden determinar que una hoja verde ha formado azúcar con estas técnicas, en tanto que, hace algún tiempo, se llevaban a cabo experimentos con ratones en el laboratorio, pues se había comprobado que cambiando el hidrógeno ordinario por hidrógeno pesado- el deuterio (D)- en mohos, bacterias

y levaduras se retrasaba el desarrollo de tumores. Esto bien podría ser un buen indicio en la lucha contra el cáncer.

#### ¿Cómo se producen los isótopos?

Como hemos visto, los isótopos pueden existir tanto de manera natural como artificial. Los que existen naturalmente son aquellos que se formaron al mismo tiempo que nuestro planeta Tierra, y los isótopos artificiales o radioisótopos, los que se forman cuando bom-



Figura 10. Sala de radioterapia.

bardeamos con neutrones o partículas cargadas las sustancias que contengan el elemento o "blanco" que se quiere obtener. De esta forma, cuando los neutrones o las partículas interactúan con los núcleos de los elementos que sirven de blancos, se producen otros de carácter radiactivo por reacciones nucleares, pues éstos, al capturar los neutrones, provocan su inestabilidad, que es la radiactividad emitida en las tres formas descritas con anterioridad, y también se forman radioisótopos en las reacciones nucleares de fisión o rompimiento del átomo de Uranio en los reactores nucleares.

En todo ser humano ocurren cerca de 400 mil desintegraciones atómicas cada segundo, y una gran parte de ellas se origina por el carbono-14, o el potasio-40, con vidas medias de más de cinco mil años; sin embargo, no debemos preocuparnos por estas desintegraciones, ya que si observamos lo más pequeño, como una célula corporal que posee un tamaño tan diminuto que es preciso emplear el microscopio para verla, ésta tiene un promedio de 90 millones de billones de átomos. Los átomos que se desintegran en el cuerpo humano son tan sólo una pequeña gota en un gran océano, por lo tanto, no oímos ni vemos o sentimos esas pequeñas desintegraciones, y tampoco necesitamos temerlas. ☺

## Bibliografía

- Asimov, I. *Historia de la energía nuclear*, Madrid, 1985, Alianza Editorial, pp. 37-47.
- Biblioteca Salvat de Grandes Temas, *Los átomos*, Barcelona, 1974, pp. 57-62.
- Bosch, P., y S. Bulbulian. "Pioneros de las ciencias nucleares", *La ciencia desde México*, SEP. FCE, núm. 120, México, 1994, pp. 15-36.
- Bulbulian, S. "La radiactividad", *La ciencia desde México*, SEP. FCE, núm. 42, México, 1991, pp. 39-45.
- Dargie, J. "Las técnicas nucleares y la seguridad alimentaria. Esferas de progreso Boletín OIEA", núm. 42, 2000, p. 23.
- Felder, R. M., y R. W. Rousseau. *Principios elementales de los procesos químicos*, México, 1991, Addison-Wesley Iberoamericana, p. 173.
- Groth, S. "Aplicaciones nucleares en la atención sanitaria, beneficios perdurables", *Boletín OIEA*, núm. 42, 2000, p. 33.
- Lefort, M. "Las radiaciones nucleares", EUDEBA, Argentina, 1962. pp. 39-40.
- Osborne, S. T. *Los átomos y la agricultura*, Comisión de Energía Atómica de los EE.UU., pp. 7-10 [no se indica año de publicación]
- Schubert, J., y R. E. Lapp. *Radiación y radiactividad, qué significan y cómo actúan sobre usted*, Argentina, 1959, Ed. Los libros del mirasol, pp. 147-149.



# Alimento VIVO

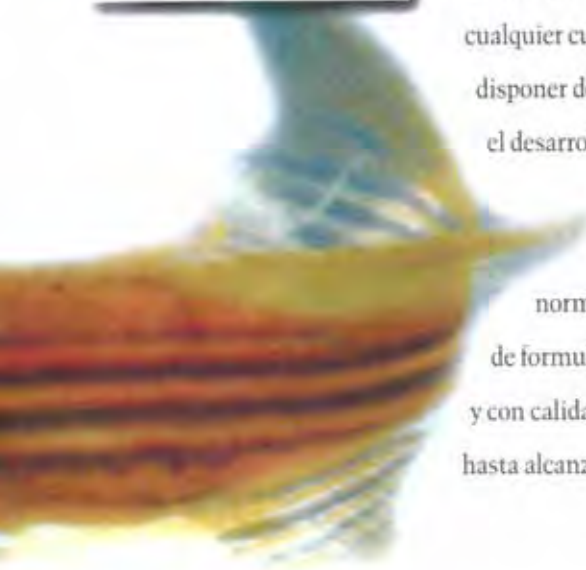
*Importancia y valor  
nutritivo*



JORGE LUNA FIGUEROA

### Introducción

**E**l desarrollo de la acuicultura está condicionado por la disponibilidad de larvas de aquellas especies que el mercado demanda y que, por lo tanto, han de desarrollarse en cantidad y calidad suficientes. Por ello, uno de los factores limitantes de esta actividad es sin duda el relativo a la nutrición, principalmente en sus fases iniciales o larvarias, de tal forma que una alimentación adecuada será la base del éxito de cualquier cultivo. Dependiendo de la especie que se desee cultivar será preciso disponer de los organismos necesarios, situación que se prolonga durante todo el desarrollo larvario y es tanto más crítica cuanto más complicado sea éste, hasta que se alcanzan los estadios poslarvarios que conducen directamente a la etapa juvenil, cuyos ejemplares son capaces, normalmente, de alimentarse de dietas basadas en proteínas animales o de formulaciones inertes, susceptibles de ser manufacturadas en gran cantidad y con calidad aceptable para su crecimiento y engorda hasta la talla comercial o hasta alcanzar la fase de adulto reproductivo.



## Qué es un alimento vivo

**E**l cultivo de alimento vivo surge como una rama más de la acuicultura en la producción de organismos, para no depender de su recolección en el medio natural. El término es utilizado para animales vivos y congelados, ya que se considera que no existe diferencia entre valor nutricional de ambos; sin embargo, algunas especies de peces no comerán alimento animal a menos que éste tenga movimiento. La nutrición larval, más particularmente la alimentación inicial en los estadios tempranos parece ser el principal cuello de botella para el cultivo a escala industrial de organismos acuáticos, pues la dieta natural de la mayoría de los peces y crustáceos de interés para la acuicultura consta de una amplia diversidad de especies del fitoplancton y organismos del zooplancton encontrados en gran abundancia en el plancton natural. Esta abundancia y la enorme diversidad de alimento vivo de diferentes tamaños y composición bioquímica provee máximas oportunidades para encontrar todos los requerimientos nutricionales.

## Importancia y valor nutritivo

**L**a importancia del alimento vivo radica, por una parte, en que posee los cinco constituyentes básicos, es decir, proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales requeridos por los peces y, por otra, en el hecho de que estos organismos constituyen una cápsula nutritiva que por lo general contiene los elementos básicos de una dieta balanceada, con la ventaja de que éstos conservan su valor hasta ser consumidos por los seres acuáticos, lo que generalmente no sucede con los alimentos comerciales, ya que parte de su valor se pierde al ser suministrados en el agua o por las malas condiciones de almacenamiento. La relevancia de contar con alimentos de excelente calidad radica en que la energía incorporada por un organismo mediante su consumo se destina a cumplir con las actividades metabólicas básicas, para después desviar el excedente hacia el crecimiento y la reproducción. Los peces, como todos los animales, re-

quieran de cinco constituyentes básicos en sus dietas, los cuales varían de concentración, dependiendo de la especie y el estadio de vida en que se encuentren. Así, los alimentos balanceados y los organismos considerados como alimento vivo aportan un alto porcentaje proteico a las dietas, en las que se incluye el resto de los componentes en menor proporción, pero asimismo necesitan una fuente de energía para poner en movimiento la maquinaria corporal y también requieren de una cantidad adecuada de aminoácidos esenciales y ácidos grasos para sostener la vida y promover el crecimiento, lo cual es posible obtener en forma directa con el consumo de alimento vivo.

Existe una amplia variedad de organismos considerados como alimento vivo y entre los principales se encuentran: artemia *Artemia salina*, *A. franciscana*, gusano de fango *Tubifex tubifex*, lombriz de tierra *Lumbricus terrestris*, *Eisenia foetida*, pulga de agua *Daphnia pulex*, *D. magna*, larvas de insectos *Tenebrio molitor*, gusano de sangre *Chironomus tentans*, rotíferos *Brachionus plicatilis*, *B. rubens*, gusanos blancos *Enchytraeus albidus*, algas *Spirulina sp.* y larvas de mosco *Culex pipiens*, *C. quinquefasciatus*, por su alto contenido proteico (véanse tablas 1 y 2), elevada disponibilidad y abundancia, tamaño aceptable, cuerpo blando, altas densidades de cultivo, ciclo de vida corto y movimiento. Estos organismos poseen gran valor nutricional, debido a que se emplean en la mayoría de los casos sin experimentar proceso alguno de secado, congelamiento o envasado que haga disminuir su valor original. El alimento vivo no sólo es estimado en gran medida por ser, fisiológicamente, una forma valiosa de nutrimento, sino también un factor conductual importante en la dieta de los peces, ya que en la naturaleza son cazadores constantes, y en los acuarios frecuentemente crecen indiferentes a esa actividad, al ser nutridos con alimentos inertes, originando con ello desequilibrio en su comportamiento, disminución en la brillantez del color, menor actividad, sobrealimentación y poca resistencia a las enfermedades.

Sin duda alguna el alimento es el principal costo de operación en la producción de organismos acuáticos en cautiverio, por lo que es necesaria una información pre-

**Tabla 1. Valor nutritivo de los organismos de origen vegetal, utilizados como alimento vivo para especies acuáticas**

Organismos/Registro	Proteínas%	Grasas%	Carbohidratos%	Fibra%
<i>Spirulina</i> sp.	65.00	4.00	18.21	12.16
<i>Chlorella conductrix</i>	20.00	15.09	47.50	26.67
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	48.10	20.90	14.10	8.70
<i>Nitzschia closterium</i>	14.88	11.09	31.15	21.11
<i>Spirogira</i> sp.	13.40	10.00	34.30	22.90
<i>Ceratophyllum demersum</i>	9.60	5.10	57.00	11.60
<i>Skeletonema costatum</i>	36.20	12.10	10.79	17.33
<i>Chaetoceros simplex</i>	34.30	6.00	10.22	15.11
<i>Coscinodiscus</i> sp.	30.70	5.20	11.75	-
<i>Dunaliella viridis</i>	27.81	28.69	28.41	-

Chinkichi (1963), Sick (1976), Yarkowsky y Tabachek (1979), Watanabe, et al (1983)

**Tabla 2. Valor nutritivo de los organismos de origen animal utilizados como alimento vivo para especies acuáticas**

Organismos/Registro	Proteínas%	Grasas%	Carbohidratos %	Fibra%
<i>Tubifex tubifex</i>	59.34	22.87	6.13	4.21
<i>Culex quinquefasciatus</i>	42.39	10.69	7.68	7.13
<i>Artemia franciscana</i>	54.58	6.16	19.87	3.09
<i>Daphnia pulex</i>	53.57	19.37	4.30	3.50
<i>Daphnia magna</i>	58.75	7.80	11.3	-
<i>Moina</i> spp.	62.50	10.42	15.44	-
<i>Brachionus rubens</i>	57.2	8.7	26.98	-
<i>Brachionus plicatilis</i>	49.10	3.80	25.73	-
<i>Chironomus tentas</i>	47.70	13.80	22.90	4.00
<i>Chironomus plumosus</i>	61.60	2.00	-	-
<i>Cyclops</i> sp.	48.0	21.3	4.4	7.7
<i>Streptocephalus dichotomus</i>	54.71	11.01	7.43	-
<i>Branchinella kugenumaensis</i>	48.21	17.14	8.93	-
<i>Panagrellus redivivus</i>	62.00	24.00	17.00	-
<i>Eisenia foetida</i>	66.30	7.90	14.20	4.11
<i>Dedrodrilus subrubicundus</i>	65.13	9.62	12.11	-
<i>Allolobophora longa</i>	50.43	1.44	12.92	-
<i>Lumbricus terrestris</i>	56.10	2.13	13.05	-
<i>Limnodrilus gotoi</i>	59.6	19.0	-	-

Bernice (1972), Yarkowsky y Tabachek (1979), Watanabe, et al (1983), Stafford y Tacon (1984), Kneriemen (1985).



cisa de las necesidades nutricionales para, entre otras cosas, formular y producir alimentos específicos y cubrir los requerimientos de peces y crustáceos, sin olvidar que los estudios nutricionales deben diseñarse con el objetivo de identificar las necesidades de los organismos y cubrir las principales funciones fisiológicas que van del crecimiento a la reproducción, todo ello sin olvidar que la producción piscícola tiene como fin principal el aumento de peso de los peces en el más breve tiempo posible y en condiciones económicamente ventajosas. El requisito previo para lograr esta meta es cubrir de manera satisfactoria todas las necesidades metabólicas de los organismos, como sucede en la acuicultura intensiva, al proporcionar agua con características fisicoquímicas apropiadas, así como una dieta a base de alimentos especialmente formulados para la especie en cuestión.

#### Función de los constituyentes básicos de los alimentos

**Proteínas.** Se emplean como componentes estructurales de los tejidos blandos y como enzimas, pero también pueden utilizarse como fuentes de energía, si primero se degradan a aminoácidos, y asimismo, se encuentran implicadas en diversas funciones, como transporte celular, fuente de energía, defensa inmunológica y regulación de reacciones bioquímicas. Las proteínas son las constructoras del cuerpo y sirven para reemplazar los tejidos dañados, pues el organismo está consumiéndolas continuamente y requiere sustituirlas para aminorar las pérdidas.

**Lípidos.** Las moléculas de los lípidos (grasas) son especialmente adecuadas para constituir reservas de energía concentrada. Cada gramo de grasa proporciona más de dos veces la energía calórica de un gramo de proteína o de carbohidratos, por lo que se emplean principalmente como reserva energética y aislante de las condiciones externas y también ayudan a producir vigor, nutren a los nervios y son almacenadas como una reserva suplementaria de alimento, la cual puede utilizar el cuerpo en los momentos de escasez. La grasa es normalmente almacenada por los animales



*Artemia franciscana*, considerada el alimento vivo para peces.



*Daphnia pulex*, uno de los alimentos más ampliamente utilizados en acuicultura, de cultivo sencillo y económico.

para los periodos de déficit calórico, y los lípidos son importantes también en ciertos componentes de los tejidos, tales como las membranas plasmáticas, otros orgánulos celulares basados en membranas y las vainas de mielina de los axones.

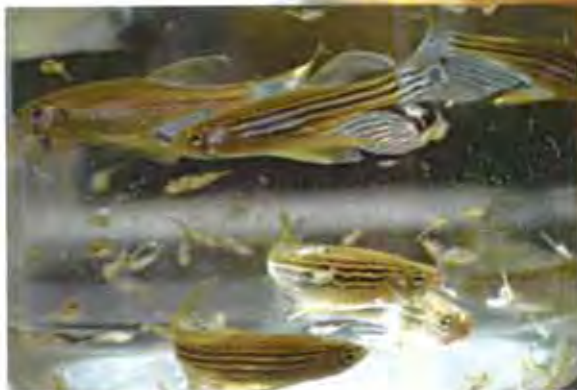
**Carbohidratos.** Son usados principalmente como fuentes de energía química inmediata [glucosa 6-fosfato] o almacenada [glucógeno], e intervienen en la producción de energía, como fuente secundaria después de las proteínas, y en funciones estructurales e inmunológicas. Las principales fuentes de carbohidratos son los azúcares, los almidones y la celulosa, hallados en las plantas, y el glucógeno almacenado en los tejidos animales.

**Minerales.** Intervienen en múltiples procesos metabólicos, como formación de tejido óseo, regulación enzimática, modulación del pH y nivel de hidratación, además de formar parte de múltiples vitaminas y hormonas.

**Vitaminas.** Son un grupo de sustancias orgánicas que el animal no es capaz de sintetizar y que generalmente se necesitan en pequeñas cantidades, para actuar como cofactores de las enzimas y son reguladoras del metabolismo.

#### Utilización e influencia

**E**n particular, la acuicultura ornamental ha sido beneficiada en gran medida por la aplicación de alimento vivo, ya que esta es una actividad económicamente importante por todo lo que representa el manejo de equipo y alimentos comerciales en torno a la reproducción y mantenimiento de los peces, así como a la producción por medio de cultivo o recolección de organismos que sirvan de alimento vivo a las especies destinadas al acuariculturismo. Entre los peces ornamentales de mayor importancia económica y popularidad se encuentran las especies de *Symphysodon aequifasciatus* (pez disco), *Pterophyllum scalare* (pez ángel), *Betta splendens* (pez luchador), *Colissa lalia* (gurami enano), *Moenkahausia sanctaefilomenae* (tetra cristal), *Hyphessobrycon innesi* (neón), *Carassius auratus* (carpa dorada), *Poecilia reticu-*



Pez celno *Brachidanio rerio*, alimentándose con *Artemia franciscana*.



*Lombriz acuática Tubifex tubifex, ampliamente utilizada en la acuicultura ornamental y como indicadora de contaminación.*

*lata* (guppy), *Brachidanio rerio* (cebra), *Astronotus ocellatus* (oscar), *Xiphophorus variatus* (platy), las cuales son trabajadas en cultivo, teniendo como base la utilización de alimento vivo para asegurar su mayor sobrevivencia y mejores tasas de crecimiento y reproducción.

La industria de alimentos es un área de gran desarrollo dentro de la acuicultura, ya que de ella depende gran parte del éxito o fracaso del cultivo de peces y crustáceos confinadas a cautiverio. Es posible encontrar los alimentos comerciales, que han aportado una gran variedad de elementos a la dieta de las principales especies acuáticas comerciales, basándose en el reconocido profesionalismo e interés en el desarrollo de esta actividad. Al respecto, sería interminable la lista de ventajas de su utilización, así como el invaluable aporte de esta industria, sin embargo, es importante mencionar que a pesar de lo anterior aún carecemos de conocimientos en algunos sectores respecto al uso adecuado desde el punto de vista de su manejo, es decir almacenaje, dosis, etapa y hora de aplicación, selección del tamaño de la partícula, y caducidad del alimento. En contraste con el alimento vivo, la fabricación industrial de alimentos para peces ha evolucionado enormemente en los últimos años, debido a la necesidad de satisfacer un mercado cada vez más amplio y diverso por la incorporación de nuevas especies, y así, los alimentos preparados para peces en hojuelas, tabletas, pellets y granulados son una valiosa fuente de nutri-

ción, que contribuye para mantenerlos en buen estado de salud.

Por lo anterior, un programa de nutrición en el que se utilice alimento vivo podría proporcionar excelentes resultados, debido a que reúne los requerimientos nutricionales de los peces para maximizar la sobrevivencia y el crecimiento, al menos durante las primeras semanas de desarrollo. Por otro lado, una posible alternativa sería combinarlo con el de tipo comercial, pues éste tiene la ventaja de proveer mayor variedad de productos alimenticios para asegurar resultados favorables, proporciona abastecimiento en caso de fracasar la producción del alimento vivo, y probablemente sea menos traumático en la transición para los organismos nutridos con éste último y posteriormente con una dieta artificial exclusiva. En conclusión, el propósito general del presente trabajo no es limitar las especies que pueden ser empleadas como alimento vivo para peces o crustáceos, ya que existen muchas otras que no han sido mencionadas, pero que sin duda reúnen las características apropiadas para formar parte del recurso natural llamado alimento vivo; por el contrario, el objetivo es estimular a los aficionados y profesionales de la acuicultura a desarrollar y utilizar sus propios cultivos, con lo cual será posible maximizar los recursos e influir en las áreas críticas del desarrollo de los peces y crustáceos en condiciones de cultivo. ☺



Lombriz de tierra *Eisenia foetida*, elemento importante de la dieta de peces, aves, cerdos y batracos.

## Bibliografía

- Amat, F. "Cultivos auxiliares: fitozooplankton-zooplankton", en *Lecturas sobre 1er curso teórico y práctico sobre acuicultura.*, Madrid, 1985, Ed. Sec. Gral. Tecn. MAPA, pp. 305-319.
- Bernice, R. "Biochemical Composition of *Streptocephalus dichotomus* Baird\*, *Branchinella kugenumaensis* (Ishikawa) (Crustacea: Anostraca)", *Hidrobiología*, 1972, núm. 39, pp. 155-164.
- Chinkichi, O. "Studies on the Chemical Composition of Some Natural Foods of Aquatic Animals", *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 1963, núm., 29, pp. 459-462.
- Knieriemen, K.D. "Biomass Production Through the Propagation of Thermophilic Earthworms. a Contribution to the Utilization of Organic Wastes", *Animal Research and Development*, 1985, núm. 21, pp. 112-127.
- Randal, D., W. Burggren, y K. French. *Eckert Fisiología Animal. Mecanismos y Adaptaciones*, cuarta ed. Madrid, España, 1998, McGraw-Hill Interamericana, 795 pp.
- Sick, L.V. "Nutritional Effect of Five Species of Marine Algae on the Growth, Development and Survival of the Brine Shrimp *Artemia salina*", *Mar. Biol.*, núm. 38, 1976, pp. 69-78.
- Sorgeloos, P. "Live Feeds and Their Substitution Products for Larval Nutrition of Fish Shrimp and Prawn", *Memorias I Congreso Ecuatoriano de Acuicultura*, 1992, pp. 25-36.
- Stafford, A.E., y J.G. Tacon. "Nutritive Value of the Earthworm, *Dendrodrilus Subrubicundus*, Grown on Domestic Sewage, in Trout Diets", *Agricultural Wastes*, núm. 9, 1984, pp. 249-266.
- Yurkowsky, M., J.L. Tabachek. "Proximate and Aminoacid Composition of Some Natural Fish Foods", *Proc. World Symp. On Finfish Nutrition and Fishfeed Technology*, Hamburgo, Alemania, 1979, pp. 435-448.
- Watanabe, T.; C. Kitajima, y S. Fujita. "Nutritional Values of Live Organisms Used in Japan for Mass Propagation of Fish: A Review", *Aquaculture*, núm. 1983, pp. 115-143.



## Los Cometas como originarios de las aguas y de la atmósfera terrestre



**S**i todo marcha bien, cuando salga este número de *Ciencia y Desarrollo* la astronave automática llamada CONTOUR (por COMet Nucleus TOUR) ya se habrá lanzado de Cabo Cañaveral y se hallará en camino para su encuentro con dos famosos cometas: el Encke y el Schwassmann-wachmann 3 (abreviado, SW3). Su propósito es acercarse a los cometas mencionados y estudiar lo relativo a sus núcleos y comas, es decir, las atmósferas que envuelven a los núcleos, las cuales renacen cuando los cometas se acercan suficientemente al Sol.

Muchos astrónomos consideran ahora la posibilidad de que los cometas colisionados con la Tierra en tiempos pasados sean, en gran parte, responsables de la existencia de sus océanos, de su atmósfera y hasta puede ser, de la propia vida en nuestro planeta; de ahí el interés por analizar la constitución de estos dos cometas que pronto se aproximarán a la Tierra, mediante el envío de una astronave equipada con los instrumentos necesarios para ello.

Si pensamos en los mares de la Tierra, nos impacta la inmensa cantidad de agua contenida en ellos; sin embargo, en proporción al tamaño de nuestro planeta, los mares no son más que una insignificante porción de la masa terrestre, y esto se demuestra con una sencilla analogía: tomemos una toronja y sumerjámosla en agua; al sacarla, dejemos que gotee unos segundos y observemos

la película de agua que la cubre; esa película de agua representará en proporción, a todos los mares de nuestro planeta...

La CONTOUR, construida por Applied Physics Laboratory de la Universidad Johns Hopkins y costeaada por la NASA, tiene la forma de un prisma octagonal cuyas caras laterales están cubiertas de celdas solares para cargar sus baterías; su masa es de casi mil kilogramos y el cohete de lanzamiento es un Delta II con solamente cuatro cohetes auxiliares de combustible sólido en vez de ocho, dada la relativamente poca masa de la CONTOUR, diseñada bajo el criterio de la NASA consistente en lograr la máxima economía sin pérdida de calidad.

Primero la astronave entra en una órbita baja fuertemente elíptica en la que permanece seis semanas, durante las cuales se prueban sus cámaras, detectores y sistemas; para estas fechas su motor, un Star 30 de combustible sólido, la habrá lanzado hacia una órbita mayor en torno de la Tierra a la que se aproximará en cuatro ocasiones, siendo la primera en agosto 15 de 2003; acto seguido visitará el cometa Encke, su acercamiento será por el frente del cometa hasta llegar a unos 100 kilómetros del núcleo, el 12 de noviembre de ese año; la astronave tomará la información mediante sus detectores hasta pasado el cometa y seguirá detectándolo por detrás. El segundo acercamiento

to de CONTOUR a la Tierra ocurrirá en agosto de 2004 y será cuando entregue la información. Después de haber vuelto a pasar cerca de la Tierra, en febrero de 2005 y febrero de 2006, el 19 de junio de ese año la CONTOUR se aproximará al cometa SW3 y lo estudiará para después acercarse por última vez a nuestro planeta y transmitir su informe, como en las anteriores ocasiones, mediante la red de radiotelescopios de la NASA.

Con objeto de economizar energía y gastos de operación, la CONTOUR, durante los periodos de inactividad permanecerá operacionalmente en "hibernación", modo en que todos los sistemas se apagan, con excepción de los calentadores y, desde luego, sus radiorreceptores; así los gastos de operación se reducen grandemente.

Para proteger la CONTOUR, durante sus encuentros con los dos cometas, del polvo y partículas cometarias, cuya velocidad puede llegar a 30 km/s, la superficie frontal octagonal de la astronave está cubierta con 30 centímetros de Nextel, material amortiguador adherido a dicha superficie, estando de por medio una capa de Klevar a prueba de balas.

En ese frente van tres de los principales instrumentos: El Comet Impact Dust Analyzer (CIDA) que detectará todos los elementos y muchos compuestos del polvo, partículas y hielo de la Coma, cuando este material choque contra una placa de plata en el instrumento y al hacerlo se ionice. Tal vez el CIDA detecte moléculas orgánicas que, como algunos científicos piensan, podrían haber llegado a la Tierra en cometas anteriores originando así la vida en nuestro planeta.

Complementa a este instrumento el espectrómetro de masa para analizar gases neutrales y algunos iones ligeros; con él se podrá estudiar la química de las sustancias que componen las comas de ambos cometas.

El tercer instrumento es una cámara que se asoma hacia el frente mediante un espejo en forma de cubo capaz de girar como revólver, para que cuando una de sus caras se deteriore por el choque de partículas, se gire y presente otra todavía virgen.

El cuarto aparato es el espectrógrafo de imagen remota, que "mira" por un lado de la astronave para evitar el



daño de sus filtros de colores, y además, cuenta con otra cámara de video que también capta lateralmente.

Una de las muchas determinaciones que se podrán hacer, será encontrar la relación deuterio-hidrógeno en las atmósferas cometarias y compararla con la que guardan nuestros océanos; si la relación es la misma, se puede suponer que los cometas han dado origen a gran parte del agua de nuestros mares.

Los cometas a estudiar son muy distintos; el Encke tiene una órbita no muy elíptica alrededor del Sol, con el período cometario más corto, de solamente 3.3 años, y aunque no es visible a simple vista, es seguramente el cometa más visto por los astrónomos, pues sus apariciones son frecuentes y suman ya más de 50. Por ser un cometa viejo, se piensa que ya habrá perdido casi todos sus hielos después de haber pasado tantas veces cerca del Sol.

En cambio, el SW3 es un cometa relativamente nuevo, descubierto en 1930, con una órbita bastante elíptica, período de entre 5 y 6 años y cuyo núcleo a mediados de los años noventa, se partió por lo menos en 4 pedazos, como sucediera también con el cometa West hace ya muchos años; por ello, el CONTOUR podrá estudiar al cometa SW3 que llega a pasar relativamente cerca de la Tierra y tomará imágenes del interior de su despedazado núcleo, que a penas se mantiene unido por su muy débil fuerza de gravedad. Estas imágenes serán verdaderamente reveladoras de lo que hay en el interior de los núcleos cometarios.

Una de las garantías del éxito de esta misión consiste en que quienes la operan son los mismos que posaron la astronave NEAR sobre el pequeño asteroide Eros a principios de 2001, suceso casi imposible de lograr. Si este mismo equipo cumple con los objetivos de la misión en los dos cometas, dentro de pocos años sabremos mucho más sobre el origen de nuestros mares, de la atmósfera terrestre y tal vez también lleguemos a saber algo más sobre nuestro propio origen... ●

*Nota: para mayor información, visitar en la Red la página [www.contour2002.org/](http://www.contour2002.org/)*

**E**n septiembre termina el verano y comienza el otoño; también, en la meseta central de la República Mexicana terminan las lluvias y comienzan las noches despejadas, bellas noches de octubre en las que se aprecia, si nos salimos de las ciudades, la Vía Láctea, que corresponde al plano de nuestra galaxia, en todo su esplendor de suroeste a noreste.

Podemos apreciar en el hemisferio norte, las constelaciones-pájaros, El Aguila persiguiendo a El Cisne, casi sobre nuestras cabezas, con sus respectivas estrellas principales de primera magnitud, Altair y Deneb. Estas dos estrellas forman un triángulo con Vega, de la constelación La Lira, estrella que se encuentra más hacia el oeste.

En el hemisferio sur tenemos muy al suroeste, la constelación Scorpius, el Alacrán, con Antares, la gigante roja en su corazón y poco más arriba y hacia el sur, la constelación Sagittarius, el Flechador, constelación que tiene forma de tetera con su pico hacia el oeste.

Justo arriba de Sagittarius, un poco al oeste, se encuentra la parte central o núcleo de nuestra galaxia, donde parece ser que reside un Hoyo Negro...

### Septiembre

**L**os planetas gigantes del sistema solar Júpiter y Saturno, son visibles en la madrugada, una hora antes de que salga el Sol.

El día primero de septiembre, Mercurio se halla en su máxima elongación este, a 27 grados del Sol; visible al oscurecer en el oeste bastante bajo en el horizonte.

Los planetas Venus y Marte no son visibles por su aparente cercanía detrás del Sol.

El día 22, a las 23 horas, ocurre el Equinoccio de otoño en el hemisferio norte. Es la fecha en que el día y la noche duran lo mismo en todo el mundo. Es la entrada del otoño en nuestro hemisferio; en cambio, en el hemisferio sur, comienza la Primavera.

## Un paseo por los cielos de septiembre y octubre de 2002

### Octubre

**E**l día 4 se puede considerar como el comienzo de la Era espacial en nuestro planeta; ese día en 1957, los soviéticos colocaron en órbita terrestre el primer satélite artificial, el Sputnik I.

Este mismo día, el asteroide o pequeño planeta Ceres se encuentra en oposición. Ceres fue el primero descubierto, de los miles de asteroides que orbitan alrededor del Sol, entre las órbitas de Marte y Júpiter; el primero de enero de este año, en el observatorio de Palermo, Sicilia, se conmemoró su hallazgo, hecho por el astrónomo italiano Piazzi hace ya poco más de 200 años.

El día 10, Mercurio estará a 2.8 grados de Marte, ambos en la mañana, visibles al este media hora antes de la salida del Sol.

El 13, Mercurio se halla en su máxima elongación oeste, a 27 grados del Sol, visible sobre el horizonte en el este, media hora antes de que salga el Sol.

El día 23, astrológicamente, el Sol entra en la constelación Scorpius, pero en la realidad, por la precesión de los equinoccios, el Sol todavía sigue en la constelación Virgo.

### Lluvias de estrellas

**E**n el bimestre ocurren 7 lluvias de estrellas; las más importantes son las Oriónidas, originadas por los despojos del cometa de Halley. Son estrellas fugaces rápidas, con velocidades de entrada a la atmósfera terrestre de 66 Km/seg., por lo que dejan estelas brillantes y a veces persistentes. Es una lluvia que se extiende de principios de octubre a principios de noviembre, siendo su máximo alrededor de la noche del 17 al 18.

Debido a que la Luna es llena el 21, las condiciones no son favorables este año para su observación.

### COORDENADAS DE LOS PLANETAS DISTANTES (Al 30 de Septiembre)

	Ascensión Recta	Declinación
Urano	21 horas 51' 44"	-13 grados 46' 47" (en Acuario)
Neptuno	20 horas 42' 51"	-18 grados 07' 52" (en Capricornus)
Plutón	17 horas 00' 08"	-13 grados 09' 58" (en Ophiuchus)

### Fases de la Luna

	Perigeo día/hora	Apogeo día/hora	Nueva día/hora	Creciente día/hora	Llena día/hora	Menguante día/hora
Sept.	7/21	22/21	6/21	13/12	21/08	30/21
Oct.	6/07	19/23	6/05	13/00	21/01	28/23



## Ciencia, prensa y vida cotidiana

*...si hubiera sabido explicar en qué consiste que el chocolate dé espuma, mediante el movimiento del molinillo; por qué la llama hace figura cónica, y no de otro modo; por qué se enfría una taza de caldo u otro licor soplándola ni otras cosillas de éstas que traemos todos los días entre manos.*

José Joaquín Fernández de Lizardi. *El periquillo sarniento*

**E**l año pasado alcanzamos la Odissea del siglo XX; entre los protagonistas de sus aventuras más complejas y determinantes figura la ciencia, y entre los más excitantes se encuentra, sin asomo de duda, al cine, el cual, durante sus balbuceos, fue conocido por su nombre completo de *cinematógrafo*. Este precoz adivinaba desde entonces que el poder a él conferido rebasaba los límites de tiempo y espacio conocidos por el hombre, se trataba de una nueva forma de la poesía, de una puerta que facilitaba el conocimiento de los sueños de los otros, y de paso, claro, de alguna que otra pesadilla. Entre sus ambiciones se perfilaba la noción de fuente para la historia y la posibilidad de vencer los límites de la comunicación entre los pueblos. Para observar lo anterior y, al mismo tiempo, para divertirse un tanto con la sensación de que las vidas –los prejuicios y las seguridades– parecen repetirse, traemos a esta *Alaciencia* unas cuantas notas sobre el cinematógrafo, las “vistas” y los programas que fueron publicadas en *El Chisme*, *La Voz de México*, *El Universal*, *El Entreacto*, *El Diario del Hogar* y *El Imparcial*, entre 1899 y 1905. En particular nos ha parecido curiosa la nota sobre la película del Papa León XIII, ya que a poco más de cien años de

distancia, el entusiasmo del autor no difiere mucho del que nos han tratado de contagiar los actuales comunicadores a propósito de las visitas de Juan Pablo II a nuestro país. Igualmente resultan interesantes tanto la anticipación a los cursos a distancia, que imaginaron los cronistas decimonónicos al considerar las posibilidades del cine como herramienta escolar, como la pasión declarada por Amado Nervo en sus reflexiones enriquecidas por la experiencia parisina. Lo cierto es que el cine ofrece testimonios que regresan a él para contarse a sí mismo, tal es el caso –y va la propaganda como que no quiere la cosa– de la cinta *El cometa*, de María Sistaeh y José Buil (los actores principales son Diego Luna y Ana Claudia Talancón), que se realizó precisamente con el fin de conmemorar la llegada del cinematógrafo a nuestro país. Con el mismo afán Felipe Garrido compiló una serie de textos periodísticos sobre los primeros años del invento y formó un grueso libro que editó el CONACULTA y lleva el título de *Luz y sombra*. De este volumen hemos extraído los cinco artículos de esta entrega para mostrar al amable lector que desde sus orígenes el cine no ha soltado la mano de su hermana mayor doña ciencia. ●



### Espectáculos modernos

En la calle del Coliseo, precisamente frente al teatro Principal, se ha establecido un salón de variedades en donde se presenta un espectáculo verdaderamente agradable y original. La diversión está dividida en tres partes. En la primera se admiran hermosísimas vistas disolventes de un efecto sorprendente y que por sí solas arrancan el aplauso del espectador.

Después funciona el cinematógrafo, presentando cuadros científicos, artísticos, dramáticos, cómicos, etcétera, en los que se puede apreciar hasta el más mínimo detalle.

Para terminar, se exhibe la *Venus ondina*, que causa una ilusión sorprendente. Simula salir del fondo del mar, y queda suspendida en los aires, recita conmovedor monólogo y después, lentamente vuelve a hundirse en las ondas.

Esta exhibición es de gran atractivo, y el público, ávido de presenciarla, llena noche a noche aquel misterioso salón.

El Chisme,  
19 de abril de 1899.

### Salón de conferencias ilustradas

A fines de la presente semana, o a principios de la entrante, quedarán terminadas las obras materiales del nuevo departamento que se ha estado construyendo en el piso bajo el edificio que ocupa la Escuela Nacional Preparatoria, para las diversas conferencias ilustradas que se van a dar a los alumnos de ese establecimiento.

El salón tiene una longitud de unos doce metros, por cinco de latitud y otros tantos de altura. Las paredes están pintadas al óleo, de blanco; en la parte posterior del salón y a una altura de dos metros, queda la plataforma aérea que se va a utilizar para la colocación de los aparatos científicos. La gradería, que es la única cosa que falta por instalar, llegará a unos cuatro metros cerca del muro del frente, en el que se harán las proyecciones con los aparatos.

Éstos consistirán en cinematógrafos y linternas foto-eléctricas, un microscopio de proyección y una mesa para los trabajos de preparación y experimentación.

La plataforma aérea desaparece entre los cortinajes negros que la envuelven, perforados para que pase la luz que se refleja en una pared del frente, que es enteramente blanca.

En el salón de conferencias ilustradas, se darán las clases correspondientes a las conferencias orales, debiendo tratarse de diversos asuntos, por medio de las proyecciones cinematográficas.

Al presente, cuenta la escuela con más de mil vistas de colores que tratan asuntos científicos, habiendo colecciones de historia natural, de física, meteorología, astronomía, historia, etcétera.

A medida que pasan los días, la misma escuela va adquiriendo nuevas vistas de ilustraciones que van a servir mucho para el pronto aprendizaje de las materias que se enseñan en el plantel.

*La Voz de México*, 30 de marzo de 1900.



### *El cinematógrafo en las escuelas*

Para el mes de julio próximo serán dotadas las escuelas primarias del gobierno en esta entidad, de cinematógrafos, destinados a la enseñanza objetiva de historia natural.

Se pondrán a la vista de los alumnos los episodios más culminantes de todas las épocas históricas, haciendo el profesor las correspondientes explicaciones orales.

*El Universal*, 5 de mayo de 1900.



### *El Palacio Encantado*

Hemos tenido la oportunidad de visitar este centro de variedades recomendable a las familias. Allí se exhibe el cinematógrafo Lumière con vistas escogidas, entre las que figuran las de la última Exposición de París, muy notables. Hay un malabarista y prestidigitador, un garrudo gimnasta y una graciosa niña, María Aspíroz, que admira por su precoz maestría en el manejo del violín. También hay figuras de cera muy bien acabadas y otras distracciones.

*El Entreacto*, 5 de diciembre de 1901.





## El Papa en el cinematógrafo

Entre los espectáculos que se dan actualmente en París, figura uno que alcanza muy brillante éxito y que sin duda se reproducirá durante la Exposición. Se trata de un cinematógrafo especial que reproduce los actos de la vida pública y privada de su Santidad el Papa, con tal exactitud, novedad y atractivo, que inmediatamente se ha puesto en boga el espectáculo de que se trata. Esas curiosas exhibiciones han sido autorizadas por su Santidad, a condición de que no habían de realizarse en teatro alguno, sino en una sala particular.

“Ya que no todos los fieles —ha dicho el Papa— pueden llegar hasta mí, es conveniente que yo vaya hasta ellos para darles mi bendición.” Este original e interesante espectáculo, al que ha concurrido el nuncio y que se apresurarán a contemplar todas las clases sociales, empieza reproduciendo algunas escenas de la Roma antigua. Después, tras las ruinas evocativas, hace su aparición el Papa León XIII.

Se le ve sentado en un sillón, erguido el busto, con la sonrisa en los labios, revelando delicadeza y bondad, la mirada dulce y penetrante a la vez, reflejando en el expresivo rostro la dignidad que suavemente llega hasta la majestad, de cuerpo flaco y vestido con la gran sotana blanca. Luego se ve al Papa salir de la Basilica de San Pedro;

otra escena representa el momento en que atraviesa, en silla de manos, la *logia* del Vaticano, de regreso de la Capilla Sixtina. Déjase en tierra la silla; León XIII, puesto de pie, da lentamente y repetidas veces la bendición.

También se ve a su Santidad descender de su carroza buscando algunos momentos de reposo, o paseándose en sus jardines. Anda algo encorvado, con fácil paso, apoyándose en un bastón que parece utilizar solamente para complacer a los que por él velan, mostrando empeño en rechazar el auxilio de aquél, que se apresura a dirigirse hacia la silla, en la que algunos segundos después vuelve a tomar asiento. Siempre sonriente, se quita el sombrero y lleva la mano a la frente húmeda que enjuga rápidamente.

En nuevas escenas, aparece escoltado por su guardia noble, o rodeado por los prelados de su casa y de los guardias suizos; la multitud y los soldados se arrodillan cuando pasa León XIII, haciendo éstos el saludo militar. Es un espectáculo de innegable belleza espiritual, y ante él no es posible resistir el pensamiento de que ese anciano es un símbolo viviente, es la más alta expresión, mejor aún, la única del poder de una idea que tiene fuera suficiente para erigirse en reina en la Europa militar, frente a las dignidades reales que jamás recibieron parecidos homenajes.

*La Voz de México,*  
18 de marzo de 1900.



### Un cinematógrafo pornográfico

Hay en esta ciudad, y por cierto en una avenida céntrica, donde concurren gentes pertenecientes a todas las clases sociales, un cinematógrafo nada edificante, que atrae, noche a noche, una multitud de curiosos.

Entre éstos figuran no pocos individuos de la clase baja del pueblo, y son de oírse los comentarios que hacen, pues corren parejos con ciertas vistas en que se exhiben las escenas más pornográficas que se puedan imaginar.

La muchedumbre, no acostumbrada a colocarse de una manera conveniente, obstruye siempre el paso a los peatones y a los carruajes, dando bastante quehacer a los gendarmes para despejar la vía pública.

Esto no sería un gran obstáculo, porque a fuerza de lecciones prácticas, aprendería el pueblo a situarse donde no estorbara, teniendo en cambio una agradable diversión.

No repugnamos que se proporcionen diversiones honestas y gratuitas al pueblo, porque lo alejan de los centros del vicio; pero sí debemos censurar enérgicamente que se le presente escenas de pornografía, que caen bajo la acción del código penal.

En el cinematógrafo a que aludimos se ven cuadros que causan repulsión; tanto que varias familias decentes que, por curiosidad, se han detenido a verlos, se han visto obligadas a marcharse ruborizadas.

Entre esos cuadros hay uno en que aparece el diablo con los siete pecados capitales en forma de mujeres, y a la consideración de los lectores dejamos suponer lo que pasará cuando se presente el tercer pecado.

Corresponde a la autoridad impedir esas exhibiciones, ya que se preocupa por la moralidad de las masas.

Preséntense cuadros honestos y no diremos una palabra.

*Diario del Hogar*, 10 de febrero de 1905.

### El cinematógrafo

A. Y. Z. [*Anulo Nervo*]

Voy a confesaros una modesta e ingenua predilección que no es sin duda propia de un hombre refinado; yo amo el cinematógrafo; el cine, como lo llaman en Madrid; el cinema, como lo llaman en París. Quizá porque hay muchos ingenuos, infinitos ingenuos que se hallan en mi caso, este espectáculo adquiere en todas partes un desarrollo incalculable. Hace un año en París había a lo sumo diez cinematógrafos públicos; hoy si no llegan a cien poco le falta. En los bulevares se multiplican los teatritos elegantes y coquetos donde por un franco se tiene una butaca y por cien céntimos un *promenoir* durante una hora por lo mínimo, una hora en la que ve uno desfilar ante la gran pantalla la vida moderna en todas sus formas, en todas sus actividades. En Madrid el cinematógrafo es tan bueno y tan barato como en París y el cambio de películas es más frecuente; hay además lo que podría llamarse entreactos de baile y un voceador que va narrando las escenas que se desarrollan en la pantalla, que finge los diálogos y que se encarga de producir otros ruidos complementarios, por ejemplo cuando un grupo de gentes exaltadas pega a un individuo autor de un desaguisado (esto de pegar y correr tras alguien es de rigor), los cachetes suenan en la sala con gran regocijo del público. En Italia el cinematógrafo es generalmente mediano; las películas truncas terminan en un abrir y cerrar de ojos; la avidez de ganancia hace que ciertos exploradores de la popular diversión la acorten considerablemente a fin de aumentar las tandas o secciones. La mayor parte de las películas cinematográficas se hacen en París, después



vienen los Estados Unidos, Alemania, Inglaterra, en el orden en que están expresados.

Hay tres clases de películas: primero, las de magia "truncadas", generalmente con colores, mediante las cuales se reconstruyen los cuentos que deleitaron nuestros primeros años, como *Barba azul*, *Pulgarcillo*, que en España y Francia han tenido gran éxito, *Caperucita encarnada*, *Gulliver y sus viajes fantásticos*, etcétera. Esas películas son muy caras: a veces se necesita vestir comparsas enormes en sitios adecuados y pintar innumerables telones. Hay películas que cuestan diez y quince mil francos, pero como después se reproducen ilimitadamente y se alquilan a buen precio, dan réditos magníficos. La casa que ha hecho una de estas películas la posee en propiedad y a ella acuden otras empresas, ya para alquilarla, ya para comprársela cuando se trata de exhibirla en países lejanos.

La segunda clase son las de escenas de la vida real, cómicas o dramáticas. Éstas se arreglan en las propias calles de las ciudades; sin duda al ver algunas que se desarrollan en pleno centro de París; os preguntáis con curiosidad cómo han podido organizarse. Generalmente se escogen las horas de menos tráfico en la gran capital; la policía, prevenida, mantiene el orden, y las diferentes escenas para reproducir en las cuales hay comparsas numerosos se arreglan no en un mismo día porque esto no sería posible, sino exclusivamente aprovechando las mejores condiciones de luz. Después se constituyen esos desfiles, esas carreras, esas persecu-

ciones que no terminan nunca y hacen reír a mandíbula batiente o conmovirse hasta las lágrimas a los buenos papás domingueros y a sus familias; por ejemplo *El suicida refractario*, *Los perros contrabandistas*, etcétera.

Las escenas serias, los viajes, las ascensiones a las montañas, las pescas y cacerías, los paisajes diversos, en éstos no hay truco y constituyen la parte más cautivadora; más interesante, más instructiva del cinematógrafo. ¡Cuántos países lejanos, cuántas expediciones hemos contemplado desde nuestra butaca en el rectángulo luminoso de la pantalla! Hemos visto la pesca en las costas de Francia y los concursos de patines en los nevados valles de Suiza; hemos admirado los fiords noruegos alumbrados por el sol de medianoche y el derrumbamiento prodigioso del Niágara coronado de iris; los grandes concursos hípicas de Roma o Berlín, y las blancas peregrinaciones de los yates a través de los mares en pos de una copa de oro. ¡Cuánto nos ha enseñado el cinematógrafo! ¡Qué inmenso servicio presta a la ciencia y cómo va adquiriendo carta de ciudadanía en las aulas universitarias, en los salones de conferencias, en las escuelas primarias, donde quiera que se pretende ilustrar la inteligencia con la observación y con el espectáculo de la vida misma! ¡Qué felices serán nuestros nietos que van a contemplar nuestra existencia, nuestras conquistas y nuestras derrotas, no en estampas de libros ni en páginas parciales o mentirosas, sino como en un espejo que retuviese incólume todas las imágenes que han desfilado frente a su cristal misterioso!

*El Imparcial*, 18 de marzo de 1907.

¿Otro poquito, Lazzaro!

## Del valor y la alegría



Lazzaro Spallanzani

**S**on muchos los atributos que se acostumbra relacionar con los científicos: inteligencia, seriedad, perseverancia. Pero hay otros, a lo mejor tan comunes como éstos entre los grandes científicos, y probablemente igual de necesarios, que normalmente los profanos olvidan o que incluso consideran incompatibles con el cultivo de la ciencia. Entre ellos destacan el valor y la alegría. Será raro aquel lego que piense que para ser científico es preciso ser valiente y ser alegre. Y, sin embargo, para ser un gran científico es indispensable serlo. Muy valiente y muy alegre.

Es común que se identifique a un sabio como un señor adusto, al límite de lo huraño, conservador y aburrido. Aún recuerdo el desconcierto que produjo en mi juventud la aparición de la Física de Feynmann. En la contraportada aparecía la foto del gran científico, ya célebre desde entonces: un tipo joven y bien parecido tocando bongós. Y todo el texto era así, alegre y valiente. Formal pero desenfadado.

La cosa, sin embargo, no era nueva. Son muchos los hombres de ciencia, a lo largo de la historia, que han roto ese cliché. Uno de los más sorprendentes fue sin duda el abate Lazzaro Spallanzani. Considerado un de los padres de la biología moderna, sus textos son una verdadera delicia, y rezuman una frescura, una vivacidad y un buen humor admirables.

En la Bolonia del siglo XVIII nuestro abate, decidió estudiar el fenómeno de la digestión, y para ello decidió experimentar en sí mismo, tragándose sacos y tubos con distintas sustancias, de diversos orígenes, para modificar sus propios jugos gástricos. Le advirtieron del peligro que ello representaba, si uno de esos objetos, por ejemplo, se le atoraba o le provocaba una lesión en el tubo digestivo. Pero por lo visto, y afortunadamente, hizo de ellos caso omiso. Los resultados de esos experimentos los publicó en su obra "Dissertazioni di fisica animale e vegetale".

También le advirtieron del peligro que conllevaba su decisión de ir a observar de cerca la erupción del Etna. Acerca de esa experiencia, escribió, muy cerca del cráter: "Situado en este teatro colosal, contemplé apasionado todas sus perspectivas. Experimenté una tal satisfacción, un deleite, una voluptuosidad inexplicables. Los humos de la Tierra se alzan en un cielo sin nubes, el Sol se aproxima al meridiano. Y gracias al volcán el termómetro ha subido hasta 10 grados, la temperatura más amiga del hombre. El aire que aquí se respiraba produce en mí una alegría, un vigor, un bienestar tales, que me parece estar más cerca del cielo que del infierno..."

Ese fue el abate Spallanzani. Un canto al valor y a la alegría del descubrimiento. Por cierto, murió, ya viejo, de apoplejía. ●

## El Torito

## Entre Einstein y los tulipanes

**Ípérame tantito tella, ora vengo por ti**

**E**l problema que le voy a plantear hoy, ansioso lector, no es difícil. Lo que no quiere decir que no tenga su chiste. De otro modo no me atrevería a sugerírselo si quiera. Si me conoce ya sabrá que los *toritos* que tienen el honor de ocupar un sitio *deste lado del espejo* algún chiste han de tener. Lo que pasa, ya lo sabe usted, es que hay de chistes a chistes. Si todos fueran iguales, la cosa ya no tendría chiste.

El chiste de éste es que tiene dos maneras, al menos, de ser resuelto. Una es la manera boba, y la otra la manera lista. No es necesario que le diga que la manera que le voy a pedir utilice, es la lista. Faltaría más.

En México no tenemos ríos navegables, lo cual es harto lamentable, no sólo porque los *toritos* que los precisan han de ser obligatoriamente de importación, sino porque tener un río navegable al lado de la casa es una verdadera delicia. Se lo digo por experiencia. Y no le hablo de los grandes ríos, de esos que sí aparecen en las enciclopedias pequeñas, sino de los pequeños, que no salen ni en las grandes.

Europa, ay, sí tiene, y muchos. Todo el noroeste del continente es un verdadero laberinto de ríos y canales, por los que puede uno circular de una punta a otra del continente como si fuera en carretera, pero de una manera, no es necesario que se lo diga, mucho más apacible y placentera. De hecho hoy puede uno ir en barco desde el Mar del Norte hasta el Mar Negro. En fin, entendámonos, siempre se ha podido, pero era preciso ir por mar. No, ahora puede uno ir por tierra, en barco pero por tierra, es decir sobre pura agua dulce. Dulce en más de un sentido.

Imagínese pues que se encuentra usted en alguna aldea, digamos holandesa, de esas que no salen en las enciclopedias, por el rumbo de Eindhoven, y que es surcada por un coqueto río de esos que tampoco salen, afluente, sigamos diciendo, del Mosa. Puesto a imaginar, imagine que es usted el cartero del pueblo, cartero fluvial, y que va arriba y abajo repartiendo la correspondencia en su lanchita a motor que se desplaza a 10 km/h sobre la superficie del agua.

Aí va usted muy tranquilo, remontando, contra la corriente que baja a 5 km/h, entre molinos y tulipanes, zampándose un salchichón, cosa común por allá, y dando un trago de vez en cuando a una botella de buen tinto, cosa nada común por allá, pero que a usted le encanta. De repente, justo debajo de un puente, la botella de vino se cae al agua. Afortunadamente no está llena y flota. Usted tiene prisa pues debe entregar una carta urgente. Decide pues dejar la botella ahí, entregar el sobre y volver por ella. Total, está usted en Holanda y sabe perfectamente que nadie se atrevería a recoger una botella que flota en medio del río si no sabe de quién es.

Exactamente diez minutos después, llega usted a su destino; sin bajar de la lancha, deja la carta en el buzón, chilla y se regresa por su botella. Podría usted decirme, holandés lector, ¿cuánto tiempo tardará en llegar hasta ella?

Aí se lo dejo. Ya le dije que no es difícil, pero si no se pone usted buzo, tendrá que recurrir a algunas de las herramientas que usó el mismísimo Einstein en sus trabajos. Se lo digo sólo para que se ponga buzo. Y no olvide madarme su respuesta. Nomás no se le vaya a ocurrir traérmela personalmente en su lanchita. ☉



No se vale

### !Ya cállense cotorras, que no me dejan pensar!



**M**evolvió a pasar. Hace algunos años publiqué aquí mismo un *torito* que no tenía solución. El libro del que lo tomé contenía un error en la traducción que lo hacía irresoluble. Era aquel –¿lo recuerda usted, fiel lector?– del sacerdote

que “casaba” y que no “se casaba”. Juré entonces que no me volvería a pasar. Y, chin, hete aquí que, con el *torito* del número anterior, hice añicos aquel juramento, como tantos otros. Juro que no vuelvo a jurar.

En efecto, el problema de la perica de Don Casimiro, así como está planteado, no tiene solución. Hay alguna equivocación en los datos. Lo tomé del libro *Fuegos lógicos en el mundo de la inteligencia artificial*, de los franceses Jean Friant y Yvon L'Hospitalier, traducido y publicado en español por *Gedisa* en 1989. Cuando, hace dos meses, andaba yo buscando un buen *torito* que ilustrara de lo que quería hablar me acordé del de los pericos y ni corto ni perezoso lo busqué. Miré la solución un poco por encima, me convenció, lo adapté y lo transcribí. Y es que, como usted sabe bien, experimentado amigo, ni los enigmas ni las mujeres puede uno andarlas viendo por encima. Luego se lleva uno chascos.

Esto se lo cuento sólo para aliviar tantito la culpa que me corroe y pa' cargarles el muerto a los franchutes, que no queda mal. Ya sabíamos que medio fanfarrones siempre han sido, pero ahora deberemos agregarles el no saber sumar. Seguro que cuando armaron la Torre Eiffel les sobraron piezas. De todos modos no deja de ser un poco increíble que a monsieur Friant y a mademoiselle L'Hospitalier se les haya ido tamaño gazapo. En su libro, el problema ocupa siete páginas y lo resuelven de varias

maneras posibles. ¡Todas con el mismo resultado y todas mal! El caso es que cuando me dispuse a escribir la solución para este número, la mirada por encima ya no bastó y es ahí donde me hice una verdadera *Iponomea Batatas*, más conocida como camote. Recurrí al libro y pues fue peor.

Afortunadamente llegó en mi auxilio mi hermano Carlos, del que ya he hablado en varias ocasiones *deste lado del espejo*, y que venturosamente –no sólo por esa razón– los dioses trajeron por unos días a este otro lado de la mar oceana. Carlos encontró una manera asaz sencilla y del todo contundente para hacer ver que el señor Gavilanez se equivoca y que Don Casimiro también. Ambos.

Sin embargo, para su consuelo o desconsuelo, déjeme decirle, aplicado lector, que eso no anula nuestro *torito*, y que no sólo mantiene plena vigencia, sino que se vuelve tantito más difícil. Y cambia, por supuesto, la solución, que ahora es que no tiene solución. Ya ve usted que los matemáticos suelen gustar de tales galimatías. A ver a cuántos de mis perspicaces *resolvedotes* les cayó el veinte y me la mandan.

Veamos. Carlos utilizó para entrarle, un diagrama de Venn (los autores del original también, así que por lo visto eso no representa de entrada garantía alguna). Usted recuerda bien lo que es. Ya los hemos utilizado aquí en más de una ocasión. Representamos los conjuntos como círculos que se sobreponen o no. Vea el de la figura. El círculo **H**, representa el de las hembras, que ya sabemos que son 12; el **A**, el de los australianos, que son 18 y el **R** a los rojos, en número de 19.

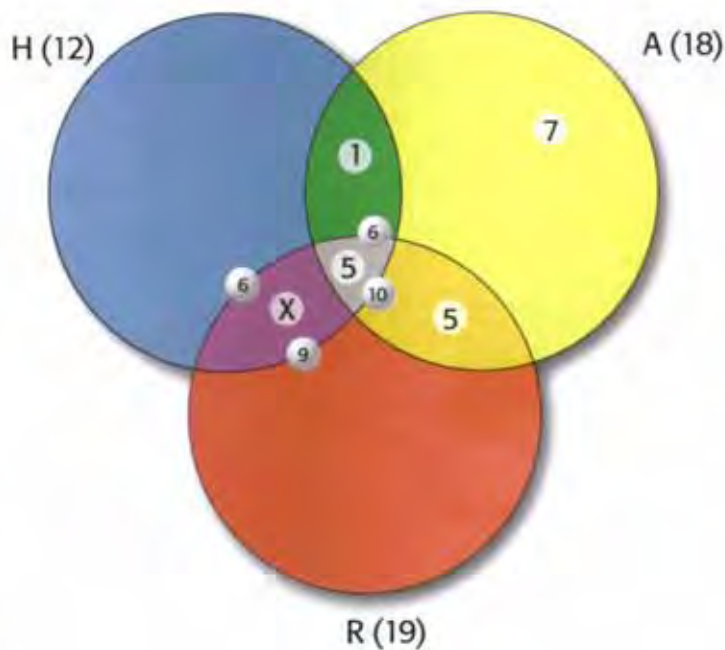
Ahora bien, sabemos también que hay 6 hembras australianas, las zonas verde (no rojas) y gris (rojas) de nuestro esquema. Y que hay 10 australianos rojos, las

zonas naranja (machos) y gris (hembras). Pero como nos dicen que hay sólo 5 machos australianos rojos (naranja), debe haber también 5 hembras australianas rojas (gris). Y por lo tanto sólo una hembra australiana no roja (verde). La suma de los pericos en las zonas verde, gris, naranja y amarilla, debe ser igual a 18, todos los australianos. De donde la zona amarilla, la de los machos que no son rojos, contiene 7 individuos.

De ahí podemos saber que hay  $19 - 10 = 9$  pericos rojos que no son australianos (zonas roja y violeta) y  $12 - 6 = 6$  hembras que no tampoco son australianas (zonas azul y violeta). Llamemos  $x$  al número de pericos en la zona violeta, hembras rojas que no son australianas, y que Don Casimiro afirma que es 1.

La cosa es que ya estamos enterados de que la suma del número de pericos de todas las zonas debe ser igual a 36. Pero aguas: no sabemos el número de pájaros en las zonas azul y roja. Sin embargo si sabemos que la suma de ambos es  $6 + 9 - x$ . Le tenemos que restar la  $x$ , porque de lo contrario la estaríamos contando dos veces, una en el 6 y otra en el 9. Así pues,  $1 + 5 + 7 + 5 + 6 + 9 - x = 33$ . De donde  $33 - x = 36$  y  $x = -3$ . Bravo. En otras palabras, las tres pericas rojas no australianas, por lo visto se las deben a nuestro pajarero. Para que el problema tenga sentido, y tenga la solución que da Don Casimiro, es necesario que el número total de pericos sea 32, y no 36.

Esperemos que la transacción de todos modos se haya llevado a cabo y Don Casimiro ya se encuentre cómodamente instalado en su hogar, haciendo cuentas en compañía de su dulce perica, aunque sí sea australiana. Y añadamos que de a tiro, el Sr. Gavilanez no se midió. Está viendo que su cliente está cieguito y aun así se pone a hacerlo bolas. No se vale. ☹



## Corte una oreja

Háganos llegar su respuesta (de manera visible), ya sea por correo, a la dirección:

Revista *Ciencia y Desarrollo*  
 Av. Constituyentes 1046, 1er. piso.  
 Col. Lomas Altas  
 Del. Miguel Hidalgo  
 México 11950, D.F.

o por medio de fax, al número (01) 5327 7400, ext. 7723. En cualquier caso, no olvide encabezar su envío con la acotación: *Deste lado del espejo*.

Lamentablemente, no contamos con respuestas acertadas al torito 164, entre otros motivos, porque, tal como se mencionó en el número anterior, algunos nos impusimos más restricciones que las estipuladas.

## Los Expedientes X



**U**n historiador o antropólogo de un futuro lejano que analizase las creencias y literatura de la humanidad, durante el siglo XX e inicios del XXI, quedaría convencido de que nuestra civilización viajaba por todo el espacio y era visitada por decenas de civilizaciones extraterrestres. Desde luego, no hallaría evidencia concreta alguna y material del tal hecho, pero la evidencia testimonial sería abrumadora. Gran parte del impulso a este tipo de creencias proviene de la difusión masiva de programas de televisión y radio, así como de libros y revistas, en donde se da por descontado que el fenómeno ovni es real y que implica la visita de naves interestelares extraterrestres, además de una conspiración de parte del gobierno de EU y de otras naciones para ocultar este hecho. El motivo de este intento por ocultar la verdad no está muy claro, pero la mayor parte de los creyentes aseguran que es para evitar el pánico

entre la población, pero parece que hoy las cosas empiezan a cambiar un poco.

En mayo de 2002, se transmitió el último capítulo de la serie televisiva *Los Expedientes X* (*The X Files*), un programa dirigido por Chris Carter y creado en 1993, en el cual se afirmaba la versión de que el gobierno Federal llevaba a cabo una colosal operación secreta para ocultar al público no sólo la existencia de una presencia extraterrestre masiva en la Tierra, sino también la realización de una serie de experimentos fantásticos con seres humanos, relacionados con la aplicación de poderes sobrenaturales manipulables con fines estratégicos por los militares. La premisa fundamental de cada episodio no se manejaba como ficción literaria, sólo el contenido anecdótico de cada capítulo se reconocía como ficticio. La serie llegó a tener un teleauditorio de 20 millones de seguidores fieles, de los cuales, conforme a una encuesta realizada por

la National Science Board, un 30% creían efectivamente que naves de otros planetas han visitado la Tierra.

¿Cómo ha ocurrido que una proporción tan elevada de personas caiga en esta creencia? Para el investigador social Matthew Nisbet, de *The American Prospect*, la respuesta está en el enorme poder que para narrar historias convincentes tienen los medios masivos. Historiadores de la cultura en EU señalan al film clásico de Steven Spielberg, *Encuentros Cercanos del Tercer Tipo* como el impulso más importante en el diseño de la creencia contemporánea en la hipótesis extraterrestre del fenómeno ovni. A esta cinta le siguió *El extraterrestre* (ET) y la difusión de novelas supuestamente documentales sobre los secuestros de terrícolas cometidos por tripulantes de ovnis. El novelista Whitley Strieber publicó una serie de relatos empezando por su bestseller *Comunión*, mientras que el profesor de Harvard, John Mack dio a conocer una serie de sesiones con supuestos secuestrados en los que empleó la técnica de la recuperación de los recuerdos, una forma de hipnosis que permite revivir experiencias reales, pero se ha demostrado que sirve más para crear recursos falsos; este libro se convirtió también en un éxito de librería y el tema fue de inmediato objeto de escrutinio sensacionalista por los medios masivos de comunicación.

El programa *los expedientes secretos X* mostró el trabajo cotidiano, de casi una década, de dos agentes del FBI, encargados de investigar los llamados "expedientes X" de esa organización, relacionados con temas supersecretos como el trato constante del gobierno de los Estados Unidos con los extraterrestres y su manipulación de fenómenos maravillosos. La agente Scully. Protagonizada por Gillian Anderson, presentaba en un principio la posición escéptica y racionalista, mientras el agente Mulder -David Duchovny- protagonizaba al creyente sincero, dispuesto a prestar oído a cualquier alegato maravilloso. Una y otra vez se demostraba que la escéptica estaba equivocada, hasta que ante la evidencia abrumadora de la intromisión en la Tierra de los visitantes interplanetarios y sus agentes en el gobierno ella se convirtió también en creyente.

Carter se resistió a darle a la serie una orientación

más afín con la ciencia-ficción tradicional, y señalaba que el enfoque basado en una creencia popular fantástica y supersticiosa le garantizaba una mayor preferencia entre el público televidente, pues la ciencia-ficción le exige al lector o espectador pensar, lleva a conclusiones válidas sobre uno mismo y la sociedad y pide suspender momentáneamente la incredulidad ante lo fantástico, en cambio, el tema ovni sólo pide una entrega irracional y acrítica a una creencia mágica, básica y de tintes apocalípticos. Carter nunca ha dejado de señalar que es muy probable que el gobierno sí oculte algo sobre contactos reales con otras civilizaciones en el cosmos, ya que es costumbre del mismo mentir sobre estos temas.

Lo cierto es que se han desclasificado muchos documentos secretos sobre asuntos relacionados con los ovnis, en especial de la década de los cincuenta, y ante ellos sólo hay oficios que revelan que el gobierno de Truman no poseía ningún tipo de información real sobre la presencia de ovnis estrellados y otras afirmaciones de los ufólogos contemporáneos.

Por supuesto, ante esto se ha insistido en que la conspiración del silencio continúa y que se siguen manteniendo ocultas las evidencias, pero en este caso ya se obra en abierto contra la ley de acceso a la información. Para los creyentes el gobierno de Estados Unidos es capaz de asesinar y desaparecer a miles de personas con tal de mantener en secreto la presencia de los extraterrestres. Un par de congresistas ha aceptado tal posibilidad, y ha presionado para que se dé a conocer cualquier información adicional al respecto, pero el hecho de que esa información simplemente no existe, los convence de la continuación de una gran conspiración del silencio que rebasa por mucho los poderes legalmente reconocidos en Estados Unidos.

La creencia generalizada en el fenómeno ovni, y sobre todo el interés masivo en el mismo, empezó a declinar después del suicidio colectivo de los miembros de la secta de la Puerta del Cielo (Heaven's Gate). Ahora ese desgaste alcanzó a *Los expedientes X*; la inquietud del público sobre lo maravilloso ha emigrado hacia otras áreas de la irracionalidad. ●

## El pueblo del Señor. Las fiestas y peregrinaciones de Chalma

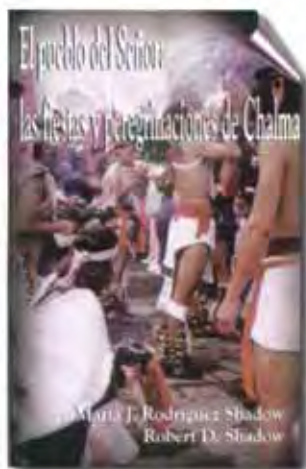
OSCAR FLORES SOLANO

# M

aría J. Rodríguez-Shadow trabaja actualmente en la Dirección de Etnología y Antropología Social del Instituto Nacional Antropología e Historia, y entre sus numerosas publicaciones se cuentan *El Estado Azteca* (1998), *La mujer azteca* (2000) *Chalchihuite. Homenaje a Doris Heyden*, compilado junto con la célebre Beatriz Barba de Piña Chan (1999). Asimismo, prepara otros libros que prometen ser de gran interés: *Las mujeres en el Egipto antiguo*, *Los estudios sobre las mujeres en el México prehispánico*, *Mujeres, etnicidad y trabajo en una comunidad mexicana de los Estados Unidos* e *Historia social del mundo femenino en Mora*.

Robert D. Shadow es decano de ciencias sociales y profesor titular en el Departamento de Antropología de la Universidad de las Américas-Puebla, México, y miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel II; ha publicado numerosos artículos en revistas mexicanas e internacionales, relacionados con historia social, evolución de la propiedad en el occidente de México y Nuevo México, religiosidad popular contemporánea y temas del México antiguo, y en unión con Carlos Garma compiló el libro *Las peregrinaciones religiosas: una aproximación*.

Esta pareja de antropólogos ha firmado de manera conjunta otros artículos relacionados con el tema que nos preocupa. Tal es el caso de "La peregrinación religiosa en América Latina, enfoques y perspectivas, publicado en el libro *Las peregrinaciones religiosas. Una aproximación*, coordinado por Carlos Garma y Roberto Shadow (México, 1994, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, pp. 15-40); "La tragedia del Miércoles de Ceniza en Chalma", en *Dimensión Antropológica*, (1994, núm. 2, pp. 131-146), y "Símbolos que amarran, símbolos que dividen: hegemonía e impugnación en una peregrinación campesina a Chalma" (1990, pp. 33-72). Actualmente trabajan en la redacción de "Petición y plegarias



*El pueblo del Señor. Las fiestas y peregrinaciones de Chalma*  
María J. Rodríguez-Shadow, Robert D. Shadow, México, Universidad Autónoma del Estado de México, 2000, 204 pgs.

femeninas en los exvotos de Chalma", para ser incluido en *Women and Folk Art in Latin America and the Caribbean* (Eli Bartra compl., Duke University).

*El pueblo del Señor*, consta de una introducción, cinco capítulos divididos a su vez en secciones, una parte de conclusiones, dieciocho fotografías, un apéndice, un anexo, dos mapas y la bibliografía. La obra está organizada en términos cronológicos, y los autores describen y analizan la religiosidad popular, los ritos y las ceremonias que se desarrollan durante el ciclo festivo en el santuario de Chalma, y además reflexionan sobre la necesidad de disponer de datos relacionados con uno de los fenómenos más extendidos y descuidados en México.

Para la confección de esta obra, que tiene un apartado de discusión teórico-metodológica, los autores entretijeron creativamente el trabajo de campo con la investigación bibliográfica. Así, en la introducción, exponen su perspectiva teórica y analizan los marcos interpretativos empleados hasta hoy en el análisis del complejo fenómeno de la religión popular, y asimismo mencionan las fuentes de los datos y presentan brevemente el contenido de cada capítulo y cada sección.

El primer capítulo, "El santuario de Ocuilán en tiempos prehispánicos", habla de la geografía y de la población del área, de su desarrollo social y cultural durante el periodo previo a la conquista militar y espiritual de los españoles, en tanto que en el capítulo segundo, "Noticias sobre la aparición: Chalma durante la colonia" los antropólogos se refieren al proceso de evangelización y a la leyenda de la aparición de la imagen del crucificado, el origen de su culto y su desarrollo, efectuando una comparación con las imágenes de crucificados de otros santuarios.

En "El pueblo de Chalma en la actualidad", capítulo tres, se habla de la población y de sus patrones de asentamiento, del comercio durante las ferias de las diversiones, y se describen brevemente las capillas y los barrios. En el capítulo cuarto, "El santuario de Chalma", se mencionan las sucesivas transformaciones arquitectónicas del mismo durante la época colonial, así como el sentido y la distribución de tales espacios; se habla de las re-

presentaciones gráficas en las que los devotos dan cuenta de algún suceso milagroso, de la iconografía dentro del templo, de las pinturas murales y de las funciones de los guardias de honor.

Para finalizar, en el último capítulo, "Las festividades religiosas" se hace un recorrido cronológico de las ferias, fiestas y peregrinaciones que tienen lugar en ese santuario, lo mismo que de sus distintos ritos y danzas, y se analizan concretamente la Feria de Reyes, la del primer viernes de Cuaresma, la de Pascua de Pentecostés, la fiesta del primero de julio, la de San Agustín, la Feria de San Miguel Arcángel y la de Navidad.

Los autores concluyen diciendo que el material presentado en *El pueblo del Señor*, debe ser considerado como parte de la religiosidad popular; que dada la condición socioeconómica de los practicantes de esta clase de rituales, lo que buscan es una ayuda de tipo práctico más que la propia salvación del alma y, por ello mismo, los santuarios, en términos generales, constituyen lugares privilegiados para el estudio de tales expresiones de culto, pero, tras la fachada de docilidad y sumisión, los ritos y ceremonias que lo conforman constituyen una suerte de conciencia social, propia de los grupos subordinados, que encierra elementos de cuestionamiento y resistencia.

Se trata, pues, de una obra que está dedicada a los protagonistas de estos dramas rituales, los peregrinos, y por ello está escrita en un lenguaje llano y sencillo, accesible a los devotos de esta imagen considerada milagrosa. Pero la discusión académica en torno al concepto, al carácter y las peculiaridades de la religión popular no fueron dejados de lado, pues a este respecto los autores adoptan una posición teórica muy clara.

Recomiendo ampliamente la lectura de la obra a los devotos de esta popular imagen, pues en los discursos citados de los participantes encontrarán un espejo que les devolverá su propia imagen. Además, resultará de gran utilidad a los estudiantes de antropología, y sociología de la religión, y a los académicos interesados en esta área del conocimiento, pues podrán reflexionar, analizar, impugnar o comparar sus propios estudios de caso con el presentado en ella. ●

## Los congresos nacionales universitarios y los gobiernos de la Revolución 1910-1933

RICARDO SÁNCHEZ PUENTE



María de Lourdes Velázquez Albo. *Los congresos nacionales universitarios y los gobiernos de la Revolución 1910-1933*. México, UNAM, Centro de Estudios sobre la Universidad, 2000, 148 p., il., anexos.

### El libro

Los congresos nacionales universitarios y los gobiernos de la Revolución, 1910-1933 describe y analiza los que tuvieron lugar en el país, durante el periodo comprendido entre la creación de la Universidad Nacional de México (UNM) en 1910 y la ley orgánica de 1933, fecha decisiva para esa nuestra máxima casa de estudios, pues fue cuando se consideró, como un hecho la autonomía universitaria.

El libro de María de Lourdes Velázquez en el momento actual, previo a la realización de otro congreso universitario previsto, según el rector Juan Ramón de la Fuente, durante el transcurso del año 2002, es decisivo y aleccionador, no sólo porque se trata de un texto de lectura fácil sino por lo interesante que resulta ir descubriendo la trama de doce congresos nacionales universitarios, que si algo tienen en común es su estrecha relación tanto con las políticas de los gobiernos revolucionarios como con el cambio y las transformaciones de la UNM en aquel entonces.

Hay un punto relevante de esclarecer antes que nada.

Me refiero a los motivos o, si se prefiere, a las intenciones que subyacen en la base del libro, es decir, el origen de la idea hay que ubicarlo, como lo señala la autora, en vísperas del Congreso Universitario de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) de 1990, particularmente en las numerosas preguntas concretas sobre las temáticas del momento sobre la configuración de la nueva Universidad y su vínculo con la sociedad, la percepción y definición de las tres funciones sustantivas universitarias en contextos distintos y, sobre todo, el ambiente socio-político de un México que se encontraba en los umbrales del siglo XXI. Rastrear en la historia institucional los antecedentes de este tipo de acontecimientos apareció como una medida prudente y sabia; de ahí la importancia de investigar sobre el tema de los congresos, pues se buscaba entender el presente en función del pasado. Schutz, al referirse a los sujetos sociales, habla de motivos por y motivos para, los primeros relacionados con una especie de casualidad y los segundos, más bien con la intención o proyección de las acciones.

Entiendo que la reseña de un libro debe presentar una perspectiva, porque de otra manera se vuelve confusa; así, es importante determinar el punto de vista, pues éste establece una, entre las múltiples visiones, desde la que se puede leer el documento en cuestión. De acuerdo con esto, mi perspectiva sobre el libro de la maestra Velázquez Albo será metodológica, y para ello abordo su descripción, destacando tres desafíos que, desde mi punto de vista, tuvo que afrontar la autora. El primero se refiere a la conformación del *corpus* de los congresos; el segundo, al establecimiento del contenido de los debates en cada uno de ellos, y el tercero y último, a determinar el efecto que en la conformación de la UNAM tuvieron tanto las políticas educativas de los gobiernos revolucionarios como los logros de los congresos estudiantiles.

#### Primer desafío: conformar el *corpus* de los congresos

Éste consistió en recuperar la información relativa a los congresos universitarios, pues en realidad la maestra Velázquez Albo debió encontrarse con pocos datos, los

cuales, además, estaban dispersos, e incompletos y tenían muchas lagunas; por lo tanto, era preciso no sólo ubicarlos sino ordenarlos, lo que logró acudiendo a varios archivos documentales, tales como el General de la Nación, el Histórico de la Universidad (CESU), el fondo del Consejo Universitario (CESU), el fondo Ezequiel A. Chávez (CESU) y a publicaciones periódicas de aquel entonces. La búsqueda fue paciente y sistemática y, así me imagino dos tipos de quehaceres propios del investigador, el de construir algo a partir de indicios, y el de reconstruir un todo según diferentes elementos, algo así como la operación de quien hace un rompecabezas. Los resultados fueron la conformación de diferentes *corpus*:

- a). Congresos Nacionales Estudiantiles: 1) México, D.F. (1910); 2) Puebla, Pue. (1921); 3) Ciudad Victoria, Tamps. (1923); 4) Oaxaca, Oax. (1927); 5) Cualiacán, Sin. (1928); 6) Mérida, Yuc. (1929); 7) Monterrey, N.L. (1930); 8) México, D.F. (1931); 9) Toluca, Edo. de México, (1932), y 10) Veracruz, Ver. (1933).
- b). Congreso Nacional de las Escuelas Preparatorias de la República Mexicana, México, D.F. (UNM, 1922).
- c). Congreso de Universitarios Mexicanos, México, D.F. (UNAM, 1933).

Como puede verse, se trata de un total de 12 congresos realizados durante 23 años, entre 1910 y 1933.

#### Segundo desafío: establecer el contenido de los debates de cada uno de esos congresos y dar vida al *corpus*

Este segundo desafío consistió en seleccionar la información relacionada con los temas y la dinámica de los 12 congresos, caracterizar a cada uno de ellos, no sólo por su convocatoria y temática, sino principalmente por el desarrollo y desenlace del debate o debates centrales que estuvieron en juego. En este sentido es importante señalar que las discusiones y polémicas de los congresos universitarios muestran la estrecha vinculación entre el país y las vicisitudes de los gobiernos de 1910 a 1933, así como





su relación con la Universidad Nacional de México. A lo largo de la obra se perciben, la lucha armada que tuvo lugar entre 1910 y 1919, y sobre todo las tensiones y tendencias de los gobiernos de la Revolución, en especial sus políticas de centralismo o de institucionalización, de control político, de modernización y, particularmente, la lucha por el poder mediante la intriga y el asesinato.

Debe reconocerse que sobre este particular hay poca información ordenada y sistematizada, y una vez más la autora tuvo que acudir a su "olfato de investigadora" para buscar, en los lugares pertinentes, la documentación que le permitiera reconstruir, gracias a periódicos, revistas y archivos, el programa de cada uno de los congresos, así como los entretelones de las discusiones y polémicas centrales de cada uno de los mismos.

**Tercer desafío:** determinar el efecto que en la conformación de la UNM tuvieron tanto las políticas educativas de los gobiernos revolucionarios como los logros de los congresos estudiantiles.

Tal vez éste resulte el más importante y, en todo caso, sería consecuencia del logro de los dos anteriores. Lo que importa aquí es insistir en el nexo de los gobiernos revolucionarios con el proyecto de una Universidad Nacional, lo mismo que precisar la relación delicada y compleja, pero necesaria, entre ellos y la propia universidad.

La obra nos muestra que en la secuencia de los doce congresos se fueron dando soluciones, en coyunturas muy concretas y específicas, a problemas en los que se articulan las políticas de los gobiernos revolucionarios, los planteamientos y las exigencias que los estudiantes llevaron a sus congresos y el quehacer histórico de una universidad que no se definía como independiente del proyecto

nacional. Por último, la autora señala varios fenómenos que fueron resultado de los tres agentes sociales en juego, fenómenos que no deben ser entendidos de manera unívoca sino que responden a una conjunción distinta de los actores sociales, a saber, la presencia cada vez mayor de la educación universitaria y en general de la cultura como una necesidad social y como materia urgente de las políticas públicas. El surgimiento de la fuerza de los universitarios, al principio indeciso, pero a la vez rápido y pujante, pronto los convenció de la oportunidad y la necesidad de organizarse como un poder, no sólo frente a las autoridades universitarias sino también ante los gobiernos revolucionarios, los cuales terminaron por reconocerlos como una pieza del ajedrez político. Los primeros enfrentamientos, podría decirse escaramuzas, entre la Secretaría de Educación Pública y la UNM comenzaron en los años veinte y terminaron, por un lado, con la división de los estudios previos al ingreso de las escuelas nacionales, con el logro de la autonomía, relativa en 1929 y total en 1933 y, finalmente, con el establecimiento de la ley orgánica del 33, bajo la presidencia de Abelardo Rodríguez, con la cual la Universidad pasó a ser una institución de enseñanza superior igual que las demás. El logro de la autonomía fue decisivo, aunque puede ser interpretado desde diferentes puntos de vista.

Por último, otro de los valiosos aportes de este libro es que su autora incluye una serie de fotografías que ilustran los distintos momentos de la vida universitaria. Así pues, además de tratarse de una obra de análisis y reflexión que da cuenta de un fenómeno tan importante como son los congresos universitarios, se complementa con la belleza del lenguaje fotográfico que lo vuelve un documento de lectura obligada. ©

## Se publican la Ley de Ciencia y Tecnología y la Ley Orgánica del Conacyt

El 15 de junio de 2002 se publicó en el *Diario Oficial de la Federación* la Ley de Ciencia y Tecnología y la Ley Orgánica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología que fueron aprobadas por unanimidad en el Congreso de la Unión el pasado 25 de abril en la Cámara de Diputados, y el 30 del mismo mes en la de Senadores. Con estas leyes el Poder Legislativo respaldó una iniciativa del presidente Fox y fue posible alcanzar varios objetivos reiteradamente expuestos por la comunidad científica y tecnológica, entre los cuales están los siguientes:

- Se establecen las bases para llevar a cabo una política de Estado en materia de ciencia y tecnología puesto que, además del gobierno, incorpora en la toma de decisiones a los núcleos más relevantes de científicos y tecnólogos y permite que las acciones sean transexenales.
- Para operar esta política al más alto nivel y garantizar su aplicación, se crea el Consejo General de Ciencia y Tecnología, encabezado por el Presidente de la República e integrado por nueve secretarios de Estado; además, en él participan destacados científicos propuestos por la misma comunidad, quienes tomarán parte en las decisiones mediante un proceso de auscultación.
- El Conacyt adquiere la titularidad del ramo de ciencia y tecnología, al ser considerado como organismo paraestatal, cuya autonomía administrativa, largamente reclamada por la comunidad científica y tecnológica, permitirá que el Congreso de la

Unión defina con mayor claridad el presupuesto destinado al fomento científico y tecnológico de México.

- El Conacyt deja de ser un organismo meramente administrativo y pasa a desempeñar funciones sustantivas como articulador de los esfuerzos que se realizan en el país en materia científica y tecnológica.
- Se crea el Foro Consultivo Científico y Tecnológico, como un medio para hacer operativa y práctica la asesoría y eficiente el seguimiento a la actividad científica y tecnológica, al integrar en un solo organismo estas funciones, anteriormente dispersas en varios órganos colegiados.
- Se constituye la Conferencia Nacional de Ciencia y Tecnología como instancia permanente de coordinación institucional entre el Conacyt y las dependencias o entidades de los gobiernos competentes en materia de fomento a la investigación científica y tecnológica, así se podrá, pasar de la centralización administrativa a la centralización de las decisiones.
- El Conacyt ejerce las funciones de coordinación sectorial en general y en lo particular respecto a las entidades paraestatales que formen parte del subsector denominado actualmente Sistema SEP-Conacyt. A su vez, éstas, sin perjuicio de la mencionada coordinación, en su carácter de centros públicos de investigación gozarán de autonomía de decisión técnica, operativa y administrativa. ●



## Fondo sectorial de investigación y desarrollo en ciencias navales

Con una aportación inicial de 80 millones de pesos comenzó a operar el convenio del Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo en Ciencias Navales, firmado entre el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, y la Secretaría de Marina, cuya creación confirma la política del presidente Vicente Fox de dar un impulso renovador a la ciencia y a la tecnología, pero lo más importante es que con estos fondos se ha construido un enlace entre la capacidad científica y tecnológica del país con los problemas y necesidades de los diversos sectores, señaló el ingeniero Jaime Parada Ávila, director general del Conacyt.

Por su parte, el almirante Armando Sánchez Moreno, subsecretario de Marina, en representación del titular de la dependencia, Marco Antonio Pietrot, explicó que los fondos se destinarán a aquellas propuestas que contribuyan al desarrollo tecnológico y científico de la Armada de México, lo cual

implica diseñar, crear, sustituir y desarrollar sistemas, sensores navales y toda la tecnología que ésta requiere para su modernización e integración a la tecnología del siglo XXI.

El ingeniero Parada afirmó que la investigación científica estará orientada al ámbito naval y el desarrollo tecnológico, se dirigirá a satisfacer las necesidades de las unidades navales, aeronavales, de infantería de marina y de los establecimientos logísticos y administrativos; la primera fase consistirá en "conocer, igualar y superar" el funcionamiento de los equipos de tecnología antigua, a fin de sustituir los componentes de potencia de los sistemas tácticos de las unidades operativas de la Armada mexicana, reduciendo así la dependencia tecnológica del extranjero en la adquisición de partes, equipos y unidades. Asimismo se contratarán investigadores de alto nivel académico para cada proyecto, a fin de definir la disponibilidad de recursos, el monto presupuestal y la viabilidad de realización.

Los temas definidos para el Fondo incluyen el apoyo a estudios de óptica, diseño mecánico e industrial, computación, electrónica y control, comunicaciones, química, mecánica de fluidos, termodinámica, electromagnetismo y telefonía. Los detalles de la convocatoria pueden ser consultados en la página electrónica de la Secretaría de Marina [www.semar.gob.mx](http://www.semar.gob.mx) y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. ●



El Ing. Jaime Parada Ávila, Director General del Conacyt, y el Almirante Armando Sánchez M., Subsecretario de Marina.

## Convocatoria del Fondo Sectorial de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo Económico

El director general del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, ingeniero Jaime Parada Ávila, calificó como apoyo sin precedente y como política materializada en los hechos la creación del Fondo Sectorial de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo Económico, que forma parte del esquema de fomento impulsado por el gobierno del presidente Vicente Fox, para que las empresas mexicanas sean altamente competitivas. Los recursos que se canalicen a este Fondo permitirán realizar aportaciones de manera compartida, a fin de que el país se encamine hacia una economía nueva, cuya base sea la investigación científica, y que nuestra planta productiva genere mercancías de mayor valor agregado a partir de la innovación y el desarrollo tecnológico.

Al respecto, el titular del Consejo mencionó: "La inversión en el conocimiento y la elaboración de nuevos productos será una apuesta segura, de alta rentabilidad para los empresarios, pues se trata de la estrategia que México demanda y requiere para rivalizar con los mercados globales y enfrentarse de manera exitosa a la feroz competencia establecida por muchas de las naciones con las que nuestro país tiene convenios de libre comercio".



## Aprovechamiento de la ciencia y la tecnología para alcanzar las metas nacionales

"México se enfrenta a un nuevo paradigma en materia de ciencia y tecnología al basar su desarrollo en las mejores prácticas internacionales tomando en cuenta el contexto nacional y las posibilidades del país", afirmó el ingeniero Jaime Parada Ávila, director general del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, durante la Segunda Conferencia Interparlamentaria Iberoamericana de Comisiones de Ciencia y Tecnología.

Ante diversos legisladores iberoamericanos, señaló que se ha desarrollado un proyecto multidisciplinario y transectorial del gobierno, para generar una estrategia de políticas públicas que impulse el desarrollo, y el aprovechamiento de la ciencia y la tecnología para la consecución de las metas nacionales, sociales, económicas y políticas; impulsar proyectos e iniciativas que promuevan la interacción de las entidades públicas, con investigadores e instituciones, empresas y los diferentes sectores del gobierno, asignando las responsabilidades y creando los organismos necesarios para el éxito del programa.

Por otro lado, se refirió a los rezagos que el país afronta entre los que se encuentra el bajo

número de personas dedicadas a la investigación y el desarrollo experimental, que en México eran 25 mil hasta el año 2000, mientras que en países como España rebasan las 115 mil. En cuanto al número de artículos científicos publicados, nuestro país sólo tiene el 0.64%, en tanto que Corea cuenta con el 1.71% y Canadá con el 4.48. Respecto a las patentes registradas en los Estados Unidos, el ingeniero Parada señaló que, entre 1990 y 2000, nuestro país sólo obtuvo 552 de las 708 676 registradas en la Unión Americana, y Corea obtuvo 17 570.

Ante esta situación, México se enfrenta al reto de mejorar la infraestructura científica y tecnológica, desarrollar su capital humano de alto nivel, por medio de programas de apoyo y fortalecimiento al posgrado, dar respuesta y cauce a las iniciativas y demandas de la sociedad en el ámbito científico y tecnológico, con resultados que benefician a la sociedad, elevando la calidad y el nivel de vida de los ciudadanos y la competitividad de nuestros productos, para ello, se pasará de un modelo orientado a la oferta del conocimiento para dar un nuevo enfoque a los programas e instrumentos de apoyo que impulsen la demanda del conocimiento.

## Desarrollo tecnológico para la competitividad y crecimiento de las empresas

Uno de los objetivos estratégicos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) es elevar la competitividad y la capacidad de innovación de las empresas, y para ello se propuso que, por intermedio de la Secretaría de Hacienda y la aprobación del Congreso de la Unión, se otorgue un crédito fiscal del 30% contra el Impuesto sobre la renta o al Activo fijo a aquellas empresas que inviertan en investigación y desarrollo tecnológico. Así lo señaló el ingeniero Jaime Parada Avila, director general del Conacyt, durante la ceremonia llevada a cabo en la residencia oficial de Los Pinos, ante empresarios, secretarios de Estado y legisladores, a quienes el titular informó que se registraron 192 empresas y 679 proyectos de todo el país, de los cuales se aprobaron 548 de 150 empresas, entre ellas, 34 que son micro y pequeñas, 55 medianas y 61 grandes.

Con esta medida, señaló el ingeniero Parada, México se une a los países que emplean estos estímulos como parte de su política de fomento en apoyo del sector privado. Este último, indicó, invierte cinco mil millones de pesos al año en investigación y desarrollo tecnológico, y la meta es que dicho sector multiplique su inversión en este ramo y en el 2006 invierta 30 mil millones. El titular mencionó asimismo que: "Para las necesidades de las empresas, el Conacyt será solidario en la formación de recursos humanos altamente capacitados y, así, ofrecer a las empresas el mejor talento humano que tiene México".

Por su parte, el presidente Vicente Fox Quesada pidió al director general del Conacyt y al secretario de Hacienda que trabajen estrechamente para analizar y descubrir nuevos mecanismos y diseñar mayores incentivos que

permitan redoblar el enorme esfuerzo que están haciendo los empresarios de México al invertir en nuevas tecnologías. Además, en representación de la pequeña empresa, el doctor Juan Milton Garduño Rubio, director general de Mixbaal, S. A. de C. V., expresó que el estímulo fiscal permite realizar el sueño del empresario: "guardar parte de los impuestos bajo dos condiciones; la primera, que se invierta en desarrollo de tecnología y la segunda que la compañía tenga utilidades".

El licenciado Arturo Jiménez Bayardo, presidente corporativo de Laboratorios Shopia S. A. de C. V., afirmó que los fondos mixtos y sectoriales del Conacyt estimulan el desarrollo, creando así una fuente comprometida para el logro de objetivos a corto, mediano y largo plazos.

"La visión del Consejo es agrupar los proyectos que estén totalmente vinculados con

los sectores académicos de investigación y con el sector productivo, ya que estos fondos son los medios que detonarán de una vez por todas la superación tecnológica del país, pues todo proyecto es perfectamente analizado por su viabilidad científica, tecnológica, industrial y comercial, utilizando así los recursos que hacen que prevalezca la mediana empresa".

Por último, Roberto Servitje Sendra, presidente del Consejo de Administración del Grupo BIMBO S. A. de C. V., dijo que la investigación aplicada tiene un papel preponderante en el incremento de la productividad, la competitividad y el crecimiento económico del país, y agregó que para impulsar el desarrollo de México se publicó la Ley Orgánica del Conacyt, que eleva la coordinación de las actividades científicas y tecnológicas a una política de Estado. ●



El Dr. Guillermo Aguirre Esponda, Director Adjunto de Modernización Tecnológica, el Ing. Jaime Parada Avila, Director General del Conacyt y el Dr. Luis Ernesto Delbez, Secretario de Economía.



## Microalgas para evitar la marea roja

Con el apoyo de más de cuatro millones de pesos, otorgados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, profesores-investigadores de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) estudian las microalgas denominadas dinoflagelados, causantes de las mareas rojas, que al ser consumidas por animales marinos, y éstos a su vez por el hombre pueden ocasionar hasta la muerte. Incluso, con este proyecto se conocerá mejor la biología y el comportamiento de estos organismos que intervienen en la productividad primaria de los ecosistemas marinos y, a largo plazo, ayudar a evitar pérdidas económicas y problemas de salud pública, así como a mantener el equilibrio del ambiente marino. La doctora María Esther Meave del Castillo, responsable del proyecto y académica del Departamento de Hidrobiología de la Unidad Iztapalapa, explica que con la marea roja y la veda se dejan de vender enormes cantidades de mariscos (moluscos y crustáceos), lo cual representa grandes pérdidas económicas, por ello es necesario estudiar mejor a estos organismos que provocan los fenómenos mencionados.

Se estima que hay dos mil microalgas vivas en el mundo, de las cuales 60 producen compuestos tóxicos, por lo que con este trabajo de investigación se reconocerá cuáles son las especies mexicanas y, su toxicidad, en caso de

que la tengan, los efectos pueden consistir en diarreas, pues, afectan el sistema digestivo; las paralizantes ocasionan paros respiratorios y las hemolíticas dañan la coagulación de la sangre, pero también existen otras que actúan sobre el sistema nervioso, aun cuando sus efectos parecen ser gástricos, y por ello pueden confundirse con enfermedades ocasionadas por bacterias.

Este trabajo se desarrollará en más de 10 localidades del Pacífico mexicano, con la participación de fitoplanctólogos del Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, ubicado en la Paz, Baja California, quienes realizan sus labores, tanto en dicho estado, como en Mazatlán, Sinaloa.

La presidenta de la Sociedad Mexicana de Planctología subrayó que las mareas rojas son impredecibles, pero se les relaciona con la época de lluvias, con el agua en calma después de intensos vientos y la descarga de los ríos que llevan hierro al mar. Estos fenómenos, que concluyen sin la intervención del ser humano, duran generalmente de tres días a una semana, debido a los cortos ciclos de vida de las microalgas.

Por tratarse de un trabajo de investigación integral, el Conacyt lo consideró prioritario en el Comité de Ecología, Evolución y Sistemática y lo eligió, entre 14 proyectos de diversas instituciones, para otorgarle recursos económicos. ●

## Ahorro del sector salud por reducción en los precios del tratamiento contra el VIH

En el último año, el sector salud ha logrado un ahorro acumulado de 50 millones de dólares al reducirse hasta el 80% el costo de los medicamentos para el tratamiento del virus de inmunodeficiencia humana (VIH), gracias a un convenio celebrado con Merck Sharp & Dohme. Dichos ahorros se han generado porque con éste se ha permitido al sector salud adquirir sus dos tratamientos antirretrovirales a un precio cinco veces menor a cualquier otro. Los medicamentos que reciben el descuento forman parte del procedimiento de combinación denominado TARSA (Tratamiento Antirretroviral Sumamente Activo), que es el más utilizado en el mundo y está recomendado por las guías mundiales para el manejo de pacientes con SIDA.

En México existen 18 mil personas que reciben dichos medicamentos, pero estimaciones de CENSIDA permiten determinar que aproximadamente 150 mil personas requerirán del tratamiento en los próximos diez años. En este contexto, las organizaciones no gubernamentales, nacionales y extranjeras, han puesto énfasis en esta iniciativa, y han hecho un llamado para que otros laboratorios compartan el esfuerzo mundial encaminado a que los gobiernos obtengan tratamientos de alta calidad para atender a estos pacientes.

ONUSIDA estima que anualmente se requerirán entre 7 y 10 mil millones de dólares para la lucha global durante los próximos cinco años, y la comunidad científica coincide en que la mitad de estos recursos se deben destinar al tratamiento de quienes padecen la enfermedad, y el resto a su prevención. ☺



## XXVII Curso Internacional de Medicina Interna

La Asociación de Medicina Interna de México (AMIM) llevó a cabo su XXVII Curso Internacional de Medicina Interna en la Unidad de Congresos del Centro Médico Nacional Siglo XXI, con una participación de dos mil especialistas. Al respecto, el actual presidente de la Asociación, doctor Ricardo Juárez Ocaña, mencionó: "La actualización médica continua es la mejor forma de atender a un mayor número de pacientes de la tercera edad que lamentablemente sufren de alguna enfermedad crónica degenerativa, y este tipo de cursos hace que la medicina interna en México esté al nivel de la de países como los Estados Unidos.

De acuerdo con el último Censo General de Población y Vivienda, realizado en el año 2000, se estima que México tiene una población aproximada de 97 millones de habitantes, de los cuales poco más de siete millones tienen una edad promedio entre 60 y 70 años. Por su parte, la doctora Olga Lidia Vera Lastra, vicepresidenta de la AMIM afirmó que los ancianos o personas mayores constituyen el sector más afectado por las enfermedades crónico degenerativas, y en la

mayoría de los casos, la calidad y las expectativas de vida se ven mermadas por las consecuencias que producen ciertos padecimientos como la diabetes: "enfermedad ubicada como la tercera causa de muerte en México, que reduce entre cinco y 10 años la esperanza de vida, y es la principal causa de las amputaciones de miembros inferiores de origen no traumático, de ceguera, y de fallas renales", informó la doctora Vera Lastra.

Por último, los integrantes del comité organizador del XXVII Curso Internacional de Medicina Interna, recomendaron a la población acudir con su médico familiar o con un internista para realizarse los análisis necesarios, a fin de prevenir o controlar cualquier padecimiento crónico degenerativo. Así, la AMIM tiene el propósito de fomentar el estudio de la medicina interna en beneficio del enfermo adulto, y ha agrupado a cinco mil médicos internistas de todas las instituciones de salud, para promover las actividades académicas y la certificación de la calidad profesional del médico. ☺

## Ultrasonido en tres dimensiones

El surgimiento de la vida es uno de los misterios que más interesan al ser humano. Conocer cómo ocurre el desarrollo del bebé en cada una de sus etapas, y tener la seguridad de que se encuentra bien y no existe problema alguno durante la gestación es una de las mayores preocupaciones de los padres, y así, con el propósito de responder a esta inquietud se ha llegado a abusar de los famosos ultrasonidos, por medio de los cuales los padres pueden ver literalmente al bebé y el médico decirles si éste se encuentra bien o mal.

Algunas mujeres que se han sometido al ultrasonido saben que esta técnica consiste en el rebote de ondas sonoras sobre el cuerpo del feto en desarrollo y sus ecos se transforman en una imagen llamada sonograma. Pero este tipo de estudios no muestran en detalle al bebé y lo presentan como una imagen plana que, si bien observamos que se mueve, no se aprecia claramente. Para satisfacer la curiosidad de muchas madres y padres que desean tener un video del bebé que aún se encuentra en el vientre materno, la empresa Philips presentó un nuevo tipo de máquinas de ultrasonido que permitirán ver a los pequeños en tres dimensiones y hacer diagnósticos más precisos sobre su estado de salud. El nombre del aparato es HDI 4000 y genera imágenes de alta resolución, que muestran detalles precisos sobre la piel, los huesos y los órganos vitales del neonato, de acuerdo con lo que desee estudiar el médico tratante.

El artefacto mencionado cuenta con tres sensores llamados transductores volumétricos, es decir, tres generadores de ondas sonoras que se colocan en ambos lados del abdomen y el vientre de las madres, con los que se puede realizar una lectura más precisa de la salud del niño. Para su funcionamiento se utiliza el mismo gel que es utilizado normalmente en los

ultrasonidos, pero lo que hace la diferencia son los sensores que, al cruzar sus ondas, logran una imagen en la pantalla del aparato en tres dimensiones, por lo que se pueden conocer en detalle los rasgos del pequeño, así como los posibles problemas que pueda tener. De acuerdo con los expertos, el HDI 4000, permitiría a los padres observar a su hijo como si se tratara de una película.

Otra de las ventajas que ofrece esta nueva máquina es la toma de radiografías del pequeño para saber si existe algún problema en la formación de los huesos, así como de sus órganos vitales, gracias a un sistema llamado análisis automático *high q de doppler*. Además, el nuevo sistema de ultrasonido puede grabar las imágenes obtenidas en un CD o en un disquete común en formatos compatibles con cualquier computadora o reproductora de DVD.

Pero donde hay luz debe haber alguna sombra, y este caso no es la excepción, debido a que la nueva maravilla electrónica tiene un grave problema, su alto costo, pues el HDI 4000 tiene un precio de 98 mil dólares, comentó Rubén Reyes, director general de Sistemas Médicos de la empresa Philips, por lo que en nuestro país sólo se han solicitado tres aparatos de este tipo por parte de las empresas privadas, y no llegarán al sector público, debido a que no se ha realizado ninguna licitación para comprar esta clase de equipo. De tal suerte, todos aquellos desesperados por conocer al nuevo miembro de la familia, que se encuentra aún en el vientre materno, deberán pagar una cantidad considerable, ya que no será sino hasta el mes de julio cuando Laboratorios Azteca (empresa que compró los equipos en nuestro país) contara con este prodigio. ●





## Nueva terapia para controlar el cáncer

Científicos del Instituto de Investigaciones Scripps (TSRI por sus siglas en inglés) sintetizaron una partícula de dimensiones nanométricas, capaz de seleccionar a aquellas células que forman nuevos vasos sanguíneos en tumores cancerosos y la han combinado con un gen que ataca el proceso angiogénico. Los resultados obtenidos por el doctor David Cheresh y su grupo de colaboradores son exitosos en los casos de aquellos sitios del pulmón o del hígado de los animales experimentales en los cuales existían lesiones metastásicas.

La partícula diseñada por los especialistas es una especie de destructor que ataca las células endoteliales que proliferan durante la angiogénesis, lo que implica eliminar toda fuente de alimentación con la que cuente el tumor. Una vez que el proceso se detiene, las células tumorales mueren por inanición y, por último, el tumor es destruido. La nanopartícula utilizada por Hood y sus colaboradores aprovecha el papel de las "integrinas", complejos proteicos que se encuentran embebidos en las membranas plasmáticas de las células animales y cuya función principal es permitir la entrada de diferentes compuestos de manera selectiva hacia el interior de la célula.

La angiogénesis no está directamente involucrada en la aparición de tumores; sin embargo, en casos de desarrollo requieren de la formación de nuevos vasos sanguíneos, pero si es bloqueada, entonces el tumor no puede crecer más allá de un pequeño tamaño, explicaron los expertos. Dicha angiogénesis es el proceso mediante el cual se forman nuevos vasos sanguíneos a partir de otros ya existentes, y tienen un papel decisivo para la estabilidad del organismo. No obstante, en algunos casos implica el desarrollo de problemas asociados con artritis, retinopatía diabética, degeneración macular y cáncer, y también permite el crecimiento tumoral irregular y la metástasis, que es el proceso de desprendimiento de células derivadas del tumor principal, mediante el cual éstas consiguen infiltrarse en el torrente sanguíneo y a partir de él son transportadas hacia distintos órganos. Los investigadores añaden que el siguiente paso será desarrollar la técnica de una manera más refinada y dirigida específicamente a la terapia contra el cáncer. Este método podría probar su eficiencia aplicándose en forma paralela con otras técnicas como la quimioterapia, reduciendo de este modo la toxicidad de las drogas anti-cáncer preexistentes. ●





## Hallazgo del cráneo de un euroasiático primitivo

El descubrimiento efectuado en Georgia, Estados Unidos, del cráneo y la mandíbula de un pequeño individuo pone en duda la idea de que la disponibilidad de un cerebro de grandes dimensiones estuvo relacionado con la migración de nuestros ancestros humanos procedentes de África. Los fósiles encontrados pertenecen al tercer espécimen hallado en el lugar, y comparativamente, los otros dos cráneos localizados tienen espacio para cerebros bastante más grandes. Según David Lordkipanidze, uno de los paleontólogos que han participado en la excavación, el individuo recién descubierto tenía cerebro pequeño, arco superciliar delgado, nariz corta y dientes caninos enormes, en tanto que el del nuevo espécimen hallado en Dmanisi tenía probablemente un volumen de 600 centímetros cúbicos (los humanos modernos tienen un cerebro que duplica ese volumen), y los otros dos especímenes, en cambio, alcanzan unos 800 cc.

Los científicos habían propuesto que la evolución y aparición de cerebros más grandes estaba directamente relacionado con la

migración inicial de nuestros ancestros africanos, y según esto, una inteligencia superior les permitió adaptarse a los nuevos ambientes, pero el descubrimiento de este cráneo de cerebro pequeño sugiere que su crecimiento no fue la única razón que los impulsó a salir del continente. Lordkipanidze opina que fue una combinación de motivos, y no solo uno, lo que forzó a la gente a emigrar.

Los nuevos fósiles también ofrecen una muestra rara de la diversidad de las especies primitivas humanas, pues sabemos muy bien que los humanos modernos adoptan todo tipo de tamaños y formas, pero los científicos desconocían qué grado de variación existía entre nuestros ancestros. Las diferencias, sin embargo, son de tamaño, no de morfología, cuyas investigaciones han participado numerosos especialistas, entre ellos Jordi Agustí, del Institut de Paleontologia M. Crusafont, de Sabadell, España, y el Ministerio de Ciencia y Tecnología español, así como la Generalitat de Catalunya, han colaborado en la financiación de los trabajos.

## Los teléfonos celulares no causan cáncer

Investigadores de la Washington University School of Medicine expusieron a varias ratas a los dos tipos más comunes de radiación, producidos por los teléfonos celulares durante cuatro horas al día, cinco días a la semana, durante dos años y han comprobado que dicha dosis no produce cáncer en los animales. El estudio intentó simular el nivel de exposición a la radiación que sufren los humanos, explicó Joseph L. Roti Roti, bioquímico encargado del proyecto, quien agregó que no se descubrieron aumentos significativos de ningún tipo de tumor, incluyendo los de cerebro, hígado, pulmón o riñón, comparado con los índices del grupo de control.

Durante más de un decenio se desarrolló un inacabable debate público sobre si la radiación de los teléfonos celulares causa cáncer, en especial en el cerebro y, para ayudar a poner en claro este tema, era necesario realizar un examen a largo plazo, y esto es lo que han llevado a cabo Roti Roti y sus colegas. En el estudio se emplearon 480 ratas machos y hembras que fueron expuestas a dos tipos de radiación: la frecuencia utilizada en los teléfonos móviles analógicos (835,62 MHz) y la usada en los teléfonos digitales (847,74 MHz).

Después de dos años y un total de 505 días de exposición, se estudió microscópicamente el cerebro, la médula espinal y otros órganos de cada animal, en busca de signos de la presencia de algún tipo de cáncer y después del análisis de los tejidos, los científicos concluyeron que no se dio un aumento estadísticamente significativo de la presencia de tumores, además, tampoco hubo diferencias en el peso o en el tiempo de vida de los animales.

**Martín Alonso Mendoza**, autor del artículo "Desarrollo regional y conservación natural", nació en la ciudad de México y efectuó su doctorado en recursos forestales en la Universidad de Idaho. Es autor del libro *Conceptos básicos del manejo forestal*, y coautor de *Economic and Environmental Impact Assessment of Forest Policy Changes in Western Washington*. Actualmente es profesor investigador adjunto del Colegio de Posgraduados, campus Veracruz y miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel I.

**Ana Lid del Ángel Pérez**, coautora del artículo "Desarrollo regional y conservación natural", es antropóloga social por la Universidad Veracruzana, maestría en esta misma disciplina por la Universidad Iberoamericana, y doctora en agrosistemas tropicales por el Colegio de Posgraduados. Profesionalmente se ha desempeñado como investigador titular del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; ha realizado estudios acerca de los sistemas de producción, organización social y economía de grupos campesinos y ganaderos. Ha ejercido la docencia en la Escuela de Antropología de la Universidad Autónoma del Estado de México, en las Universidades Iberoamericana, Veracruzana y en la Nacional Autónoma de México. Es autora de artículos científicos publicados en revistas nacionales e internacionales, de capítulos de libros, ponencias, memorias de congresos y folletos técnicos.

**Alberto Arriaga Frijas**, autor del artículo "Conservación de la flor cortada", nació en la ciudad de México. Realizó sus estudios de licenciatura en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), además de una maestría en fisiología vegetal en la Pacific Western University. Se ha desempeñado como docente en los módulos de morfofisiología vegetal y metodología científica del Laboratorio de Investigación Científica y Tecnológica I y II. Ha participado en varios proyectos como el de Resistencia a la sequía en plantas y Comportamiento hídrico de la flor cortada. Ha publicado cinco artículos en la *Revista de Educación Superior* y en las revistas *Horticultura Mexicana* y *Chapingo*, también es autor del libro *Relaciones hídricas en plantas* y coautor de *Metabolismo científico I*.

**Daniel Balleza Mejía**, autor del artículo "Sistemas membranales modelo: el uso de membranas modelo para el estudio de canales iónicos de células vegetales", nació en la ciudad de México. Realizó su licenciatura en biología en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), donde llevó a cabo también la maestría en investigación biomédica básica. Ha participado en diversos congresos nacionales e internacionales, ha impartido varias charlas, y su experiencia en el campo versa sobre el análisis de las secuencias de ADN y canales iónicos en las plantas. Es autor de siete textos y coautor de uno.

**Armando Correa García**, autor del artículo "Contaminantes precursores del ozono en la ciudad de México", nació en Maravatío de Ocampo, Michoacán y estudió la licenciatura en biología en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Participó en el VI Congreso Interamericano sobre Medio Ambiente, y su trabajo (con la coautoría de Roberto Muñoz C.) "Evaluación de pronósticos a corto plazo de la calidad del aire en la ciudad de México" fue publicado en las memorias del evento. En el XII Congreso Nacional 2000 de Ciencia y Conciencia colaboró con la ponencia "Análisis de ozono y óxidos de nitrógeno mediante series de tiempo y regresión lineal, también publicado en las memorias, esta vez con la coautoría de Roberto Muñoz C. y Gustavo Cardoso G.

**Gumersindo H. de la Cruz Guzmán**, coautor del artículo "Conservación de la flor cortada", nació en Tlapa de Comonfort, Guerrero. Realizó sus estudios de licenciatura en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y la maestría en biología de recursos vegetales en la misma institución. Se ha desempeñado como docente en el área de morfofisiología vegetal del Laboratorio de Investigación Científica y Tecnológica y en el curso monográfico de Resistencia a la sequía en plantas. Participó en el proyecto de investigación denominado Fisiología Postcosecha en Flor Cortada y es autor de dos artículos publicados en la *Revista Chapingo* y coautor del libro *Relaciones hídricas en plantas*.

**Oscar Flores Solano**, autor de la reseña del libro *El pueblo del señor: las fiestas y peregrinaciones de Chalma*, nació en la ciudad de Puebla. Es licenciado en ciencias de la comunicación por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, con especialidad en relaciones públicas. Ha participado en diversos seminarios de apreciación cinematográfica, videoarte y arte acústico, y también ha publicado cuentos en el periódico *Síntesis* de la ciudad de Puebla, así como diversos artículos en revistas universitarias.

**Edmundo García Moya**, coautor del artículo "Desarrollo regional y conservación natural", nació en La Esperanza, Amecá, Jalisco. Es ingeniero agrónomo por la Escuela Superior de Agricultura Antonio Narro, maestro en ciencias por la Universidad de California en Riverside, y se doctoró en la Universidad del Estado de Oregón. Profesionalmente se ha desempeñado como investigador asistente en la Oregon Agricultural Experimental Station y director del Centro de Botánica en el Colegio de Posgraduados. Es autor de dos libros y de varios artículos y capítulos en libros. Actualmente es profesor investigador titular en el Colegio de Posgraduados, así como miembro regular de la Academia Mexicana de Ciencias y del Sistema Nacional de Investigadores, nivel II.

---

**Froylán Gómez Lagunas**, coautor del artículo "Sistemas membranales modelo: el uso de membranas modelo para el estudio de canales iónicos de células vegetales", es biólogo por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), maestro en ciencias por la misma institución, doctor en investigación biomédica básica por el Instituto de Fisiología Celular de la propia UNAM, y posdoctorado en la School of Medicine, University of Pennsylvania, Estados Unidos. Es coautor de varios textos, entre los que se encuentran "A novel  $K^+$  channel toxin from *Tityus discrepans* scorpion", "Oxyopinins, Large amphipathic peptides isolated from the venom of the wolf spider *Oxyopes kitabensis* with cytolytic properties and positive insecticidal cooperativity with spider neurotoxins", y autor de textos como "Barium inhibition of the collapse of the Shaker  $K^+$  conductance in zero  $K^+$  and  $Na^+$  interaction with the pore of Shaker  $B K^+$  channels, Zero and low  $K^+$  conditions". Actualmente se desempeña como Profesor Titular A de tiempo completo en el Departamento de Fisiología de la Facultad de Medicina de la UNAM.

---

**Martín Guevara Martínez**, coautor del artículo "Viajeros secretos: los radioisótopos", nació en el Estado de México y es ingeniero químico por la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa [UAM-I]. Ha estudiado espectroscopia infrarroja y ultravioleta, difracción de rayos X y divulgación de la ciencia. Ha publicado sus textos en diversos medios como el Suplemento "Lunes en la ciencia", del periódico *La Jornada*, *Contactos*, *La Revista de Educación en Ciencias Básicas e Ingeniería* de la UAM-I, e *Investigación hoy*, revista del Instituto Politécnico Nacional. Su trabajo de divulgación de los temas científicos se ha extendido a la participación en charlas sostenidas en distintos foros como la propia UAM-I, el museo Universum, escuelas secundarias y el Sistema de Transporte Colectivo-Metro. Es miembro de la Asociación Juvenil de Divuladores de la Ciencia A. C.

---

**Ramón Andrés López Pérez**, coautor del artículo "El estado actual de los arrecifes coralinos en el mundo", nació en la ciudad de México. Realizó sus estudios en biología marina en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, la maestría en oceanografía costera en la Universidad Autónoma de Baja California, y actualmente estudia el doctorado en el departamento de geociencias en la Universidad de Iowa; ha sido becario del Conacyt y forma parte del Consejo Consultivo Científico y Técnico de los Arrecifes Coralinos de México.

---

Correo electrónico: ramon-lopez@uiowa.edu

---

**Jorge Luna Figueroa**, autor del artículo "Alimento vivo: importancia y valor nutritivo", nació en Julianita, Guerrero. Obtuvo la

licenciatura en biología en la Escuela de Biología de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), y es maestro en ciencias y doctor por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

---

**Pedro Medina Rosas**, coautor del artículo "El estado actual de los arrecifes coralinos en el mundo", es licenciado en biología por la Universidad de Guadalajara (UG), estudiando los corales del Pacífico mexicano, y su maestría en ciencias, en oceanografía costera en la Universidad Autónoma de Baja California. Ha sido becario en proyectos de investigación sobre biología marina e invertebrados, por las instituciones UG, INP, SEDESOL, CICESE y Conacyt. Es miembro del Consejo Consultivo Científico y Técnico de los Arrecifes Coralinos de México y profesor investigador del Centro Universitario de la Costa en Puerto Vallarta, de la UG.

---

**Rocío Berenice Mena Correa**, autora del artículo "Viajeros secretos: los radioisótopos", nació en la ciudad de México. Obtuvo su licenciatura en ciencias de la comunicación en la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México, además de cursar el diplomado de producción avanzada de televisión en la Casa de la Cultura Reyes Heróles de Coyoacán y participar en el coloquio Estrategias de marketing en la producción televisiva. Es autora de varios artículos y reseñas en la *Gaceta del Instituto Nacional de Pediatría* y la revista *El México que viene*, con títulos tan diversos como "Te escribo desde el corazón de mi corteza", "La maldición de Babel en los números" (cuento), "Memoria no es aprendizaje", "Mujeres maltratadas, la violencia del odio" y "Derechos humanos, el valor de nuestra persona". En las memorias del IX Congreso de la SOMEDICYT se publicó su artículo "Teatro científico: nuevas rutas críticas de arte y ciencia", y en 1998 obtuvo el segundo lugar en la categoría C, en el Concurso Nacional *La ciencia para todos*, por el ensayo literario sobre el libro *El álamo, la lina y la rosa*.

---

**Francisco Javier Orozco Valverde**, autor del artículo "Cultivo de piel para uso industrial", nació en León, Guanajuato, y estudió ingeniería industrial en la Universidad de su ciudad natal, además de realizar estudios de química. Profesionalmente se ha desempeñado, entre otros puestos, como director del Laboratorio de Física del Instituto Lux, formando parte del equipo que inició la construcción del observatorio del propio instituto, en el Centro de Investigaciones Ópticas participó en la fabricación de ocho telescopios; asimismo, en la organización del la primera Feria de la Planta, en León. Es autor del libro *Treinta plantas económicamente útiles de la zona urbana de León, Gto.*, aparte de haber publicado artículos del género periodístico y textos literarios. Actualmente sus investigaciones se centran en el tema de la electrolisis.

---

---

**Carmen Quinto Lagunas**, coautora del artículo "Sistemas membranales modelo: el uso de membranas modelo para el estudio de canales iónicos de células vegetales", es originaria de Taxco, Guerrero. Obtuvo el título de Química Farmacéutica Bióloga en la Universidad Motolinía, incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y de maestría en Investigación biomédica básica en el Instituto de Investigaciones Biomédicas (UNAM); hizo un entrenamiento de posgrado en el Departamento de Bioquímica y Biofísica de la Universidad de California, en San Francisco, EUA. Es autora de 36 artículos publicados en revistas de difusión internacional, y de 16 capítulos en libros especializados. Ha realizado estancias sabáticas en la Universidad de Sevilla, España y en la Universidad de Leiden, Holanda, para lo cual obtuvo la Beca Marie Curie otorgada por la Comunidad Económica Europea. Perteneció a diversas asociaciones académicas, tales como la Academia Mexicana de Ciencias y la American Society of Microbiology; además, es miembro fundador de la Academia de Ciencias de Morelos, A. C. Actualmente es Investigadora Titular "C", de tiempo completo en el Instituto de Biotecnología de la UNAM, especializada en la Biología celular y molecular de la Interacción planta-microorganismo, teniendo como modelo de estudio la simbiosis *Rhizobium etli*-Frijol y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel II.

---

**Juan Carlos Raya Pérez**, autor del artículo "La evolución sigue", nació en Manuel Villalongín, Michoacán. Es biólogo por la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); realizó sus estudios de maestría en el Colegio de Postgraduados, y su doctorado en el área de transducción de señales de las plantas. Recibió el premio a la mejor tesis de maestría sobre fisiología vegetal en el certamen organizado durante el XIII Congreso Mexicano de Botánica. Es candidato a investigador del Sistema Nacional de Investigadores, y actualmente se desempeña como investigador asociado en el IBT de la UNAM.

---

**Héctor Reyes Bonilla**, autor del artículo "El estado actual de los arrecifes coralinos en el mundo", nació en la ciudad de México y llevó a cabo la licenciatura en biología marina en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, la maestría en ecología marina en el Centro de Investigación y Estudios Superiores de Ensenada y es candidato a doctor en ciencias marinas y pesqueras en la Universidad de Miami. Ha realizado investigaciones en los arrecifes coralinos de diversas zonas de América Latina y se ha especializado en los campos de taxonomía y biogeografía de corales pétreos, y asimismo ha conducido trabajos sobre estructura comunitaria de corales, moluscos, equinodermos y peces en los arrecifes de Baja California Sur, Nayarit, Colima y Oaxaca. Es autor de 40 artículos en revistas con arbitraje y, como docente, ha impartido cursos en México, los Estados Unidos, Ecuador y Venezuela, además de haber presentado

conferencias magistrales sobre los corales pétreos en diversas reuniones académicas. Ha sido becario del Conacyt, y actualmente es miembro del Consejo Consultivo Científico y Técnico de los Arrecifes Coralinos de México.

---

Correo electrónico: hreyes@rsmas.miami.edu

---

**Ricardo Sánchez Puentes**, autor de la reseña del libro *Los congresos nacionales universitarios y los gobiernos de la Revolución*, es doctor en filosofía por la Universidad de Lovaina, Bélgica, es investigador definitivo, titular C de tiempo completo en el Centro de Estudios sobre la Universidad, de la Universidad Nacional Autónoma de México, así como profesor en el Programa de Estudios de Posgrado en Pedagogía de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional Autónoma de México. Ha publicado diversos artículos especializados en revistas nacionales e internacionales, entre los que se pueden citar "La formación de investigadores como un quehacer artesanal", "Didáctica de la problematización del campo científico de la educación", y "Enseñar a investigar: Una didáctica nueva de la enseñanza de la investigación en ciencias sociales y humanas; el posgrado de ciencias sociales y humanidades. Vida académica y eficiencia terminal", y sus líneas de trabajo se concentran en la formación de investigadores en ciencias sociales y humanas, el posgrado y los problemas filosóficos de la educación.

---

**Mónica de la Cruz Vargas Mendoza**, coautora del artículo "Desarrollo regional y conservación natural", nació en Aguascalientes y realizó su licenciatura en biología en la Facultad de Ciencias Biológicas, su maestría en el Centro de Botánica y en el Colegio de Postgraduados, así como el doctorado en el Departamento de Biología de la Universidad de Texas, en Austin. Ha impartido diversos cursos de posgrado, incluyendo ecología de las poblaciones, y actualmente tiene como líneas de investigación la Ecología de las poblaciones de plantas, las interacciones planta-animal y la ecología de arvenses.

---

**José Alejandro Zavala Hurtado**, coautor del artículo "Contaminantes precursores del Ozono en la ciudad de México", realizó su licenciatura en biología en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la maestría en ecología en la University of Wales, U. R., y su doctorado en biología, en la propia UNAM. Ha publicado 17 artículos de investigación, un diccionario de ecología y un manual de métodos de análisis multivariado, el doctor Zavala fue el ganador del VIII Premio Anual de la Investigación de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), y actualmente es profesor titular de tiempo completo en el área de ecología del Departamento de Biología de la UAM-Iztapalapa, además, de miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel I.

---

# LOS UNIVERSITARIOS

Publicación mensual de la Coordinación de Difusión Cultural de la UNAM

NÚMERO 21 JUNIO



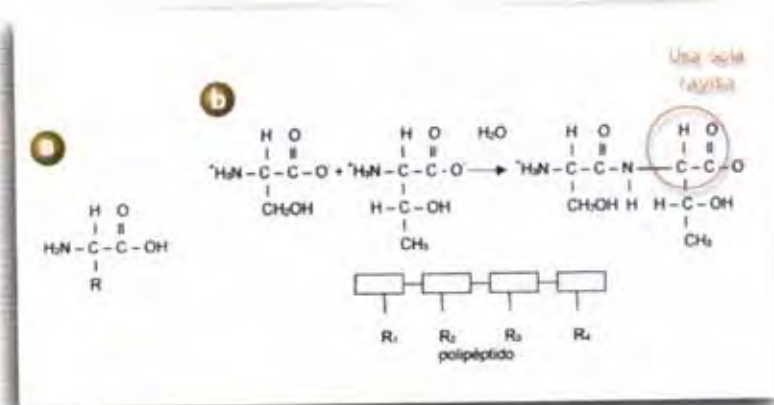
- En el bicentenario de Victor Hugo: Vicente Quirarte y Federico Reyes Heróles
- *Citrica* y *Las cinco* de Gerardo Deniz
- *Los tiempos de la noche* de Angelina Muñiz
- *Tolsói fugitivo* de Bárbara Jacobs
- Croquis y maquetas: Calatrava en la UNAM
- Reportaje fotográfico: Imágenes de Chipre de Pedro Valtierra



SUSCRIPCIONES: 56 65 17 33

## Fe de erratas

En el número 162, dentro del artículo "El código genético y la secuencia de nucleótidos", página 37, figura 2; se arrastró un error totalmente obvio, presente en el dibujo de la fórmula. La figura 2 presenta en a) la fórmula general de los aminoácidos. Es correcta. En b) se refiere a la formación del enlace peptídico entre dos aminoácidos y debe escribirse:



El error señalado se refiere al doble enlace, debe ser un sólo enlace y no dos, ya que no hay manera posible de que aparezca una ligadura doble entre el C y el H.

Agradecemos la observación de Ma. Susana León, y ofrecemos a nuestros lectores una disculpa por esta falla.

# Información para los autores

La revista *Ciencia y Desarrollo* tiene como objetivo central difundir a través de sus páginas la pertinencia y utilidad social del conocimiento científico y tecnológico. Esta publicación está dirigida a un público interesado en acrecentar sus conocimientos y en tortalecer su perfil cultural con elementos propios de la ciencia y la tecnología. En ella se incluirán artículos sobre diversos aspectos del conocimiento, además de ensayos, reportajes, reseñas bibliográficas y noticias sobre el acontecer de la ciencia tanto nacional como internacional.

Se invita a los integrantes de la comunidad académica a enviar colaboraciones, las cuales serán parte fundamental de la revista. Estas podrán versar sobre temas científicos o humanísticos y deberán estar escritas en un lenguaje claro, didáctico y que resulte accesible para un público con estudios mínimos de bachillerato.

## MECANISMO EDITORIAL

Las colaboraciones propuestas serán evaluadas por expertos en la materia. Los criterios preponderantes que se aplicarán para decidir sobre la publicación de todo texto serán la calidad y precisión de la información, el interés general del tema expuesto, y el lenguaje comprensible y claro que se utilice en la redacción del mismo.

En los casos de textos que necesiten corrección –de acuerdo con las observaciones hechas por los evaluadores–, los autores podrán enviar una versión corregida de éstos, en la que plasmen las modificaciones que se señalan en la evaluación.

## PRESENTACION DE MANUSCRITOS

Las colaboraciones deberán presentarse por duplicado y cumplir con los requisitos que a continuación se mencionan:

- Los textos deberán tener una extensión mínima de seis cuartillas y como máximo alcanzarán 12, incluidas en ellas las referencias y la bibliografía. Todas las páginas deberán estar numeradas, incluyendo la carátula.
- La carátula deberá registrar el título del artículo, el cual no excederá de cuatro palabras, el nombre del autor o autores, el de sus instituciones y departamentos de adscripción, con las direcciones postales y electrónicas, así como los números telefónicos y de fax que correspondan.
- Deberá enviarse un resumen curricular –no mayor de media cuartilla (14 líneas)–, en el que se incluyan los siguientes datos: nombre, lugar y fecha de nacimiento, estudios y experiencia profesional, artículos, publicaciones, distinciones (lo más relevante), apoyos recibidos por el Conacyt (becas, proyectos de investigación, relación con el SNI). Dicha información se utilizará para conformar la sección de LOS AUTORES.
- El texto deberá ser enviado en hoja tamaño carta, a doble espacio, incluyendo las referencias y la bibliografía, con el margen izquierdo de

3 cm. y el derecho de 2, acompañado, de ser posible por el archivo en un disquete de 3.5 para computadora, realizado en programa Word. La cuartilla constará de 27 líneas a doble espacio (1.5 cm.), sin división silábica, y se utilizará de preferencia el tipo Times New Roman de 12 puntos. Los párrafos no llevarán espacio entre ellos, salvo en los casos del título y los subtítulos.

- Los términos técnicos que aparezcan en el texto deberán explicarse claramente en la primera mención, al igual que las abreviaturas. Se evitará, asimismo, el uso de fórmulas y ecuaciones. En el caso de que éstas deban utilizarse, se buscará aclarar –de la manera más didáctica posible– su significado.
- El número máximo de referencias será de ocho. En caso de que un artículo lo exceda, *Ciencia y Desarrollo* sólo publicará ocho citas a juicio del editor.
- Se recomienda acompañar el texto con una bibliografía complementaria de seis fichas como máximo. En caso de que este número se rebase, el editor seleccionará los títulos que a su juicio más convengan. La bibliografía se colocará al final del artículo, y deberá aparecer numerada para facilitar su señalamiento con superíndices en el texto cuando se considere necesario. Las fichas bibliográficas deberán contener los siguientes datos: autores o editores, título del artículo, nombre de la revista o libro, lugar, empresa editorial, año de la publicación, volumen y número de páginas.
- La inclusión de gráficas o cuadros se realizará sólo en aquellos casos en los que la presentación de datos sea de particular importancia para la comprensión o ilustración del texto y se limitará a dos, ya sea un cuadro y una gráfica, dos cuadros o dos gráficas.
- Todo artículo se presentará acompañado de ocho ilustraciones que podrán utilizarse como complemento informativo o estético para el texto; no obstante, el número y la pertinencia de éstas serán objeto de consideración editorial. Las imágenes en color deberán enviarse en opacos o diapositivas de alta calidad. Cuando las ilustraciones sean enviadas por medio magnético o electrónico (disquete de 3.5, zip, disco compacto o correo electrónico), deberán remitirse en cualquiera de los siguientes formatos: EPS, TIF o JPG con un mínimo de resolución de 300 píxeles por pulgada al 100%. En una hoja aparte, deberán enviarse los pies de fotografía, cuyo contenido no deberá exceder de tres líneas, identificando con claridad las correspondencias, así como los créditos respectivos cuando no sean propios de los autores.
- Los manuscritos pueden enviarse para consideración editorial a:

*Ciencia y Desarrollo*

Av. Constituyentes 1046, 1er piso

Col. Lomas Altas

11950 México, D.F.

Tel. y fax 5327 74 00, ext. 7737, 7726, 7723, 7724; fax 5327 75 02.

cienciaydesarrollo@conacyt.mx