



Hanoi Caleca Angulo

28

## ¡Biotecnología: Esperanza de hoy... y de mañana!

**S**on las seis de la mañana, los niños se alistan para ir a la escuela, mientras que su mamá en la cocina, les prepara una merienda: un rico emparedado de queso y una malta. Seguramente, ni la madre ni mucho menos los niños, saben que para el procesamiento industrial de estos productos se han utilizado conocimientos biotecnológicos que tienen su origen hace más de seis mil años.

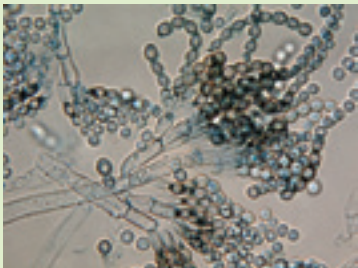
Efectivamente, la biotecnología, por lo menos en su forma tradicional, comenzó a utilizarse hace miles de años, cuando alguien notó que al fermentar las uvas se obtenía un producto: el vino. También es biotecnología la fabricación de cerveza a partir de la fermentación de cereales, hecho conocido unos 6000 años atrás en el Medio Oriente y la elaboración de queso y yogur mediante una técnica practicada por los chinos, que se conoce desde hace, por lo menos, 4000 años. Asimismo, se sabe que para esa misma época, ya los egipcios elaboraban pan. De forma que si en tu casa, se hace por ejemplo, pan y yogur, puedes estar orgulloso: están aplicando biotecnología.

Aún sin conocer a ciencia cierta lo que se entiende por biotecnología, las discusiones sobre plantas transgénicas, clonación y mutaciones, términos muy utilizados actualmente en el área de la biotecnología moderna, son muy frecuentes no solo entre científicos, sino entre todo tipo de profesionales e incluso en los pasillos y cantinas universitarias. Asimismo, la sociedad en general puede emitir opiniones y juicios sobre aspectos biotecnológicos, gracias a la cobertura que se ha dado a los mismos en medios de difusión y entretenimiento como la prensa, cine, radio y televisión. Como ves, la biotecnología está al alcance de todos.

## ¿Qué es biotecnología?

La forma más sencilla de explicar qué se entiende por biotecnología, sería expresar qué es un conjunto de técnicas o procesos que involucra el uso de seres vivos (microorganismos, plantas y animales) para elaborar productos y servicios para la humanidad. Por ejemplo, para elaborar el pan o el yogur intervienen microorganismos; por supuesto que esto no era conocido en la antigüedad. De hecho, la acción de los microorganismos en el campo biotecnológico, solo se hizo evidente luego de los trabajos del químico francés Louis Pasteur (1822-1895).

Durante siglos los seres humanos hemos aprovechado los productos de procesos biotecnológicos, bien sea en forma de pan, queso e incluso bebidas alcohólicas. En el presente, nos beneficiamos de nuevos desarrollos biotecnológicos como los antibióticos e incluso el tratamiento de desechos de todo tipo. En este sentido, podemos afirmar con propiedad que la biotecnología ha venido avanzando aceleradamente; en la actualidad, quienes trabajan en esta área, tienen que manejar e integrar conocimientos derivados de muchas ciencias como: genética, bioquímica, biología molecular, virología, ingeniería, agronomía, veterinaria, química de los alimentos y de los medicamentos, entre otras. No es extraño por lo tanto, que la biotecnología se aplique a la industria alimentaria, textil, detergentes, combustibles, plásticos, papel y farmacéutica, solo para citar algunos campos.

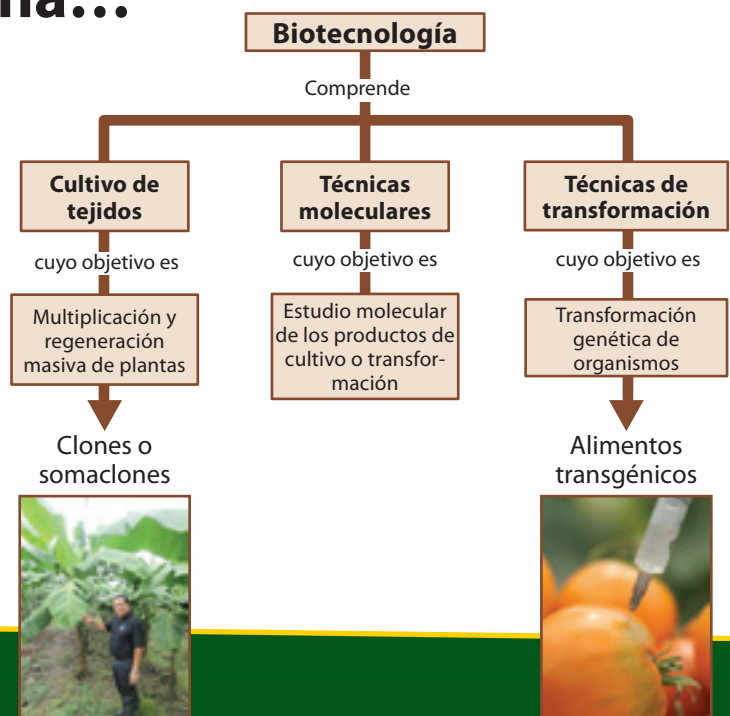


**¿Sabías que...** muchos de los antibióticos actuales son el resultado de conocimientos y aplicaciones biotecnológicas? Sin duda, el antibiótico que ha prestado mayores servicios a la humanidad, dado que ha salvado millones de vidas, es la penicilina. Este antibiótico fue descubierto en 1928, prácticamente por casualidad, por el bacteriólogo inglés Alexander Fleming (1881-1955), en un extracto del hongo *Penicillium notatum*. Años después, el bioquímico Ernst Chain (1906-1979) y el patólogo Howard Florey (1898-1968), perfeccionaron el trabajo de Fleming, obteniendo formas aún más potentes de la penicilina. En 1945, Fleming, Chain, y Florey recibieron el premio Nobel de Medicina, por estas investigaciones.

## La biotecnología moderna... ¡un sinfín de técnicas!

Reiteramos que el desarrollo de la biotecnología ha sido vertiginoso. Contamos con técnicas relativamente sencillas de la biotecnología tradicional, utilizadas desde hace mucho tiempo, tal como la fermentación de los alimentos; así como, con un conjunto de técnicas diversas y sofisticadas procedentes de la genética, la biología molecular y la bioquímica, que se aplican en el campo de la Ingeniería genética y en el cultivo «in vitro» de órganos, tejidos y células. Es lo que se conoce como biotecnología moderna.

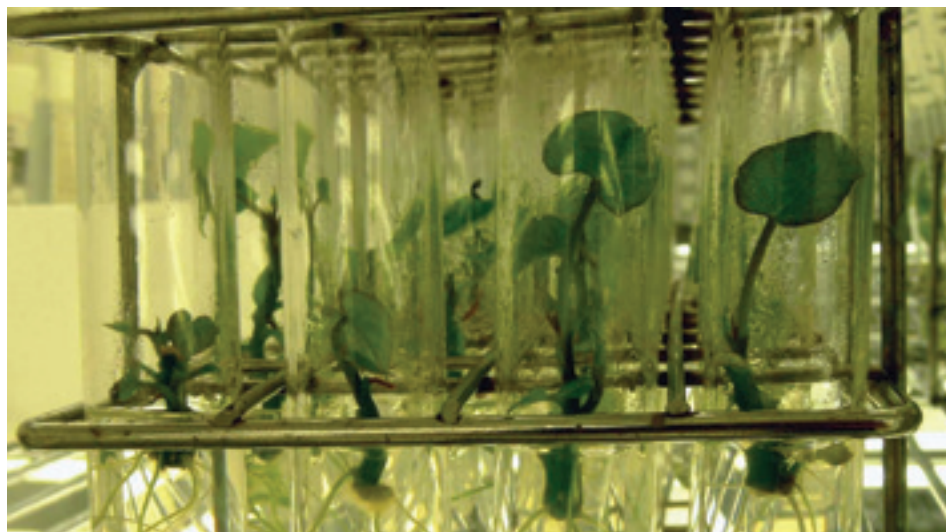
La figura nos muestra las principales técnicas que se utilizan en los laboratorios de biotecnología.



# Armando organismos nuevos: la ingeniería genética

**D**esde que en el Neolítico comenzó la agricultura y la ganadería, los seres humanos han tratado de modificar de algún modo las plantas y los animales. Para ello se han valido de repetidos cruces entre el organismo que se quiere modificar y algún pariente cercano o lejano, hasta lograr obtener variedades que tengan el rasgo o carácter que se desea. Asimismo, los cultivadores o granjeros están pendientes de seguir la aparición espontánea de un rasgo favorable en una planta o un animal, para evitar que dicho rasgo se diluya mediante cruces no planificados. Estas prácticas han sido tan comunes y se han mantenido a lo largo de la historia de tal manera, que ni las plantas que comemos ni los animales de granja, hubieran llegado a ser lo que ahora son, si no se hubiese intervenido en su desarrollo evolutivo.

Sin embargo, solo hace algunas décadas que los científicos desarrollan y aplican una serie de técnicas que les permiten, entre otras cosas, identificar genes de interés para una determinada condición, aislarlos e incorporarlos en otros organismos, que por supuesto, sufrirán una modificación en su genoma. Es lo que conocemos actualmente como **ingeniería genética** (también llamada técnica «in vitro» de ADN recombinante). Gracias a ella, los agricultores que mediante los métodos tradicionales de reproducción y combinando sin saberlo miles de genes, demoraban entre 10 a 15 años para mejorar un cultivo, pueden ahora seleccionar solo una característica genética deseable de una planta y transferirla al genoma de otra, proceso mucho más preciso y que requiere de mucho menos tiempo. Pero, ¿qué es exactamente eso de ADN recombinante? Es una molécula de ADN formada deliberadamente en el laboratorio, gracias a fragmentos de ADN de diferentes fuentes, que se cortan y recombinan *in vitro*, utilizando enzimas. Este ADN recombinante se introduce después en el organismo vivo que se quiere modificar. Como se dijo anteriormente, la tecnología de ADN recombinante generalmente se utiliza como sinónimo de ingeniería genética.



**¿Sabías que...** en 1973, en Stanford, California, los científicos Stanley Cohen y Herbert Boyer, añaden por primera vez un ADN extraño a una bacteria, creando así el primer organismo recombinante?

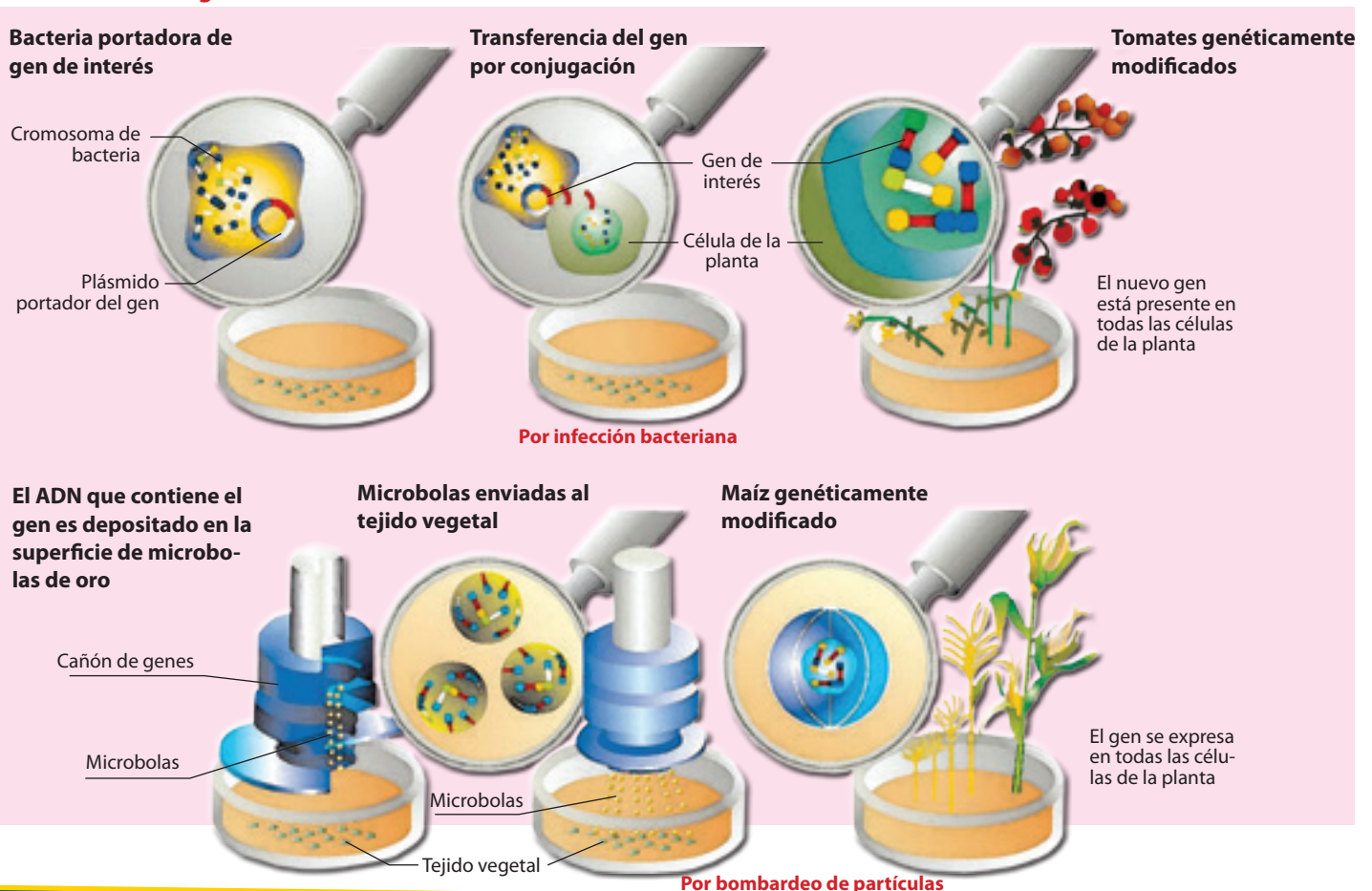
# ¿Qué es un organismo transgénico?

Un organismo cualquiera, bien sea un microorganismo, un animal o una planta, al que se le introduce de manera artificial, haciendo uso de la ingeniería genética, parte del genoma de otro organismo de distinta especie, se reconoce como transgénico, o también «Organismo Modificado Genéticamente» (OMG). Pero ¿cómo se puede obtener un OMG? Utilizando la técnica «in vitro» de ADN recombinante. Pero ¿cuáles son los pasos de esta técnica?

1. Identificar una característica de interés, en un organismo.
2. Seleccionar la sección o fragmento del ADN que posea la característica y separarla del resto de la molécula.
3. Unir los fragmentos de ADN (donador y receptor) formando una molécula compuesta, llamada ADN recombinante. Esta molécula puede actuar por sí sola llevando la información de la característica genética seleccionada, actuando en este caso como un vector. Las bacterias o los virus, también puede actuar como vectores.
4. Transferir el vector a una célula de la especie receptora en donde se va a replicar; este proceso se llama «transformación».
5. Replicar, mediante cultivos «in vitro», las células genéticamente transformadas. Con esto se obtendría organismos genéticamente idénticos, es decir clones.
6. Desarrollar en el laboratorio y luego en el campo, los organismos genéticamente modificados

Hoy por hoy, los científicos han desarrollado técnicas más sofisticadas y efectivas para la obtención de OMG. Una de ellas es la biobalística, la cual se basa en disparar con alta aceleración, hacia el núcleo de las células a transformar, pequeños proyectiles con ADN recombinante adherido en su superficie, permitiendo así la incorporación de ADN foráneo al ADN de la célula receptora y de esta manera transformarla. En Venezuela, esta tecnología se ha utilizado con éxito, en plantas de cambur y de mango.

## Técnicas de transgénesis



## Plantas y alimentos transgénicos

Las plantas transgénicas que se cultivan actualmente fueron desarrolladas con el fin de mejorar rasgos agronómicos de los cultivos. Son ejemplos de ello, el maíz y el algodón resistentes a insectos y la soja tolerante a herbicidas. Actualmente, la aplicación de la ingeniería genética en plantas tiene un gran desarrollo en lo referente a la producción de los alimentos transgénicos, los cuales provienen de OMG. Algunos ejemplos lo constituyen:

- Cultivos de papas y maíz resistentes a enfermedades y con mayores rendimientos
- Melones más pequeños (equivalentes a una ración) pero sin semillas
- Cambures y piñas de maduración retardada
- Tomates con mayor contenido de antioxidantes (licopeno) que las variedades actuales
- Café con menor proporción de cafeína
- Arroz dorado, con 20 veces más de betacaroteno lo que ayudaría a prevenir la ceguera
- Yuca con menor contenido de glucósidos cianogénicos, lo que reduciría al mínimo su toxicidad.
- Frutas y vegetales con mayores niveles de vitaminas C y E.
- Pimentones con mejor sabor y con una frescura prolongada

Un factor determinante en el desarrollo de la biotecnología moderna, corresponde a la evaluación completa de la seguridad del producto obtenido, sobre la salud o calidad de vida de los seres humanos. Entre los aspectos que se evalúan están, por ejemplo, el grado de alergenicidad y de toxicidad que puedan tener los productos transgénicos.

Algo para reflexionar... Hoy en Europa y en muchos países del continente americano, la opinión pública ha logrado disminuir el consumo de los alimentos que provienen de las plantas transgénicas, un producto común de la biotecnología moderna, a pesar que los informes científicos dicen que, en la mayor parte de los casos, los riesgos del consumo de las plantas cultivadas por técnicas biotecnológicas son similares a los de las plantas cultivadas de manera tradicional. En todo caso, el consumidor a fin de tomar decisiones respecto a la adquisición de alimentos transgénicos, debe tener el derecho de conocer las bases científicas de la producción de los mismos y sobre todo los impactos que puedan tener sobre su salud y calidad de vida.

### Cultivos de transgénicos en el mundo

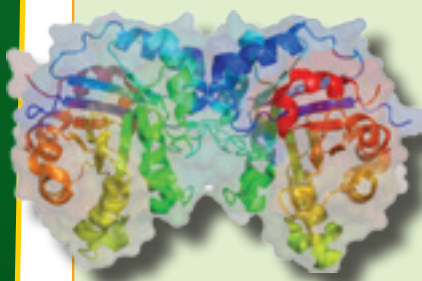


■ 29 países que han adoptado cultivos transgénicos en el 2010.

En 2010, la superficie agrobiotecnológica mundial alcanzó las 148 millones de hectáreas, lo que supone un incremento del 10% con respecto a 2009, equivalente a 14 millones de hectáreas (ha).

#### Países megaprodutores (50.000 ha o más)

	Millones de ha
Estados Unidos.....	66,8
Brasil.....	25,4
Argentina.....	22,9
India.....	9,4
Canadá.....	8,8
China.....	3,5
Paraguay.....	2,6
Pakistán.....	2,4
Sudáfrica.....	2,2
Uruguay.....	1,1
Bolivia.....	0,9
Australia.....	0,7
Filipinas.....	0,5
Myanmar.....	0,3
Burkina Faso.....	0,3



**¿Sabías qué...** el detergente con que lavas tu ropa contiene enzimas y que su producción es un procedimiento biotecnológico? Las enzimas forman parte de muchos procesos industriales, como por ejemplo la fabricación de ciertos detergentes, que remueven selectivamente las manchas de nuestra ropa. Entre estas enzimas encontramos a las lipasas, útiles para disolver manchas de aceite, manteca o lápiz de labios y las proteasas que remueven las manchas proteicas, como las de sangre y huevo. El uso de estas enzimas tiene como objetivo reemplazar a compuestos químicos blanqueadores tal como el cloro, minimizar el uso del agua y el consumo de energía. Más del 90% de las enzimas que están hoy en el mercado, provienen de microorganismos recombinantes o genéticamente modificados.

## Los animales transgénicos

La ingeniería genética no solo ha sido útil en el mejoramiento de plantas de importancia económica, sino también ha sido exitosa en el mundo animal. El primer animal modificado genéticamente o transgénico fue un ratón al cual se le transfirió el gen de la hormona de crecimiento de una rata, hecho ocurrido en 1980. Dos años después el resultado fueron ratones mucho más grandes que lo normal. Con esta experiencia se demostraba que el gen antes nombrado, además de integrarse al genoma del ratón, era funcional y se transmitía a su descendencia.

Hoy en día, se han hecho experiencias de transgénesis, además de los ratones, en una gran variedad de especies tales como cabras, monos, ovejas, perros, entre otros. Pero ¿qué utilidad puede tener para el hombre, que existan animales transgénicos?

La investigación en torno a animales transgénicos ha contribuido a que los investigadores aislen y caractericen genes, permitiendo así entender cómo funcionan; igualmente, obtener tejidos y órganos para trasplantes en humanos y desarrollar nuevas estrategias para el tratamiento de enfermedades como diabetes y mal de Alzheimer. Y por último, aunque no menos importante, la transgénesis ha permitido el mejoramiento del ganado y otros animales de importancia económica.

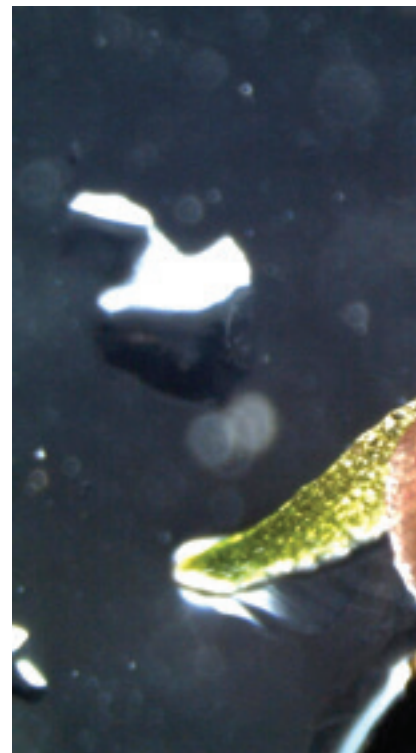


**¿Sabías que...** existen granjas farmacéuticas? Efectivamente, existen granjas farmacéuticas en las que se crean y crían en ambientes controlados de laboratorio, animales como vacas, cabras y ovejas que producen proteínas en la leche, las cuales tienen efectos medicinales en los seres humanos.

## Cultivos «in vitro»: un mundo artificial

**E**n la actualidad podemos, bajo condiciones artificiales, cultivar células, tejidos u órganos fuera de un organismo vivo, sin afectar o modificar sus características biológicas y su funcionalidad; es el resultado de un conjunto de técnicas que se conoce como «cultivo *in vitro*». ¿Te imaginas todo lo que se puede lograr gracias a este avance tecnológico? Pues bien, podríamos estudiar entre otras cosas, el funcionamiento de la célula, sus necesidades nutricionales y sus relaciones con el ambiente en general. Asimismo, podríamos conocer más acerca de enfermedades terribles como el cáncer, Alzheimer, diabetes y parkinsonismo; producir anticuerpos y proteínas de especial interés para la salud, como la insulina. Por último, el cultivo de tejidos permite la detección temprana de condiciones hereditarias como el síndrome de Down, mantener y producir tejidos y órganos utilizados en trasplantes y mantener y producir a gran escala, plantas de interés comercial.

Los primeros trabajos en el área del cultivo de tejidos datan de comienzos del siglo XX y se realizaron en plantas. Una vez que las técnicas fueron probadas y establecidas, se comenzó a experimentar con cultivos de tejidos animales, los cuales tuvieron que enfrentar largos debates éticos sobre su puesta en práctica. No fue sino hasta 1940, cuando se comienzan a establecer las bases para los cultivos de tejidos animales, que en la actualidad representan uno de los caminos más significativos en la obtención de órganos o en la terapia génica.

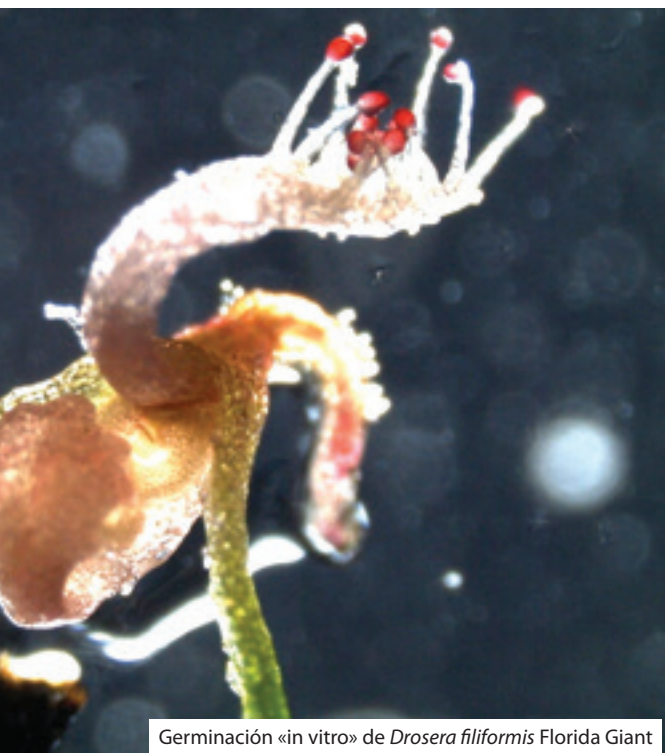


## Cuestiones de bioética

Uno de los aspectos de la vida moderna que más se presta a consideraciones bioéticas, es sin duda el tema de los organismos genéticamente modificados (OMG). Desde comienzos de la década de los años setenta, los científicos desarrollaron la técnica del ADN recombinante, iniciándose así lo que se conoce como ingeniería genética. Esta poderosa tecnología permite por ejemplo que se produzcan medicamentos de una manera más simple y precisa y que muchos alimentos tengan cualidades difíciles de lograr en poco tiempo mediante los métodos de la agricultura tradicional. Sin embargo, apenas se alcanzaron los primeros éxitos, desde numerosos frentes de la sociedad, e incluso entre los propios científicos, se empezó a generar una inquietud dada la posibilidad de que por ingeniería genética, pudieran obtenerse y desarrollarse en condiciones de campo, combinaciones de genes peligrosas tanto para la salud como para el ambiente.

Ante esta situación y preocupados por los posibles riesgos biológicos que podría conllevar la aplicación de la ingeniería genética, los científicos habían detenido casi todos los experimentos. En 1975, el científico estadounidense Paul Berg, quien obtendría el Premio Nobel en Química en 1980, convocó en el Centro de Convenciones de Asilomar, California, a una reunión de científicos, periodistas, médicos y abogados, para discutir la nueva habilidad para reconstruir la vida, intercambiando material genético entre organismos. Esta conferencia produjo pautas específicas para la investigación de ADN recombinante e históricamente se considera como un hito en una nueva forma de abordar los avances científicos tomando en cuenta la opinión de la sociedad. Hoy la ingeniería genética está reglamentada en todos los países donde se la emplea, de modo de evitar las consecuencias indeseadas que podría ocasionar su uso indebido. A manera de ejemplo, las empresas que fabrican o comercializan alimentos transgénicos, tienen la obligación legal de informar al consumidor acerca del origen de estos productos.

A pesar de las consideraciones anteriores, la cuestión bioética aún persiste y todavía la gente se hace preguntas como las siguientes: ¿es acaso ético manipular a los seres vivos para producir bienes y servicios? ¿Es realmente seguro producir organismos modificados genéticamente (OMG)? Por cierto, amigo lector ¿estarías dispuesto a consumir la carne o la leche de un animal modificado genéticamente?



Germinación «in vitro» de *Drosera filiformis* Florida Giant

En términos sencillos y muy resumidos, el cultivo «*in vitro*» de tejidos vegetales, es un conjunto de técnicas de reproducción de organismos en condiciones totalmente asépticas y controladas (libres de microbios), en las que, a partir de un pequeño segmento inicial (explante) de tejido, órgano o incluso una sola célula, es posible en poco tiempo, regenerar miles o millones de organismos enteros, genéticamente iguales al organismo donador del explante. Esto solo se logra cuando estos explantes son colocados en un medio de cultivo apropiado que induce su crecimiento y sometidos a estímulos físicos y químicos meticulosamente controlados; entre ellos: una combinación específica de horas de luz y oscuridad, temperatura adecuada, pH requerido y concentraciones precisas de hormonas vegetales, macro y micronutrientes, vitaminas y antioxidantes.

Los cultivos de tejidos pasan por diferentes fases en el laboratorio, cuya explicación está muy por encima del alcance de estas notas. En cada una de ellas, el explante sufre cambios morfológicos y funcionales que terminarán con la regeneración de un planta entera.

**¿Sabías que** ... en Venezuela hemos logrado cultivar «*in vitro*» plantas de café, cambur, caña de azúcar y cacao, así como variedades de estas plantas resistentes al ataque de patógenos?

# Mercedes Urbaneja

Entre las cualidades que debe tener un buen profesor se tiene que domine el contenido de la asignatura que dicta y que esté actualizado en la misma, pero ello se quedaría corto si no fuera de la mano de otras virtudes, como es la habilidad para transmitir de manera efectiva lo que se enseña y al mismo tiempo detectar que el alumno realmente aprendió lo enseñado. Mercedes Urbaneja perteneció a esta élite de profesores; fue una excelente docente e investigadora.



tuar los aspectos experimentales de las mismas. Mercedes Urbaneja fue una de ellas; allí obtuvo en 1957 el título de licenciada en Biología.

Muy pocos meses después es incorporada al personal docente de la recién fundada Facultad de Ciencias y comienza una carrera, podría decirse que fulgurante. Es profesora y jefa de la Cátedra de Anatomía Comparada; dicta las asignaturas Historia de la Biología y Citología Experimental. Funda el Laboratorio y posterior

Mercedes Urbaneja Blanco nació en Caracas, el 24 de septiembre de 1919; realizó sus estudios de primaria y secundaria en Caracas y posteriormente se inscribió en el Instituto Pedagógico Nacional (IPN), graduándose con los máximos honores en 1945. Inmediatamente se dedicó a su oficio de docente, trabajando en el Colegio Católico Venezolano y en el Liceo de Aplicación. Para esos años se le ofreció la oportunidad de ser profesora en el IPN y allí dicta varias asignaturas, entre ellas Zoología General, Anatomía y Fisiología, Biología General y Anatomía Comparada.

A mediados de los años 50, muchos profesores del IPN decidieron inscribirse en la Escuela de Ciencias de la UCV, con el afán de actualizar sus conocimientos teóricos sobre las ciencias, pero más que todo interesados en acen-

grupo de investigación en Cultivo de Tejidos Animales; la labor de la profesora Urbaneja en este laboratorio no podría tener otro calificativo sino excepcional. Durante casi toda la década de los años sesenta, es jefa del Departamento de Zoología.

La actividad profesional de la profesora Urbaneja, ya en etapas avanzadas de su vida, fue realmente de vértigo; además de numerosas publicaciones en revistas científicas, escribe en compañía de otros colegas, varios textos, entre ellos «Guías para los trabajos de laboratorio en Ciencias Biológicas», «Morfología Evolutiva de los Vertebrados» y «Cultivo de tejidos de animales». Participa en varios eventos científicos nacionales e internacionales. La notable educadora y científica profesora Mercedes Urbaneja falleció en Caracas, el 19 de marzo de 2009.

## Para saber más...

Arismendi, R. (1999). *Bioseguridad. Un nuevo escenario de confrontación internacional entre las consideraciones comerciales, medioambientales y socioeconómicas*. Ediciones de la organización de los estados Americanos OEA. Colombia.

Azcon-Bieto, J y Talon, M. (1997). *Fisiología y bioquímica vegetal*. Ediciones Interamericana McGraw-Hill, España.

Linsey, K y Jones, M. (1999). *Biología vegetal agrícola*. Editorial Acribia, S.A, Zaragoza, España.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación* (FAO) (2004). Ediciones: FAO. Roma, Italia.

Serrano, M y Piñol, M. (2000). *Biología vegetal*. Editorial Síntesis. España.

Valdez, E y Kahl, G. (2000). *Huellas de ADN en genomas de plantas* (Teoría y protocolos de laboratorio). Ediciones Mundi Prensa, S.A. México.

Walter, J y Gingold, E. (2000). *Biología molecular y biotecnología*. Tercera edición. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España.



# Glosario

## A

### ACROSOMA

Cápsula delgada que cubre la cabeza del espermatozoide en la que el ADN está densamente empaquetado.

### ADENINA

Una base que contiene nitrógeno, con la fórmula  $C_5H_5N_5$ , que forma parte de los ácidos nucleicos.

### ALELO

Una de las formas alternativas de una característica genética; por ejemplo, las plantas de los guisantes de Mendel tienen dos alelos para la altura: uno para alto y otro para enano.

### ALIMENTOS TRANSGÉNICOS

Son los producidos a partir de un organismo modificado genéticamente mediante ingeniería genética. Podría decirse que son alimentos obtenidos de un organismo al cual le han incorporado genes de otro. Todavía se mantiene un arduo debate, sobre las supuestas ventajas de estos alimentos.

### AMINOÁCIDO

Un ácido orgánico con uno o más grupos amino ( $-NH_2$ ) unidos a él; es el bloque estructural de las proteínas.

### ARQUETIPO

Es el patrón ejemplar del cual se derivan otros objetos, ideas o conceptos. En biología se trata de un tipo ideal del que podrían derivarse todas las especies o, al menos, todas las especies de un Phylum.

### ASCOS

Estructura de los ascomicetes en forma de bolsa, en la cual se desarrollan las esporas sexuales.

### ASCOSPORAS

Esporas sexuales de los ascomicetes.

## B

### BASIDIO

Estructura reproductiva de carácter sexual propia de los basidiomicetes.

### BASIDIOSPORAS

Espora sexual de los basidiomicetes, originada a partir de los basidios.

### BIODIVERSIDAD

Se refiere al conjunto de especies que habita un lugar determinado en un momento determinado. Puede referirse también a diversidad de genes y diversidad de ecosistemas.

### BRANQUIAS

En los animales acuáticos, tejido ramificado y ricamente alimentado con capilares alrededor de los cuales circula el agua para el intercambio de gases.

## C

### CARIOTIPO

Organización, sobre un cuadro, de los cromosomas que posee un individuo; útil para localizar aneuploidías en humanos, como el síndrome de Down.

### CARROÑERO

Animal, como los buitres y zamuros, que consumen organismos muertos y sus residuos.

### CATARRINO

Primate del suborden de los antropoideos o simios que se caracterizan por tener el tabique nasal estrecho, los orificios nasales dirigidos hacia adelante y cola no prensil.

### CELOMA

Espacio o cavidad corporal que separa la pared celular de los órganos internos.

### CELULOSA

Carbohidrato insoluble compuesto de subunidades de glucosa; forma las paredes celulares de las plantas y les provee soporte estructural.

### CENTRÓMERO

Región de constricción del cromosoma que mantiene unidas a las cromátidas hermanas.

### CICLO LÍTICO

Paso final de la replicación viral donde la célula hospedante se rompe liberando cientos de nuevos virus. Algunos virus no tienen ciclo lítico o está modificado.

### COLCHICINA

Compuesto químico que detiene o inhibe la división celular en metafase o anafase.

### CROMOSOMA

Estructura celular en forma de bandas localizadas en el núcleo que contiene el material genético.

### CÉLULA SOMÁTICA

Todas las células del cuerpo con la excepción de las células germinales.

### CÉLULA GERMINAL

Son las células que se especializan en la producción de gametos o células sexuales que permitirán la formación de un nuevo individuo.

### CFC

Siglas con las que se identifica a los compuestos cloro-fluoro-carbonados.

### CITOSINA

Base nitrogenada que se encuentra presente en los ácidos nucleicos.

## **CRIOGENIZACIÓN**

Método por el cual se somete a una persona a condiciones de frío intenso con el objetivo de preservar su cuerpo en condiciones de ser reanimado posteriormente.

## **CROMOSOMA AUTOSOMA**

Cromosoma dispuesto en pares homólogos y que no porta los genes que determinan el sexo.

## **D**

### **DESERTIFICACIÓN**

Se refiere a la degradación persistente de los ecosistemas de tierras secas a causa de las variaciones climáticas y de actividades humanas tales como el cultivo y pastoreo excesivo, la deforestación y la falta de riego. No se refiere necesariamente al avance de los desiertos.

### **DIGESTIÓN LISOSOMAL**

Digestión de moléculas orgánicas que ocurre dentro de los lisosomas.

### **DIOICOS**

Organismos en los cuales los gametos masculinos y femeninos se producen en individuos distintos

### **DELECIÓN**

Una mutación resultante de la pérdida de un segmento continuo de un gen.

## **E**

### **ENVÉS**

Cara inferior de la hoja; su color es comúnmente más oscuro que la cara superior (haz).

### **ENZIMAS**

Proteínas que aceleran las reacciones químicas pero que no cambian durante la reacción.

### **ENZIMA DE RESTRICCIÓN**

Enzima, por lo general aislada de bacterias, que corta el ADN en una secuencia de nucleótidos específicos.

### **ESPORA**

Célula reproductora asexual con una pared exterior dura, capaz de desarrollar un organismo nuevo sin fusionarse con otra célula.

### **ETNOBOTÁNICA**

Estudia las relaciones entre las plantas y el ser humano, incluyendo sus aplicaciones y usos tradicionales.

## **F**

### **FECUNDACIÓN**

Unión del óvulo y del espermatozoide.

## **FILO**

Forma castellana de Phylum, una categoría taxonómica ubicada entre Reino y Clase. Por ejemplo, las medusas y las anémonas pertenecen al Filo (Phylum) Cnidarios.

## **FOSFOLÍPIDOS**

Lípidos que consisten en glicerol al cual se le unen dos ácidos grasos y un grupo fosfato. Una capa doble de fosfolípidos, con proteínas incrustadas, se encuentra en todas las membranas celulares.

## **FOTORRECEPTORES**

Células fotosensibles presentes tanto en animales como en vegetales. Los conos y los bastones de la retina humana, son ejemplos de fotorreceptores.

## **G**

### **GENES**

Unidad de herencia que codifica la información necesaria para especificar la secuencia de aminoácidos de proteínas y establecer las características particulares. El gen es un segmento de ADN localizado en un lugar en particular sobre un cromosoma.

### **GENOMA**

Todo el material genético contenido en los cromosomas de un organismo en particular.

## **H**

### **HAPLOIDE**

Célula de un organismo que tiene la mitad del número (n) de cromosomas.

### **HETEROCIGOTO**

Que tiene dos alelos diferentes para una característica en particular.

### **HOMOCIGÓTICO**

Que tiene alelos idénticos para una característica particular.

## **I**

### **INHÓSPITO**

Ambiente que no ofrece seguridad ni abrigo.

### **INMUNOSUPRESIÓN**

Inhibición de uno o más componentes del sistema inmunitario, que puede producirse como resultado de una enfermedad subyacente o de forma intencional, mediante el uso de un medicamento u otro tratamiento.

## **L**

### **LÍQUIDO AMNIÓTICO**

En animales, fluido que envuelve al embrión y lo protege.

## LISIS

Rompimiento de la membrana celular.

## LOCUS

Lugar o sitio físico de ubicación de cada gen dentro de los cromosomas.

## N

### NÓMADA

Individuo, familia, pueblo o especie animal errante.

### NUCLEÓTIDO

Subunidades de ácido nucleico formadas por un azúcar simple, una base nitrogenada y un grupo fosfato.

## O

### ÓSMOSIS

Movimiento de agua a través de una membrana diferencialmente permeable, desde donde hay más agua hacia donde hay menos.

### OXIDACIÓN

Pérdida relativa de electrones en una reacción química. En procesos biológicos está asociada con la liberación de energía.

## P

### PATÓGENO

Organismo capaz de producir enfermedades.

### PÉPTIDO

Cadena compuesta de dos o más aminoácidos.

### PLATIRINOS

Primate del suborden de los antropoides o simios con un tabique nasal ancho y aplastado, cola larga y con el pulgar no oponible a los otros dedos.

### POLIMORFISMO

Coexistencia en una misma población de dos tipos distintos hereditarios basados en diferentes alelos.

## R

### RAÍCES ADVENTICIAS

Son aquellas que no provienen de la radícula del embrión, sino que se originan en cualquier otro lugar de la planta.

### REPRODUCCIÓN PARASEXUAL

Mecanismos mediante los cuales las bacterias intercambian información genética con otras bacterias, sean o no de la misma especie. Se manifiesta en una de estas formas: conjugación, transducción y transformación.

## RETROALIMENTACIÓN

Situación en la que un cambio inicia una serie de acontecimientos que tienden a contrarrestar dicho cambio y restaurar el estado original.

## S

### SAPRÓFITO

Organismo que obtiene sus nutrientes de materia orgánica muerta.

### SEDENTARIO

Organismo de poco movimiento o que no sale de donde vive.

### SEUDÓPODOS

Extensión de la membrana celular mediante la cual ciertos organismos se mueven o envuelven a su presa.

### SIMBIOSIS

Asociación cercana y permanente entre dos organismos de especies diferentes, la cual puede resultar beneficiosa (mutualismo) o no (parasitismo).

### SOROS

Protuberancias o bultitos que se encuentran en el envés de las hojas de los helechos, en donde residen los esporangios y las esporas.

### SUPERCONDUCTORES

Un superconductor es un material que no opone resistencia al flujo de corriente eléctrica por él. Bajo ciertas condiciones, el cobre, el oro y la plata pueden comportarse como semiconductores.

## V

### VECTOR

a) Un organismo, tal como un insecto, que transporta un agente patógeno que afecta a otra especie. b) En la técnica del ADN recombinante, un plásmido o virus que transporta un fragmento de ADN para insertarlo con propósitos de clonación, en una bacteria.

## Z

### ZIGOSPORA

Es el producto de la reproducción sexual de los hongos zigomicetos. Puede estar inactiva un tiempo y germinar cuando el ambiente es favorable.



# Autores de los capítulos

## Argelis Fermín de Áñez

Prof. Instituto Pedagógico de Caracas (IPC); M.Sc. en Educación (UCV), Diplomada en «Ciencia en la Escuela», Academia Mexicana de Ciencias. Profesora de Educación Ambiental en el pregrado UPEL-IPC y de Didáctica de la Educación y Ciencia-Tecnología y Sociedad en la Maestría en Enseñanza de la Biología. Profesora titular UPEL-IPC, actualmente jubilada.

## Ysbelia Sánchez García

Prof. IPC, Dra. en Botánica, Facultad de Ciencias, UCV. Profesora de pregrado en Biología Vegetal y Botánica Sistemática y de posgrado en Técnicas de Laboratorio y de Campo; curadora del Herbario Francisco Tamayo. Jefe de la Cátedra de Botánica UPEL-IPC.

## Hanoi Caleca Angulo

Prof. IPC, M.Sc. en Enseñanza de la Biología UPEL-IPC. Profesora de pregrado en Biología Vegetal y de posgrado en Ciencia-Tecnología y Sociedad. Coordinadora del Programa de Biología UPEL-IPC.

## Julia Flores

Prof. IPC; aspirante al doctorado en Enseñanza de la Ciencia, Universidad de Burgos, España. Profesora de pregrado en Bioquímica y de posgrado en Tópicos Fundamentales en la Enseñanza de la Química. Ex coordinadora general de posgrado UPEL-IPC. Profesora titular.

## Evelyn Tineo Mata

Prof. IPC; aspirante al doctorado en Zoología, IZET-UCV. Profesora de pregrado en Evolución. Jefe de la Cátedra de Genética y Evolución UPEL-IPC.

## Antonieta Ascanio

Prof. IPC; M.Sc. en Educación Superior (UNESR), Diplomada en «Ciencia en la Escuela». Academia Mexicana de Ciencias. Profesora de pregrado en Biología General. Ex coordinadora de la Maestría en Enseñanza de la Biología UPEL-IPC. Ex jefe de la Cátedra de Biología General UPEL-IPC. Profesora titular, actualmente jubilada.

## María Lourdes Herrero

Dra. en Medicina, especializada en pediatría y cardiología infantil. Profesora de postgrado de Pediatría y Cardiología en la UCV. Médico adjunto al Servicio de Cardiología Pediátrica, Hospital «Domingo Luciani», actualmente jubilada.

## Héctor Vielma Nava

Prof. IPC. M.Sc. en Fisiología en Pennsylvania State University y Dr. en Ciencias Fisiológicas, mención Fisiología, UCV. Estudios de pregrado en Ingeniería Industrial y Administración y de posgrado en Bioingeniería. Profesor de pregrado en Anatomía y Fisiología Humana, y Educación para la Salud. Ex jefe de la Cátedra de Anatomía y Fisiología Humana UPEL-IPC. Prof. titular, actualmente jubilado.

## Cristian P. Sánchez

Prof. IPC. M.Sc. en Ecología, IVIC; aspirante al doctorado en Educación Ambiental. Prof. de pregrado en Biomas de Venezuela y de Fisionomía de la Vegetación en el posgrado de Geografía Física. Ex jefe de la Cátedra de Botánica y ex director del IPC. Prof. titular, actualmente jubilado.

## Efraín J. Moreno

Lic. Biología UCV; M.Sc. en Educación (UNESR), Dr. *honoris causa*, UPEL. Prof. de pregrado en Botánica Sistemática y de posgrado en Técnicas de Campo y Laboratorio. Ex jefe de la Cátedra de Botánica y ex coordinador de la Maestría en Enseñanza de la Biología, director del Herbario Francisco Tamayo. UPEL-IPC. Investigador asociado de la Fundación Instituto Botánico de Venezuela. Prof. titular, actualmente jubilado.



[www.fundacionempresapolar.org](http://www.fundacionempresapolar.org)

RIF: J-00110574-3



[www.acfiman.org.ve](http://www.acfiman.org.ve)