

Fabiana Malacarne

iQué buena IDEA!
Biotecnología para los más jóvenes



FUNDACIÓN INSTITUTO DE ESTUDIOS AVANZADOS • IDEA

BIOCIENCIAS: PASADO, PRESENTE Y FUTURO

Cuaderno N° 1

¡Qué buena IDEA! **Biotechnología para los más jóvenes**

CUADERNO Nº 1 / BIOCIENCIAS: PASADO, PRESENTE Y FUTURO

Diseño y producción gráfica: Idanis Pozo (idanispozo@cantv.net)

Ilustraciones: Ugo Ramallo

Corrección de pruebas: Diana Ruiz, Magdalena Contreras

Montaje digital: Franklin Carrero

Colaboración: Diliana Domínguez B. (CICCSB/UNESCO)

Quedó hecho el depósito de ley

ISSN: 1690-5539

Depósito Legal: IF78320036601629

Todos los derechos reservados.

Esta publicación no puede ser reproducida o transmitida, mediante ningún sistema o método, electrónico o mecánico (incluyendo el fotocopiado, la grabación o cualquier sistema de recuperación y almacenamiento de información) sin la autorización previa de los editores.

Presentación

La Fundación Instituto de Estudios Avanzados, IDEA, organismo adscrito al Ministerio de Ciencia y Tecnología, conjuntamente con el Centro Internacional de Cooperación Científica Simón Bolívar CICCBSB/UNESCO, comprometidos con la educación, divulgación y difusión científica tendientes al desarrollo de un pensamiento social crítico que acerque la ciencia y la tecnología a la sociedad y que incentive vocaciones tempranas hacia las mismas, han unido esfuerzos y se han abocado a la tarea de producir una serie de publicaciones periódicas, que llevan por título: *Biociencias: Pasado, Presente y Futuro*. Esta colección está dirigida a profesores y estudiantes de bachillerato en las áreas de Biotecnología, Bioética y Diversidad Biológica. El N° 01 ¡Qué buena IDEA!, Biotecnología para los más jóvenes, ha sido específicamente producido para la 3° Etapa de Educación Básica.

El objetivo principal de este volumen es identificar, reforzar y actualizar el uso de medios adecuados a las capacidades de profesores y alumnos de educación media. Por esta vía queremos apoyar todas aquellas actividades relacionadas a la actualización científica que fomenten la enseñanza de la biología.

Teniendo como premisa que la educación, orientada a todos los niveles y desde tempranas edades, es una de las herramientas más poderosas con la que cuentan los investigadores para realizar la divulgación y aceptación de sus trabajos científicos y con el objetivo de crear opiniones fundamentadas sobre los beneficios y riesgos de las tecnologías modernas y la toma de decisiones con criterio respecto a su uso, ponemos este material a disposición de las instituciones educativas y estamos seguros que se irá enriqueciendo con los aportes realizados por todos los usuarios.

Leonardo Mateu D ès Sc.
Director General IDEA

Introducción

La humanidad desde sus comienzos ha buscado la manera de mejorar su calidad de vida. Al principio dejando de ser nómadas y cultivando plantas que le proporcionaban alimento, luego seleccionando las mejores semillas para sembrarlas la siguiente generación y después utilizando los conocimientos de Genética y Biotecnología para lograr cultivos y animales más productivos, alimentos más nutritivos, medicinas más eficaces y conservar el ambiente.

Todos estos avances científicos y tecnológicos han sido hechos por el hombre, para el hombre y por ello es importante que toda la sociedad los conozca y pueda evaluarlos desde su óptica. Es por eso que la educación en esta materia es fundamental para lograr un razonamiento crítico entre nuestros jóvenes, futuros ciudadanos comprometidos con el desarrollo productivo del país.

Este libro brinda a los docentes y estudiantes de 3° Etapa una visión general de las bases

genéticas que permiten entender el desarrollo de la Biotecnología y las aplicaciones de la misma en algunos ámbitos importantes para el desarrollo de Venezuela, como son la agricultura, la medicina y la ciencia forense. Cada capítulo tiene asociadas actividades sencillas que el profesor puede desarrollar en clase y que permiten integrar y reforzar los conocimientos adquiridos.

Todo lo que se presenta en estas páginas es el resultado de muchos meses de investigación, recopilación de materiales y arduo trabajo de la autora y de otros investigadores de la Fundación IDEA y del Centro Internacional de Cooperación Científica “Simón Bolívar” (CICCSB/UNESCO), sin cuya colaboración no hubiera sido posible esta publicación. La misma está abierta a las opiniones de los usuarios, ya que su principal objetivo es la formación de capital humano crítico.

Fabiana Malacarne

Había una vez...





Había una vez...

1

Al Principio...

En un país de reyes poderosos y grandes monumentos llamado Egipto, entre los años 2500 a 2000 AC, sus habitantes utilizaban **bacterias** y **levaduras** existentes en el ambiente para fermentar las uvas y la cebada. Con ello fabricaban vino y cerveza y lograban que la masa se levantara al hacer el pan. También poseían granjas, a la orilla del caudaloso río Nilo donde criaban gansos y ganado para alimentar a la población.

Para esa época la gente que vivía en Europa, Asia y África ni siquiera se imaginaba que del otro lado del inmenso océano existía otro continente. No fue sino hasta el siglo XV de nuestra era cuando un marino aventurero, Cristóbal Colón, le solicitó financiamiento a los reyes españoles para emprender una travesía

con tres barcos e intentar llegar a la India y conseguir **especias**. Colón tomó otra ruta y llegó a América en el año 1492, encontrándose con personas semidesnudas de piel cobriza que cultivaban maíz y papas para alimentarse y descubriendo bosques tropicales llenos de frutas que no había visto nunca antes en su vida.

Cuando el navegante regresó a Europa, se llevó en sus barcos algunas de las **especies** vegetales que había encontrado en el nuevo mundo, las cuales fueron cultivadas por los agricultores europeos e incorporadas a la dieta diaria de la población.

Los Primeros Descubrimientos

Los alimentos de origen animal que se utilizaban, como los huevos y la leche, presentaban

el gran inconveniente de ser atacados por **microorganismos** que los descomponían y ya no podían ser consumidos.

Al estudiar esos diminutos enemigos de los alimentos, el biólogo y químico francés Luis Pasteur desarrolló, en el año 1864, un proceso que actualmente lleva su nombre (pasteurización), mediante el cual se eliminan los **microorganismos** y las **enzimas** que los descomponen. Este proceso, que implica el uso de temperaturas elevadas, mejoró notablemente la calidad de vida de la población al permitir el transporte y almacenamiento por más tiempo de estos productos.

Por esa misma época un monje austriaco, Gregor Mendel, observaba cuidadosamente algunas características de las plantas de arvejas que crecían en el patio de su convento y descubrió que las provenientes de semillas de color amarillo sólo producían plantas con semillas de ese mismo color, pero las provenientes de semillas verdes podían producir plantas con semillas verdes o amarillas.

Mendel comenzó entonces a realizar **cruzamientos** entre esas plantas y llegó a la conclusión que algunas características como la altura y el color de las flores o de las semillas estaban determinadas por factores, luego llamados **genes**, que los padres pasaban a sus hijos a través de las **generaciones**. Estos trabajos no salieron del convento sino hasta el año 1900, después de la muerte del monje, y marcaron el nacimiento de una nueva ciencia, la **Genética**.

Con los resultados de los experimentos de Mendel como antecedente y la necesidad de alimentar a una población mundial cada vez más numerosa, muchos investigadores pensaron en la



posibilidad de elegir las mejores plantas de algunos cultivos y cruzarlas entre sí para obtener **cultivares** de mayor rendimiento y calidad. De esta manera se originó el mejoramiento de plantas y con el transcurrir de los años se incorporaron nuevas metodologías de **selección y cruzamiento** obteniéndose importantes logros en cultivos de interés mundial como maíz, arroz, trigo y papa.

La Era Moderna

Desde principios del siglo XX se sabía que los **genes** eran los responsables de la **herencia**, pero se desconocía en qué parte de la célula estaban ubicados. Esa incógnita llevó a Oswald Avery, bacteriólogo canadiense, a demostrar en el año 1944 que el vehículo de los **genes** era un componente del núcleo celular, el **ADN** (ácido desoxirribonu-

cleico). Posteriormente, los trabajos de Rosalind Franklin sobre la estructura del **ADN** dieron origen a las investigaciones de dos científicos, uno norteamericano, James Watson, y otro británico, Francis Crick, quienes en 1953 descubrieron que este material está formado por una estructura de doble hélice, similar a una escalera de caracol.

Con ese conocimiento a la mano y el descubrimiento de unas **enzimas** bacterianas que cortan el **ADN** en sitios específicos, los científicos comenzaron a diseñar **moléculas de ADN** construidas con fragmentos provenientes de diferentes organismos. Así, en el año 1973 se logró introducir en la **bacteria** *Escherichia coli* el **gen** humano que produce la insulina, **enzima** secretada por el páncreas y que es deficiente en los pacientes que sufren de diabetes. Este trabajo realizado por los investigadores Cohen y Boyer marcó el nacimiento de la Biotecnología Moderna.



Desde los '70 hasta la actualidad, muchas han sido las definiciones que se han hecho de Biotecnología. La más aceptada es la que especifica que es *“el uso de organismos vivos o partes de ellos para generar productos útiles para el hombre”*. De esta manera podemos diferenciar dos etapas importantes en la evolución de la Biotecnología:

- Biotecnología Clásica que usa **microorganismos** para fermentar la leche, el mosto o la masa para el pan.
- Biotecnología Moderna que usa las **enzimas** de restricción y otras técnicas más sofisticadas para aislar y cortar fragmentos

de **ADN** de un organismo e introducirlos en otro completamente diferente.

Durante las últimas décadas del siglo XX y la primera del XXI, la Biotecnología Moderna ha realizado avances espectaculares logrando encontrar soluciones para numerosos problemas en áreas tan diversas como la medicina, alimentación, agricultura e industria. Sin embargo, esta tecnología al igual que otras, entraña riesgos que es necesario conocer para poder obtener los máximos beneficios sin afectar la salud de las personas ni el ambiente donde viven.

▶ ACTIVIDADES PARA REALIZAR CON LOS ALUMNOS

A. Después de leer el texto encierra con un círculo la/s respuesta/s que consideres correcta/s y discútela/s con tus compañeros de clase.

1. Los primeros en utilizar microorganismos para realizar procesos de fermentación fueron:

- a. Los romanos
- b. Los griegos
- c. Los egipcios
- d. Los indios

2. ¿Cuáles de los siguientes cultivos son originarios de América?

- a. El sésamo
- b. El maíz
- c. El trigo
- d. La papa
- e. El tomate

3. ¿Quién es considerado el padre de la genética?

- a. Luis Pasteur
- b. Gregor Mendel
- c. James Watson
- d. Francis Crick

4. La estructura del ADN es:

- a. Lineal
- b. En doble hélice
- c. En hélice simple

5. El mejoramiento de cultivos consiste en:

- a. Escoger (seleccionar) las mejores plantas y sembrar sus semillas
- b. Cultivarlas tradicionalmente
- c. Cultivarlas usando productos químicos (herbicidas e insecticidas) para su cuidado

6. La Biotecnología Tradicional usa organismos vivos para:

- a. Fermentar el mosto
- b. Cortar segmentos de ADN
- c. Fermentar la masa para el pan
- d. Insertar fragmentos de ADN de un organismo en otro

7. La Biotecnología Moderna usa organismos vivos para:

- Fermentar el mosto
- Cortar segmentos de ADN
- Fermentar la masa para el pan
- Insertar fragmentos de ADN de un organismo en otro

B. Aplicando la Biotecnología en el colegio. A preparar yogurt!!!!

1. Materiales

- 1 litro de leche completa o descremada
- 1 termómetro
- 1 yogurt natural o saborizado
- azúcar (seis cucharadas)
- 1 recipiente de 1l. de capacidad, limpio y con tapa (de vidrio o de plástico)
- 1 paño de cocina o alguna tela que te sirva para envolver completamente el recipiente

2. Fundamento

- La leche se **entibia** para darle a las bacterias la temperatura óptima para su funcionamiento.



- La leche será **fermentada** por las bacterias que vienen en el yogurt hasta convertirla en ese producto.

Preguntar a la clase ¿por qué se está aplicando Biotecnología al fabricar yogurt?

3. Metodología

- **Entibiar** la leche hasta alcanzar los 42-44°C o hasta el punto de soportar el calor cuando se introduce un dedo en ella (si no tienes termómetro)

- Añadir el azúcar y revolver usando una cuchara de madera (preferiblemente)
- Agregar cuatro cucharadas de yogurt, **revolviendo con suavidad** (sin batir)
- Colocar la mezcla en el recipiente
- Tapar el recipiente y envolverlo con el paño de cocina o tela
- Dejarlo reposar en un lugar oscuro durante 12 horas

4. Resultados

El producto espeso obtenido de la fermentación de la leche, es el yogurt.

¡¡¡Felicidades!!! Aplicaste los principios de la Biotecnología, ahora puedes comerte su producto: el yogurt.

Esta actividad puede realizarse dividiendo a la clase en grupos de tres o cuatro estudiantes, ejecutándose la preparación aproximadamente en 20 minutos para ver los resultados en la próxima clase.

Nota: el yogurt, preparado de esta manera, puede durar hasta dos meses fuera de la nevera.

► GLOSARIO

ADN: es la base química de la herencia, constituido por una molécula con estructura de doble hélice formada por cuatro bases nitrogenadas (Adenina, Timina, Guanina y Citosina), grupos fosfato y azúcares. Generalmente se encuentra en el núcleo celular, pero puede hallarse también en algunos orgánulos citoplasmáticos como mitocondrias y cloroplastos.

Bacteria: microorganismo compuesto de una sola célula que se caracteriza por no poseer núcleo. Este tipo de organismo primitivo se clasifica dentro del grupo de los procariotas.

Célula: es la unidad más pequeña que contiene todas las propiedades de un ser vivo. Consta de un núcleo donde se halla el material hereditario (ADN) y un citoplasma que contiene diferentes orgánulos, los cuales cumplen variadas funciones (producción de energía o proteínas, almacenamiento de sustancias, etc.).

Cruzamiento: apareamiento entre dos individuos de la misma especie para producir descendencia.

Cultivar: categoría de plantas cultivadas que se distinguen claramente por ciertas características y deben ser cultivadas bajo condiciones específicas.

Enzima: proteína que promueve o activa un proceso químico sin alterarse o destruirse. Un tipo muy especial lo constituyen las enzimas de restricción, las cuales son sintetizadas por algunas bacterias como reacción ante la invasión de un ADN extraño (por ejemplo de algunos virus que atacan bacterias). Estas enzimas los seccionan en pequeños fragmentos, rechazando así la infección.

Especia: sustancia aromática usada como condimento (ejemplos: canela, pimienta, vainilla, etc.).

Especie: clasificación taxonómica que agrupa a un conjunto de individuos que pueden cruzarse naturalmente (generar descendencia fértil) y que presentan características similares.

Fermentación: proceso por el cual las enzimas de ciertas bacterias y levaduras

convierten sustancias orgánicas complejas en otras más simples como alcohol, ácido láctico y gases.

Gen: unidad estructural y funcional de la herencia, transmitida de los padres a los hijos a través de los gametos (óvulo y espermatozoide, en el caso de los humanos y otros animales). Es un fragmento de ADN que lleva las instrucciones precisas para fabricar una determinada proteína.

Generación: conjunto de todos los organismos coetáneos vivientes de una especie.

Genética: ciencia que estudia la herencia, es decir la transmisión de los caracteres que un ser vivo pasa a su descendencia.

Herencia: transmisión de caracteres biológicos de los padres a los hijos.

Levadura: hongo unicelular que puede intervenir en procesos de fermentación.

Mejoramiento: conjunto de procedimientos utilizados para obtener progenies de plantas o animales con mejores características que los padres.

Microorganismo: organismo microscópico. Dentro de esta clasificación se incluyen hongos, bacterias y virus.

Molécula: es la porción más pequeña de un elemento o compuesto que conserva la identidad química del mismo. Es la unión de dos o más átomos.

Selección: escogencia de individuos con características deseables (por ejemplo, mayor rendimiento de granos) como padres de la siguiente generación.

► BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- CHEVASSUS, N. Y J. HINFRAY.** 2000. 30 ans de biotechnologies. Biofutur N° 200, mayo de 2000.
- DICCIONARIO GENERAL ILUSTRADO DE LA LENGUA ESPAÑOLA VOX.**
Ed. Bibliograf S.A. Séptima Edición, diciembre 1983.
- PERRIER, J.** 1996. ¿Qué es un gen?. Mundo Científico N° 164, enero de 1996.
- STRICKBERGER, M.** 1988. Genética. Tercera Edición. Ed. Omega. Barcelona. 869 pág.

► PÁGINAS WEB CONSULTADAS

Del ADN al Genoma. Hitos y cronología histórica.

Disponible en: <http://www.aldeaeducativa.com/aldea/Tareas2.asp?which=361>

Glossary of biotechnology and genetic engineering. FAO.

Disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/003/X3910E/X3910E00.htm#Toc>

Historia de la Biotecnología.

Disponible en: <http://www.dupont.com/biotech/espanol/intro/history/2000.html>

La Biotecnología.

Disponible en: <http://www.aldeaeducativa.com/aldea/Tareas2.asp?which=1975>

*¿ Por qué los hijos
se parecen a los padres*





¿Por qué los hijos se parecen a los padres?

2

Si observamos la naturaleza nos damos cuenta que las vacas paren terneros y las gatas, gatitos. Las vacas no pueden parir gatos ni las gatas, terneros. Así ocurre también con las personas y las plantas, por lo que vemos que de una semilla de maíz sólo nace una planta de maíz y una mujer tiene bebés, no maíces ni terneros o gatitos.

Y... ¿por qué la naturaleza funciona de esa manera?

La respuesta es sencilla: porque los seres vivos están formados por células, las cuales llevan en su interior toda la información necesaria para la vida de un individuo. Esta información está contenida en una larga molécula denominada ADN, que a su vez está empaquetado en estructuras llamadas **cromosomas**, los cuales se encuentran en el **núcleo**.

Hay seres vivos que poseen una sola célula con un cromosoma único (Ej: las bacterias) y otros que tienen billones de ellas y llevan en su núcleo varios cromosomas (Ej: plantas, animales y seres humanos). Las células se agrupan para formar **tejidos** y **órganos**. Cada especie se caracteriza por poseer un número constante de cromosomas (Ej: 46 cromosomas en el caso de los humanos, 20 en el maíz y 8 en la mosca de la fruta).

Las características más importantes de una célula son:

1. Tienen capacidad de multiplicación: cualquier célula puede originar dos células hijas idénticas a ella (células de la piel, cabello, etc), por medio de un proceso llamado mitosis o cuatro células hijas con la mitad de la información de la madre (óvulos y espermato-

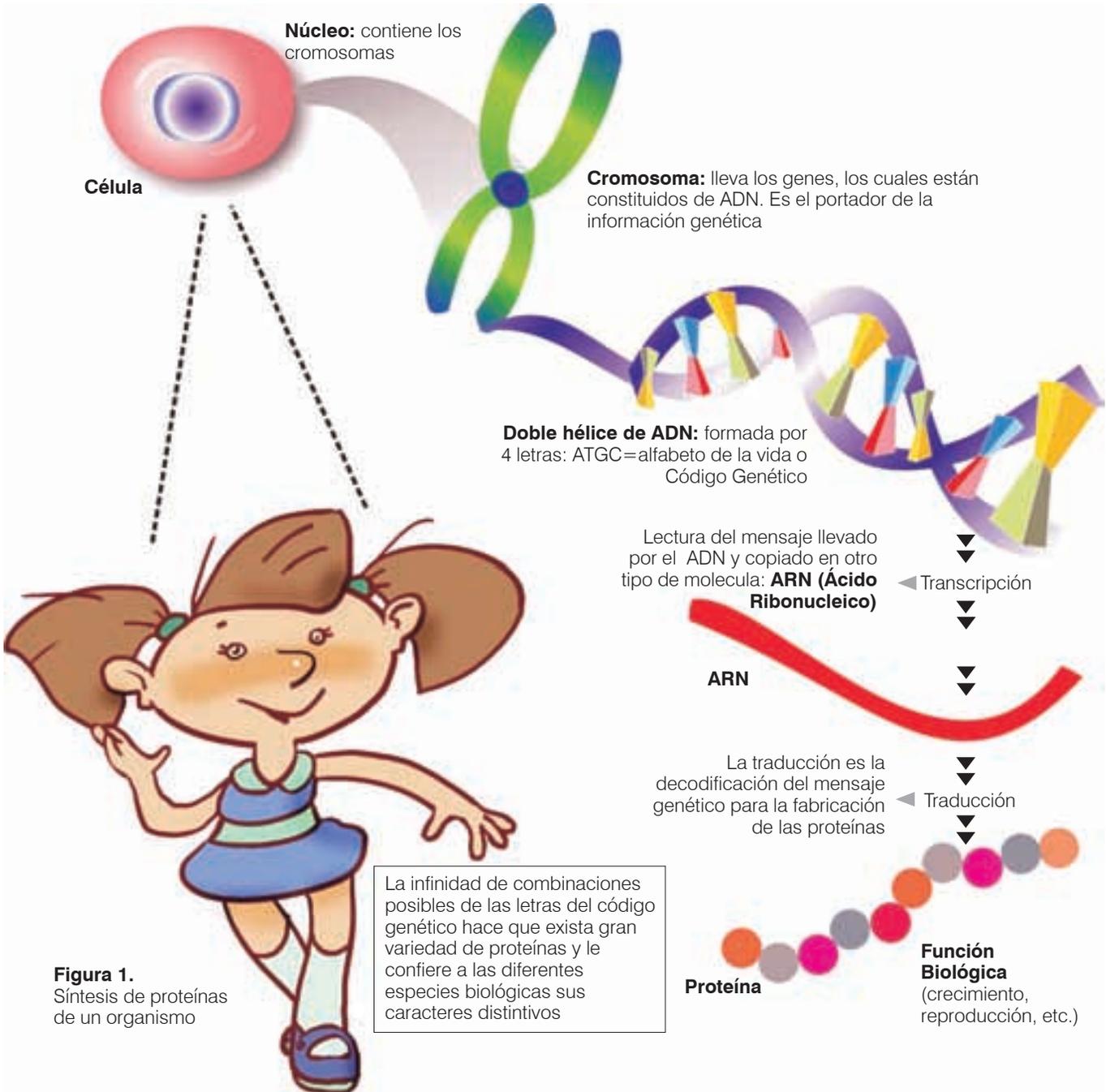


Figura 1.
Síntesis de proteínas de un organismo

zoides), por medio del proceso de meiosis

2. Pueden reproducir su material genético:

todo el ADN contenido en la célula es capaz de copiarse a sí mismo para pasar una réplica a las células hijas y transmitir, de esta manera, los caracteres hereditarios

3. Pueden utilizar la información hereditaria para la producción de proteínas:

el ADN de las células lleva las instrucciones para la fabricación de **proteínas**. Las mismas están codificadas en cuatro **bases nitrogenadas**: A, T, G y C (Adenina, Timina, Guanina y Citosina), que constituyen el “alfabeto de la vida”. Cuando ese alfabeto es leído por otra molécula, el **ARN** (ácido ribonucleico), la información se transporta al **citoplasma** celular y las instrucciones son utilizadas para la fabricación de las **proteínas** (Figura 1).

Funcionamiento de las células

Algunas de las células de nuestro cuerpo, no nos acompañan toda la vida, sino que se van muriendo y son reemplazadas por otras; también necesitamos generar nuevas células para crecer y cuando llegamos a la edad adulta, para reproducirnos.

Para cumplir con esas funciones las células

cuentan con dos estrategias, si el cuerpo necesita fabricar nuevas células para reponer las que están viejas o dañadas en los tejidos u órganos, realiza mitosis. Si necesita reproducirse cumple con el proceso de meiosis para formar **gametos**, femeninos y masculinos. Cuando estos se unen, siempre que sean de la misma especie, forman un **cigoto** que al desarrollarse generará un nuevo individuo semejante a los padres que lo originaron.

En la mitosis, una célula primero duplica el ADN de sus cromosomas para luego originar dos células hijas exactamente igual a la madre (con el mismo número de cromosomas) (Figura 2).

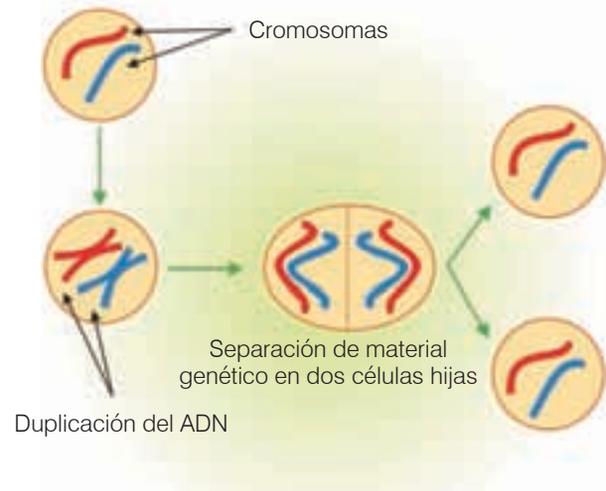


Figura 2. Mitosis de una célula con dos cromosomas

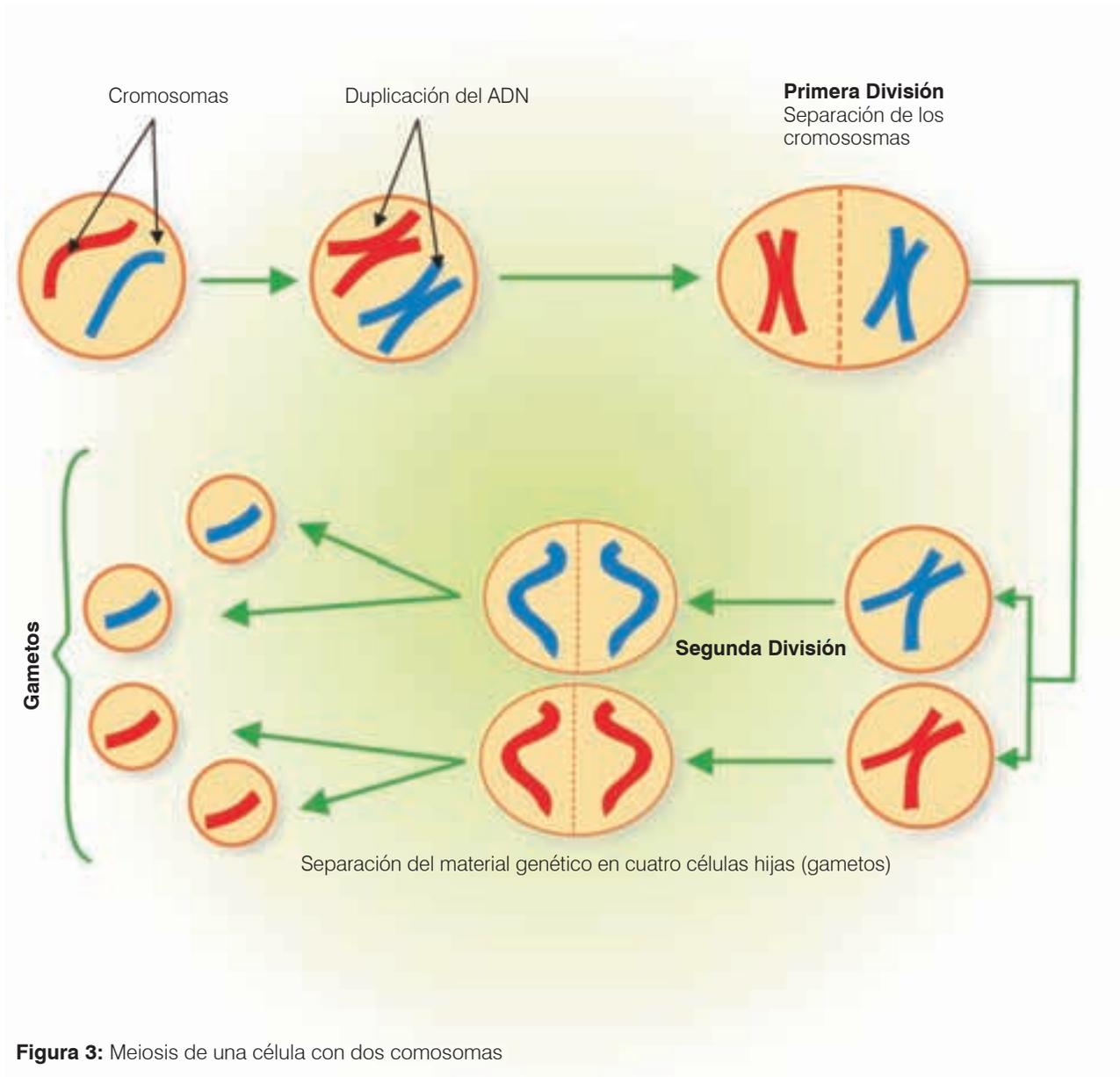


Figura 3: Meiosis de una célula con dos cromosomas

La meiosis se realiza en los órganos reproductivos de plantas y animales y tiene la finalidad de producir **gametos** (femeninos y masculinos). Ellos llevan la mitad de **cromosomas** de la célula original (23 en el caso de los humanos, 10 en el maíz y 4 en la mosca de la fruta), para que al unirse con el otro **gameto** en el proceso de reproducción se restablezca el número cromosómico característico de la especie (*Figura 3*).

De esta manera, al heredar la mitad de cromosomas del padre (de color azul, en la Figura 3) y la otra mitad de la madre (de color rojo en la Figura 3), el hijo combina características de ambos y se parece a ellos en determinados **rasgos**. Sin embargo, debemos tener en cuenta que todos los seres vivos son afectados por

el **ambiente** donde se desarrolla y que las posibles combinaciones de cromosomas para formar el **cigoto** son muchas, por lo que existen pocas probabilidades de encontrar dos individuos idénticos.

Pero... ¿existe la posibilidad de encontrar dos personas idénticas?

Sí es posible. Cuando una mamá gesta **gemelos** ocurre una división del **cigoto** cuando éste está formado por poquitas células y nacen dos bebés exactamente iguales. Si esos dos individuos son separados y criados en ambientes distintos, a lo largo del tiempo pueden diferir en ciertas características físicas aunque su material genético seguirá siendo igual.



► ACTIVIDAD PARA REALIZAR CON LOS ALUMNOS

Materiales: fotografías familiares donde aparezcan los padres, tíos, abuelos, primos, hermanos, fotografías del alumno, lápiz y la planilla que aparece abajo.

Actividad: los estudiantes deberán observar sus rasgos físicos y los de sus familiares más cercanos, identificar algunos de los más sobresalientes, anotarlos en la planilla adjunta y compararlos. Realizar la misma actividad con algún compañero de salón (que no sea familiar) y hacer un comentario escrito de los resultados encontrados.

Estudio Genético			
Nombre de la Persona: _____			
Indica en el cuadro si la persona tiene esa característica			
Hombre <input type="checkbox"/>	Mujer <input type="checkbox"/>	Color de ojos _____	Color de cabello _____
Tipo de cabello: Ondulado <input type="checkbox"/> Rizado <input type="checkbox"/> Lacio <input type="checkbox"/>		Estatura: Baja <input type="checkbox"/> Mediana <input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/>	Hoyuelos <input type="checkbox"/> 
Pecas <input type="checkbox"/> 	Barbilla hendida <input type="checkbox"/> 	Necesita anteojos <input type="checkbox"/> 	
Otras características: _____			
Estudio de la Familia			
¿Cuáles de estas características se pueden heredar del padre o la madre? _____			

► GLOSARIO

Ambiente: condiciones físicas (temperatura, humedad, etc.) y socio-culturales que rodean a un ser vivo.

ARN: Ácido Ribonucleico. Molécula que “copia” las instrucciones codificadas en el ADN del núcleo celular y las lleva hasta el citoplasma para sintetizar las proteínas.

Bases nitrogenadas: compuestos químicos que forman los ácidos nucleicos. Pueden ser de dos tipos: Púricas (Adenina y Guanina) y Pirimídicas (Timina y Citosina).

Cigoto: conjunto de células resultantes de la unión de los gametos y que originarán un nuevo ser.

Citoplasma: parte de la célula que rodea al núcleo y que contiene a los orgánulos.

Cromosoma: estructura que se encuentra en el núcleo de la célula y contiene gran cantidad de genes. El número de cromosomas es constante para cada especie.

Gameto: cada una de las dos células que se unen en la reproducción sexual para originar un nuevo ser (óvulo y espermatozoide en el caso de humanos y algunos animales).

Gemelo: individuo genéticamente idéntico a otro originado por la división asexual del cigoto.

Núcleo: Cuerpo complejo que se encuentra en la célula. Contiene el material genético que controla el metabolismo, crecimiento y reproducción de los seres vivos.

Órgano: parte de un ser vivo adaptada para el ejercicio de una función específica. Está constituido por la unión de diferentes tipos de tejidos.

Proteínas: sustancias fundamentales para la vida de cualquier organismo, ya que ellas son las que determinan la función y regulación del aparato celular y por lo tanto del individuo en su conjunto.

Rasgo: carácter distintivo de un individuo. Algunos rasgos son hereditarios (color de ojos, color de cabello, etc), mientras que otros no (cicatrices).

Tejido: conjunto de células que tienen la misma estructura y función.

► BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

BIANCHI, N. ADN: una molécula maravillosa. Revista Ciencia Hoy, 2 (8) junio/agosto 1990.

DICCIONARIO GENERAL ILUSTRADO DE LA LENGUA ESPAÑOLA VOX. Ed. Bibliograf S.A. Séptima Edición, diciembre 1983.

INSTITUT NATIONAL DE LA SANTÉ ET DE LA RECHERCHE MÉDICALE. Les gènes: de la bactérie à l'homme.

WONDERWISE. SERIE DE ENSEÑANZA DE MUJERES EN LA CIENCIA. La consejera genética: libro de actividades. Universidad de Nebraska. Lincoln, Nebraska, 2002.

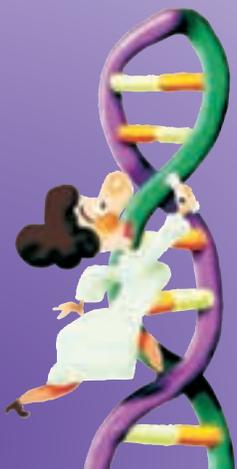
► PÁGINAS WEB CONSULTADAS

Glosario de Genética Médica.

Disponible en: <http://www.mmhs.com/clinical/peds/spanish/genetics/glossary.htm#G>

Siguiéndole la pista a los genes





Siguiéndole la pista a los genes

3

Muchas enfermedades son causadas por genes defectuosos, es decir genes que transmiten mal la información al ARN provocando la fabricación de una proteína errónea. Ejemplos de ellas son algunos tipos de **cáncer, leucemia mieloide crónica, fibrosis quística, hemofilia**, etc. Estos defectos genéticos pueden heredarse de los padres o ser provocados por factores ambientales que causan daños en el ADN (**mutaciones**) (*Figura 4*).

El conocimiento de la localización de los genes en los cromosomas y su estudio permite comprender el desarrollo de algunas enfermedades de origen genético, pero seguirle la pista a los genes defectuosos no es tarea fácil y los investigadores necesitan tener conocimientos muy amplios de **biología molecular** y **genómica**.

Hasta hace poco tiempo, era imposible pensar en la asociación de genes con enfermedades específicas y mucho menos aislarlos y modificarlos para lograr que cumplieran su función correctamente o alguna otra de nuestro interés. Con el advenimiento de la Biotecnología Moderna, alrededor del año 1970, y el desarrollo de la **ingeniería genética**, la **transgénesis** y el **mapeo genético** se hicieron posibles todos estos sueños y se aumentaron las esperanzas de los pacientes que sufren enfermedades hereditarias.

Con el uso de las herramientas de la **ingeniería genética** es posible “cortar” y aislar genes de un organismo para introducirlos en otro, modificarlos o eliminarlos, según sea la necesidad.

Esta técnica, no es útil solamente para estudios

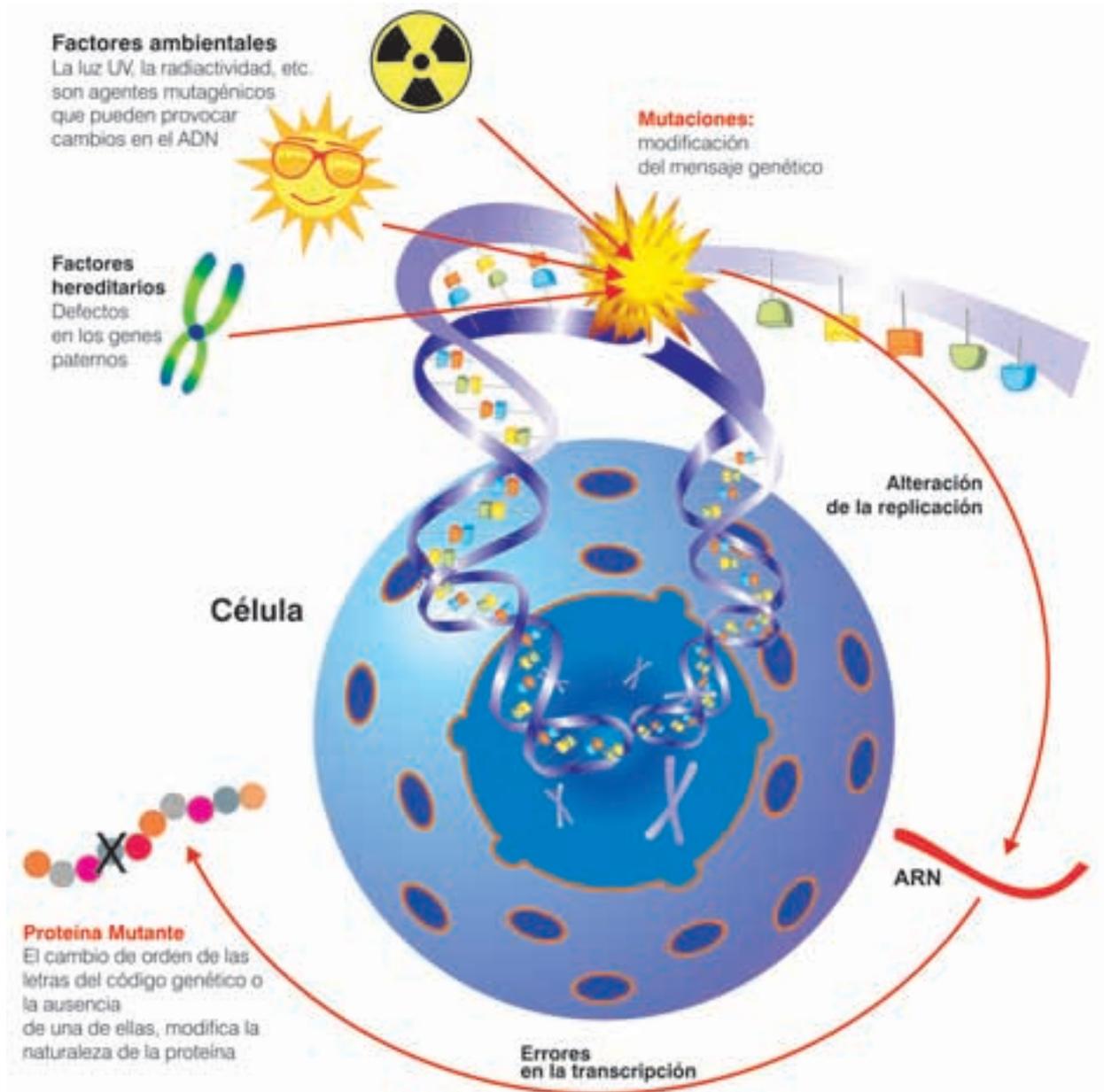


Figura 4. Efectos de las mutaciones

de enfermedades, sino que también tiene importantes aplicaciones en la industria farmacéutica, es decir para la fabricación de medicinas. Tal vez, el caso más conocido de esta aplicación sea el uso de bacterias para la producción de insulina, proteína deficiente en los enfermos de diabetes.

Antes del año 1973, se obtenía insulina para inyectársela a los pacientes diabéticos, a través de **páncreas** de cerdos, procedimiento muy costoso que encarecía el precio final de la medicina. Estas razones llevaron a los científicos Stanley y Cohen a aplicar técnicas de ingeniería genética para la fabricación de la proteína.

Para ello emplearon una bacteria llamada *Escherichia coli*, la que posee un ADN circular (**plásmido**) independiente del que lleva en su cromosoma. Cortaron ese ADN con enzimas de restricción e insertaron el gen de la insulina, que previamente habían aislado de células humanas. Para unir

nuevamente los fragmentos, utilizaron otras enzimas que tienen la función de “pegar” genes, las ligasas (*Figura 5*).

Debido a que estas bacterias crecen fácil y rápidamente y ocupan poco espacio, se pudo producir insulina abaratando los costos y aumentando la cantidad y calidad del producto, por lo que actualmente los diabéticos tienen mayor disponibilidad de la medicina a un menor precio.

A esa bacteria, *Escherichia coli*, que tiene incorporado en su **plásmido** el gen humano de la insulina se la llama modificada genéticamente, ya que lleva ahora nueva información en su ADN, puede expresarla (producir la proteína) y pasarla a su descendencia.

Por medio de **ingeniería genética** se pueden producir microorganismos, plantas, animales y hasta humanos modificados genéticamente.



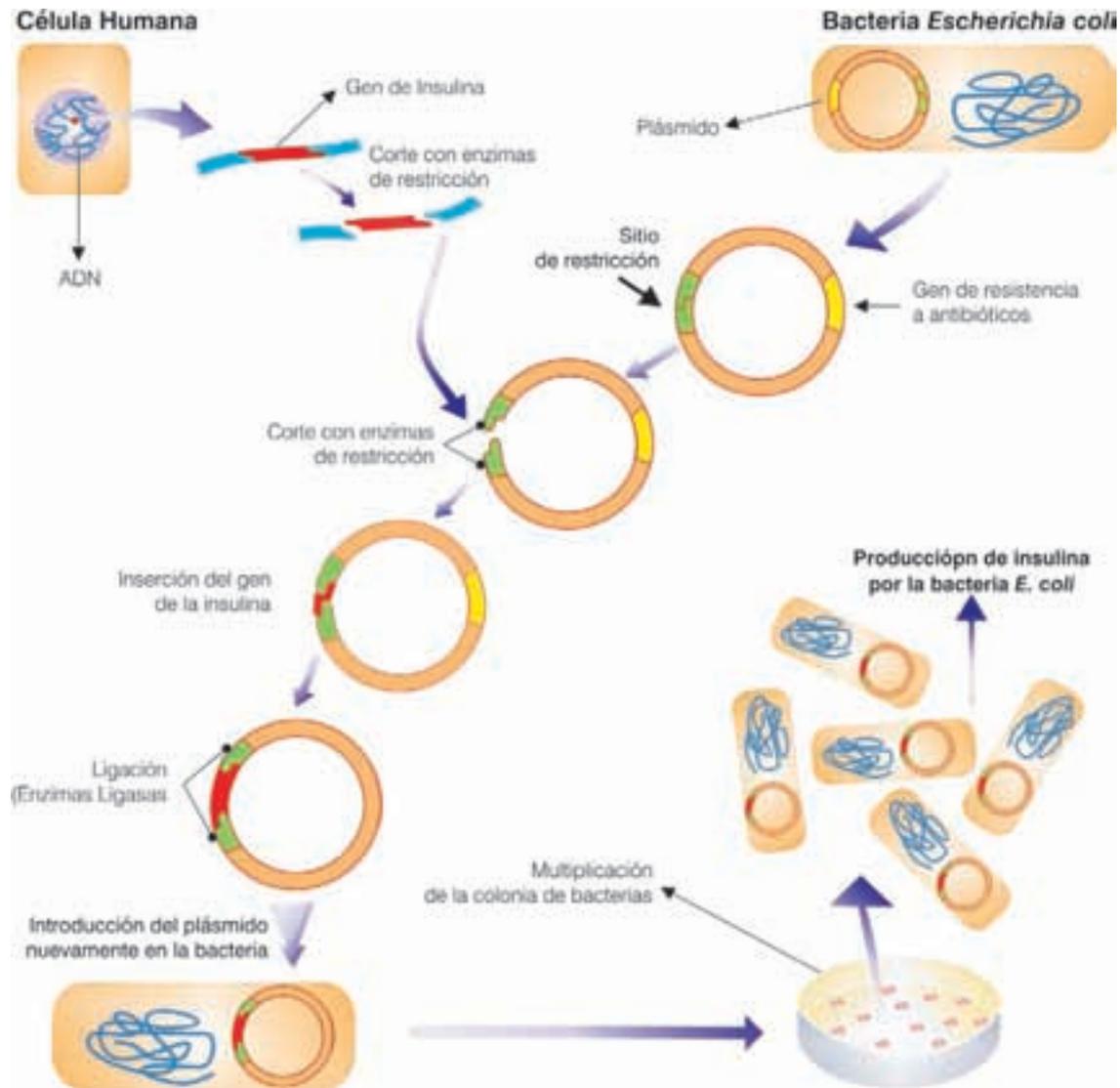


Figura 5. Producción de insulina humana por métodos de ingeniería genética

Generalmente se habla de organismos transgénicos cuando a una planta o animal se le introduce algún gen (de la misma manera que a las bacterias) de otro organismo para lograr resistencia a enfermedades o para mejorarle alguna característica (rendimiento, color, aroma, etc).

La terapia génica es un caso de modificación genética en humanos, donde se introducen genes sanos en los tejidos afectados del paciente para restablecer o activar la producción de algunas proteínas deficientes que causaban una enfermedad.

Con los estudios de **genómica** se intenta conocer el orden que presentan las bases nitrogenadas (A, T, G y C) en la molécula de ADN de diferentes organismos. A partir de esta información, pueden deducirse los genes que lleva ese organismo y qué proteínas codifica cada uno de ellos.

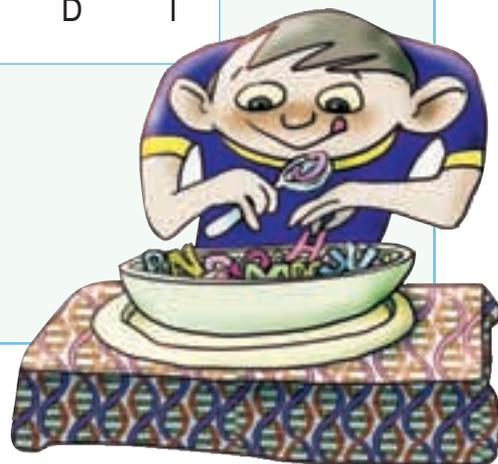
Ya se han **secuenciado** alrededor de 50 genomas, entre ellos el del arroz, la mosca de la fruta y el hombre. Estos resultados permitirán realizar comparaciones entre especies e identificar, por ejemplo, genes causantes de enfermedades.

▶ ACTIVIDAD PARA REALIZAR CON LOS ALUMNOS

Busca las palabras de la lista en la Sopa de Letras

G	H	M	A	P	N	D	B	X	R
C	E	O	D	I	M	S	A	L	P
C	N	N	G	S	E	A	I	K	J
L	F	Z	O	A	H	D	R	D	N
F	E	B	T	M	K	B	E	R	D
O	R	N	T	M	I	Z	T	W	A
Q	M	G	T	U	Ñ	C	C	Q	I
G	E	N	E	T	I	C	A	X	R
N	D	Q	R	A	O	V	B	B	E
G	A	T	A	C	R	W	E	N	I
D	D	S	P	I	M	H	T	D	N
F	N	M	I	O	F	S	A	M	E
J	A	J	A	N	U	F	F	I	G
N	M	H	Y	J	I	N	H	R	N
I	N	S	U	L	I	N	A	D	I

- Genómica
- Bacteria
- Plásmido
- Enfermedad
- Insulina
- Ingeniería
- Genética
- Mutación
- Gen
- Terapia



► GLOSARIO

Biología molecular: área de la Biología que estudia las moléculas que componen los organismos vivos, incluyendo el ADN y las proteínas.

Cáncer: proliferación anormal y descontrolada de células que invaden y destruyen los tejidos adyacentes.

Fibrosis quística: enfermedad hereditaria cuyos síntomas aparecen poco después del nacimiento. Uno de los principales es la dificultad para respirar.

Genoma: juego completo de cromosomas que se encuentra en el núcleo de las células de una especie determinada.

Genómica: ciencia que estudia los **genomas** de los organismos.

Hemofilia: enfermedad hereditaria que impide la coagulación de la sangre.

Ingeniería Genética: conjunto de técnicas que permiten unir fragmentos de ADN de distintos orígenes.

Leucemia mieloide crónica: enfermedad hereditaria donde hay un aumento en la producción de glóbulos blancos en la médula ósea. Tiende a aparecer en personas adultas y está relacionada con una malformación cromosómica denominada Cromosoma Filadelfia.

Mapeo genético: Determinación de la posición relativa de genes en una molécula de ADN.

Mutación: cambio en el número, disposición o secuencia de las bases nitrogenadas que forman un gen. Estos cambios pueden ocasionar la no producción de la proteína codificada por ese gen o la producción de una **proteína mutante**, la cual no funciona con normalidad.

Páncreas: glándula situada en la cavidad abdominal que se encuentra comunicada con el intestino delgado, donde vierte un jugo que contribuye a la digestión. También fabrica y secreta dos enzimas, la insulina y el glucagón, que están relacionadas con el mantenimiento de los niveles de azúcar en la sangre.

Plásmido: pequeña parte de ADN presente fuera del cromosoma bacteriano. Se usa como vehículo para insertar genes en otros microorganismos o plantas.

Proteína mutante: es una proteína errónea, producto de uno o varios genes mutados.

Secuenciación: Determinación del orden de las letras (A, T, G y C) en una molécula de ADN.

Transgénesis: conjunto de procesos que permiten la transferencia de uno o más genes (transgenes) de un organismo donante a un receptor (que se transforma en un organismo transgénico), el cual puede transmitirlos a su descendencia.

► BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

BENÍTEZ-ORTIZ, J. Y... *¡Por fin el genoma humano!* El Mundo (España), martes 13 de febrero de 2001.

CASAL, I; GARCÍA, J.L; GUISÁN, J.M Y J.M. MARTÍNEZ. Biotecnología y salud: Preguntas y respuestas. Sociedad Española de Biotecnología. 2000.

DICCIONARIO GENERAL ILUSTRADO DE LA LENGUA ESPAÑOLA VOX. Ed. Bibliograf S.A. Séptima Edición, diciembre 1983.

DUARTE-ORTUÑO, A. Glosario de términos en genética molecular. FMVZ-UAT. 2001.

► PÁGINAS WEB CONSULTADAS

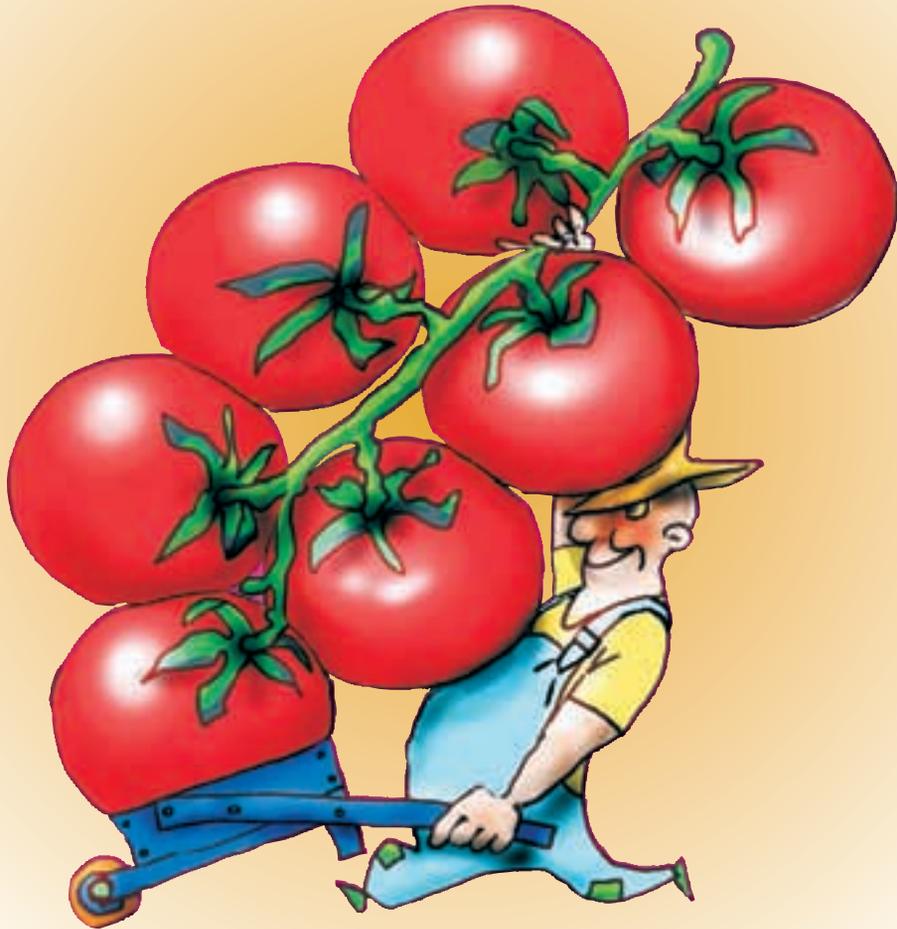
Council for biotechnology information.

Disponible en: <http://www.whybiotech.com/mexico.asp?id=2713>

National Human Genome Research Institute. Glosario de términos genéticos.

Disponible en: <http://www.genome.gov/sglossary.cfm?key=fibrosis%20qu%EDstica>

Aplicaciones de la Biotecnología en la agricultura





Aplicaciones de la Biotecnología en la agricultura

4

La agricultura es una actividad muy importante para todos los habitantes de Venezuela, ya que gracias a ella disfrutamos en nuestra mesa de deliciosas arepas, crujiente pan, refrescante chicha y muchos otros alimentos que derivan de plantas que los campesinos siembran y cuidan con tesón y esmero.

Para lograr una buena cosecha, los agricultores primero preparan la tierra, luego siembran las semillas y cuando las plantitas crecen, las cuidan quitándole las **malezas**, regándolas y combatiendo las **plagas**. Si estas labores no se cumplen, los rendimientos y la calidad de los cultivos disminuyen y también el ingreso económico del productor agropecuario.

Para lograr un control eficiente de **plagas** y **malezas** se utilizan unos productos quími-

cos llamados **insecticidas** y **herbicidas**, los cuales resultan perjudiciales para el ambiente en la gran mayoría de los casos, pues contaminan el agua, el suelo y afectan a la **fauna benéfica**.

Viendo que se estaba causando un daño al ambiente, los científicos comenzaron a pensar en la idea de que las plantas se autoprotégieran de las plagas o las enfermedades que las atacaban. Sin embargo, no hallaban la manera de lograrlo hasta que descubrieron una bacteria que vive en el suelo y que infecta a muchas plantas, principalmente frutales, produciéndoles un **tumor**.

Esta bacteria se llama *Agrobacterium tumefaciens* (Figura 6). Cuando penetra en las plantas, a través de alguna herida, transfiere parte del

ADN que lleva en su plásmido y provoca el crecimiento descontrolado del tejido vegetal, aprovechando ciertos productos de las células infectadas para alimentarse (Figura 7).

Entonces, si *Agrobacterium tumefaciens* puede transferir ADN a la planta, los investigadores dijeron “¿por qué nosotros no utilizamos la bacteria como vehículo para llevar ADN de nuestro interés?”. Para ello, primero tuvieron que “desarmar” al plásmido y quitarle los genes causantes del tumor y en su lugar poner los genes que se quieren expresar en el vegetal (Figuras 8 y 9), es decir que se fabriquen las proteínas codificadas por ellos (por ejemplo, de resistencia a una enfermedad o alguna plaga).

De esta manera se lograron plantas de maíz **modificadas genéticamente** o **transgénicas** resistentes a un insecto (gusano) llamado barrenador del tallo porque se mete por dentro del mismo y se lo va comiendo hasta que la planta se cae y se pierde toda la cosecha.

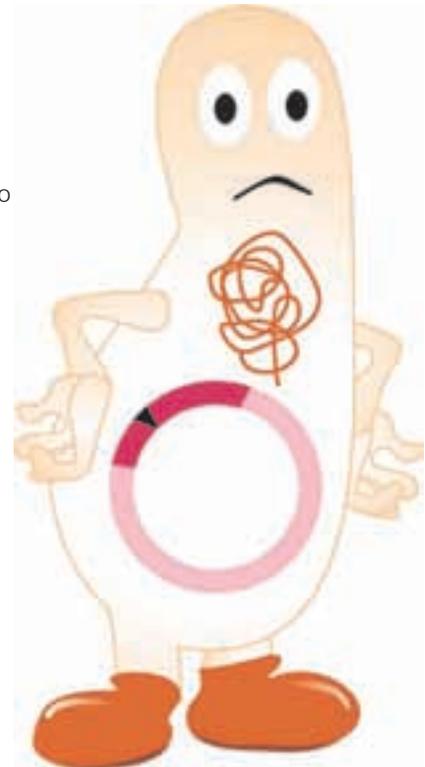
La creación de una planta transgénica consta de tres pasos fundamentales:

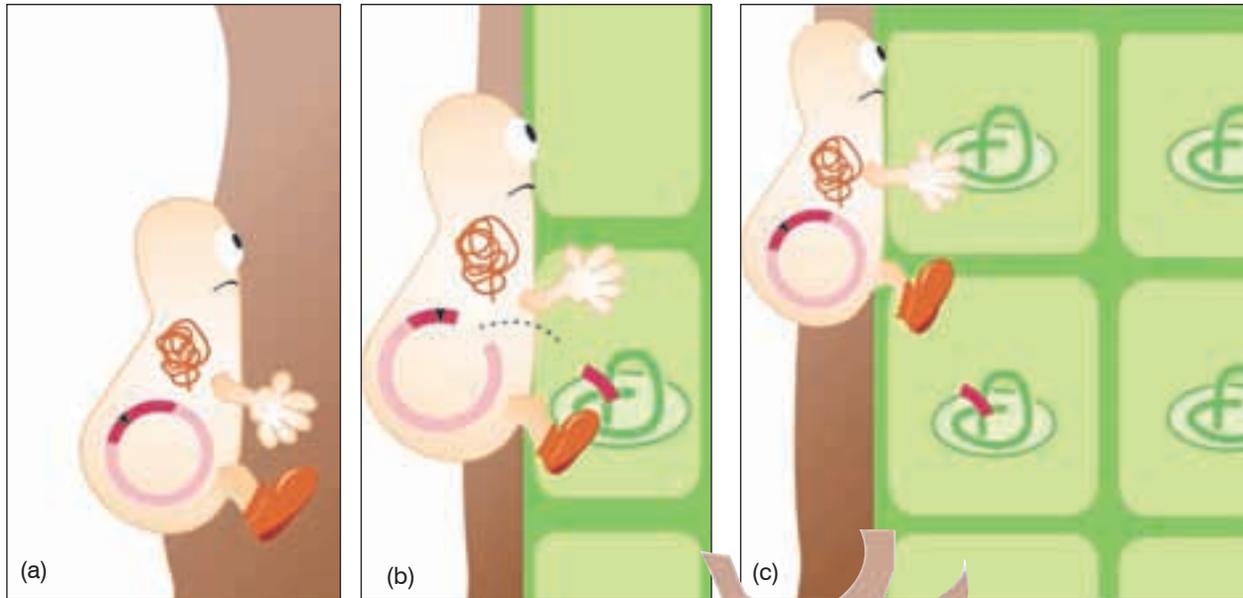
- Selección: se ubica el gen de interés; en el

caso referido anteriormente para combatir al barrenador del tallo se encuentra en una bacteria llamada *Bacillus thuringiensis* y codifica una proteína que es letal para los gusanos.

- Corte: el gen de interés se separa usando enzimas de restricción
- Pegado: el gen de interés se inserta en el plásmido de *Agrobacterium tumefaciens* (el que previamente fue cortado con las mismas enzimas de restricción que se usaron para cortar el gen de interés) y se une a él con enzimas ligasas para que éste lo introduzca en la planta.

Figura 6. *Agrobacterium tumefaciens*, mostrando el único cromosoma que posee y el plásmido con el ADN (rosado oscuro) que va a transferir a la planta.





Con esta metodología se ha logrado producir plantas transgénicas de muchos cultivos como arroz, algodón, papa, tomate y trigo entre otros, resistentes a plagas, enfermedades y también a ciertos **herbicidas** que se utilizan con mucha frecuencia porque son más amigables con el ambiente (se degradan rápidamente y no dejan residuos en el suelo o en la planta). Si la planta no fuera **transgénica**, al aplicar el herbicida se moriría junto con las **malezas**; al estar **modificada genéticamente** ella sobrevive y las **malezas** no pueden hacerlo.

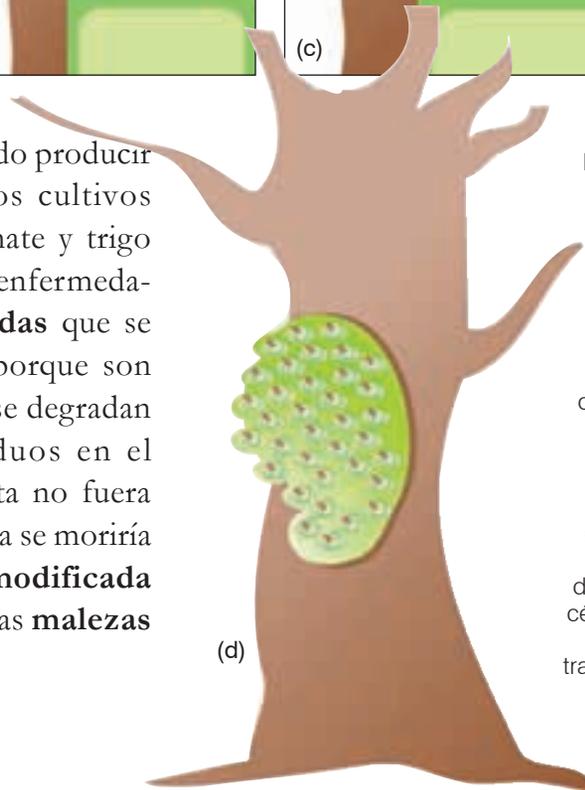


Figura 7. Infección de una planta por la bacteria del suelo *Agrobacterium tumefaciens*. (a) Penetración de la bacteria a través de una herida. (b) Transferencia de parte del ADN plasmídico (rosado oscuro) a las células vegetales. (c) Incorporación del ADN transferido a algunas de las células de la planta. (d) Multiplicación descontrolada de las células vegetales que llevan el ADN transferido (formación del tumor).

Figura 8.

Agrobacterium tumefaciens llevando el plásmido “desarmado”, donde se puede observar la sustitución del ADN productor de tumor (rosado oscuro en la figura 6) por los genes de otra bacteria (azul) que codifican proteínas insecticidas (en este caso contra los gusanos).

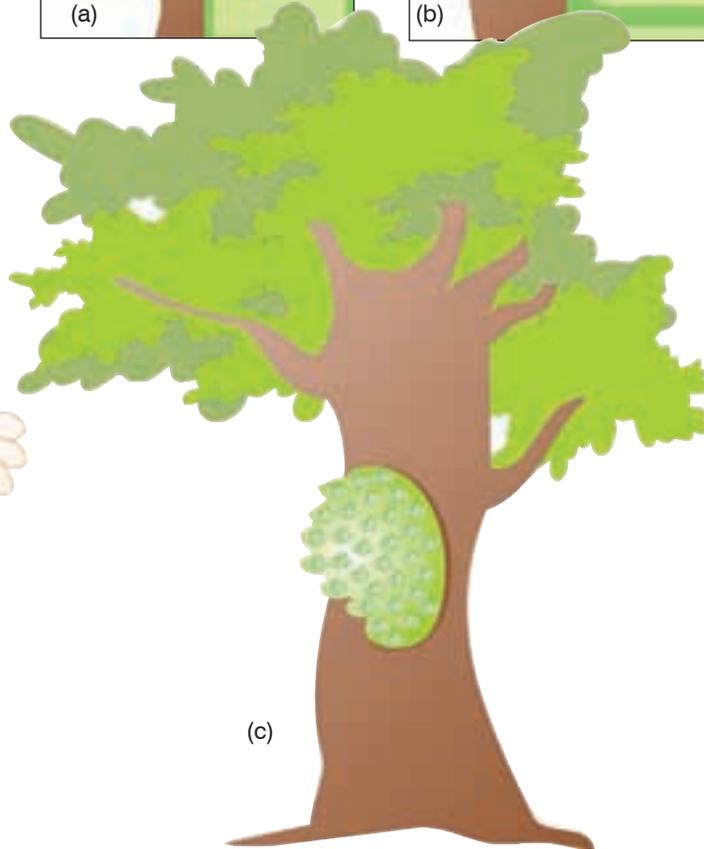
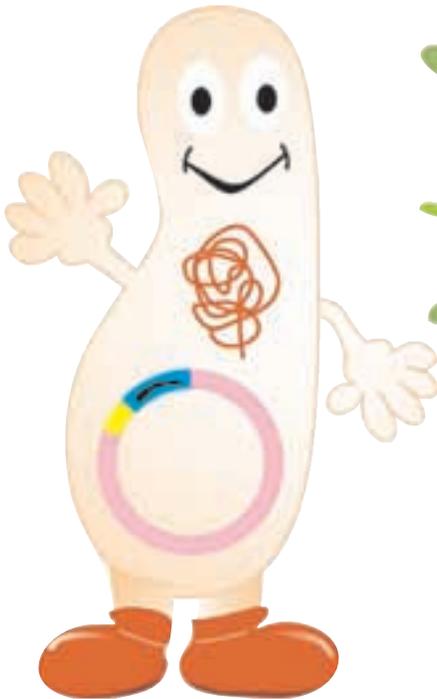
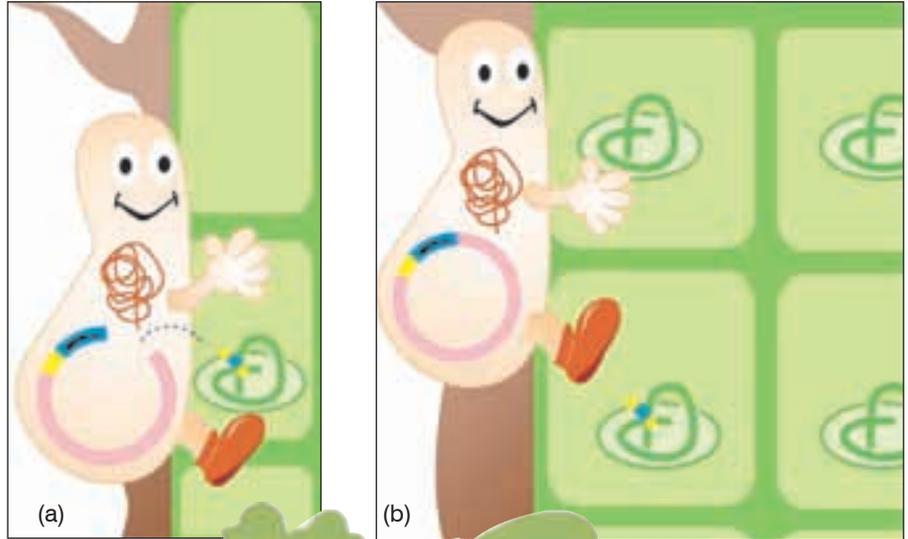


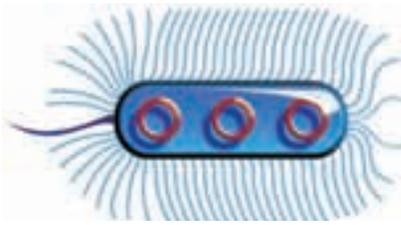
Figura 9.

Utilización de *Agrobacterium tumefaciens* como vehículo para insertar genes insecticidas en una planta. (a) Transferencia de los genes de interés insertados en el plásmido de la bacteria. (b) Incorporación del ADN transferido a algunas de las células vegetales. (c) Multiplicación de las células vegetales y del ADN introducido.

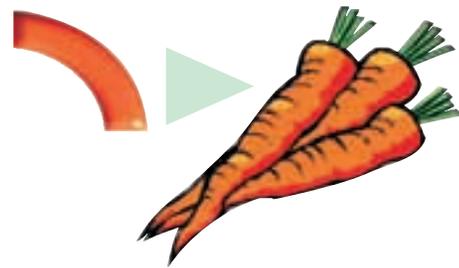
▶ ACTIVIDADES PARA REALIZAR CON LOS ALUMNOS

Ingenio es un científico venezolano. Él descubrió que en la zanahoria existe un gen que ayuda a fabricar una proteína que se llama beta caroteno (que es necesaria para que el cuerpo humano produzca vitamina A). Esta proteína no existe en la caraota y quiere introducir el gen utilizando *Agrobacterium*.

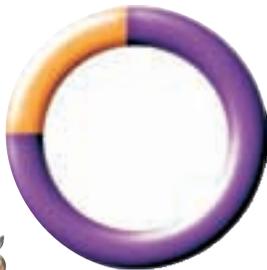
¿Podrías ayudarlo a realizar esta tarea? Para ello tienes que ordenar con números del 1 al 4 el rompecabezas siguiente:



El gen de la zanahoria que codifica para beta caroteno se encuentra en el interior de *Agrobacterium tumefaciens* y puede ser transferido a la planta de caraota

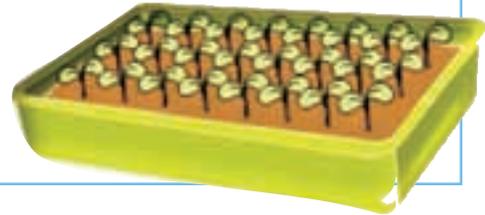


La zanahoria tiene, en uno de sus cromosomas, un gen que codifica para beta caroteno



Ingenio "desarmó" el plásmido de *Agrobacterium tumefaciens* y le insertó el gen de la zanahoria

Ahora pueden producirse caraotas con beta caroteno, pues la planta incorporó en su genoma el gen de la zanahoria que cumple esa función



Por favor, ayúdame a producir caraotas con beta caroteno



▶ ACTIVIDAD DE LABORATORIO

Extracción de ADN de una cebolla

Esta actividad se relaciona con capítulos anteriores donde se habla de la importancia del ADN y puede usarse para realizar un repaso de los temas vistos anteriormente.

1. Materiales necesarios

- 1 cebolla mediana
- 120 ml de agua (mineral o destilada)
- 1,5 g de sal
- 5 g de bicarbonato de sodio
- 5 ml de detergente líquido o champú
- 10 ml de alcohol puro (a 0°C)
- Batidora
- Nevera
- Colador
- Vaso
- Tubo de ensayo
- Varilla fina (para pinchos o brochetas)
- 1 pipeta de 10 ml

2. Fundamento

La extracción de ADN de una célula se basa en el hecho que las moléculas de sal son atraídas hacia las cargas negativas del ADN,

permitiendo su disolución y posterior extracción. Se empieza por romper las células mediante un detergente (lavaplatos o champú), vaciándose su contenido en una solución en la que se disuelve el ADN. En ese momento, esa solución contiene ADN y muchas otras cosas (ARN, carbohidratos, proteínas y otras sustancias). Para extraer el ADN de esa mezcla se utiliza alcohol puro (isoamílico).

3. Realización

a. Preparar la solución de extracción de la siguiente manera:

- 120 ml de agua
- 1,5 g de sal de mesa
- 5 g de bicarbonato de sodio
- 5 ml de detergente líquido o champú

Mantener esta solución en la nevera o en una cava con hielo

b. Cortar la cebolla en cuadritos (puede usarse también tomate, ajo u otro vegetal que tengamos a mano)

c. Triturarlos con un poco de agua en la licuadora accionando las cuchillas a impulsos de 10 segundos. Así se romperán muchas células y otras quedarán expuestas a la acción del detergente.

d. Mezclar en un recipiente limpio 5 ml del triturado celular con 10 ml de la solución de extracción (fría) y agitar vigorosamente durante 2 minutos (por lo menos). Separar después los restos vegetales más grandes del caldo molecular haciéndolo pasar por un colador lo más fino posible. Extraer el sobrenadante (la capa acuosa que queda arriba) con una pipeta.

e. Poner 5 ml del caldo molecular en un tubo de ensayo y añadir con pipeta 10 ml de alcohol isoamílico enfriado a 0°C. Se debe dejar escurrir lentamente el alcohol por la cara interna del recipiente, teniendo éste inclinado. El alcohol quedará flotando sobre la solución.

f. Introducir la punta de una varilla estrecha hasta la línea de separación entre el alcohol y la solución. Mover la varilla

hacia adelante y hacia atrás y poco a poco se irán enrollando los fragmentos de mayor tamaño de ADN. Pasado un minuto retirar la varilla atravesando la capa de alcohol con lo cual el ADN quedará adherido a su extremo con el aspecto de un copo de algodón mojado.

4. Resultados

El producto filamentososo obtenido de la extracción no es ADN puro ya que, entremezclado con él, hay fragmentos de ARN. Una extracción “profesional” se realiza añadiendo enzimas (llamadas ARNasas) que fragmentan las moléculas de ARN e impiden que se unan al ADN.



► GLOSARIO

Fauna benéfica: insectos que se alimentan de otros insectos que causan daño a los cultivos.

Herbicida: sustancia química que se utiliza para combatir las malezas.

Insecticida: sustancia química que se utiliza para combatir insectos.

Maleza: plantas que crecen en los terrenos sembrados y que no son del cultivo.

Plaga: insectos que atacan los cultivos.

Planta Genéticamente Modificada (PGM): planta que lleva en su genoma uno o varios genes que son de otro organismo y los expresa, es decir que fabrica normalmente las proteínas codificadas por ellos.

Transgénico: todo organismo que lleva y expresa en su genoma genes de otro organismo (se utiliza como sinónimo de organismo modificado genéticamente –OMG-).

Tumor: masa de tejido anormal que se forma en alguna parte del cuerpo de animales o vegetales.

► BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

CASAL, I; GARCÍA, J; GUISÁN, J. Y J. MARTÍNEZ. Biotecnología en pocas palabras. Plantas transgénicas. Preguntas y respuestas. Sebiot. 2000.

DAMEN, V; ADLEY, C; BRINKMAN, F; HAMMELEV, D; JOHANSSON, M. Y M. VAN STRYDONK. Plantas transgénicas. EIBE. 1997.

DICCIONARIO GENERAL ILUSTRADO DE LA LENGUA ESPAÑOLA VOX. Ed. Bibliograf S.A. Séptima Edición, diciembre 1983.

► PÁGINAS WEB CONSULTADAS

Biotechnology & You. Disponible en: <http://www.mindfully.org/GE/GE2/Biotechnology-And-You.htm>

Actividades de laboratorio del Cuaderno 18 de ¿Por qué Biotecnología?

Disponible en: http://www.porquebiotecnologia.com.ar/educacion/cuaderno/ec_18_act.asp

Genvägar. Ti-Plasmiden. Teknik. Disponible en: <http://www-genvagar.slu.se/teknik/djup/plasm.htm>

Alimentos Transgénicos





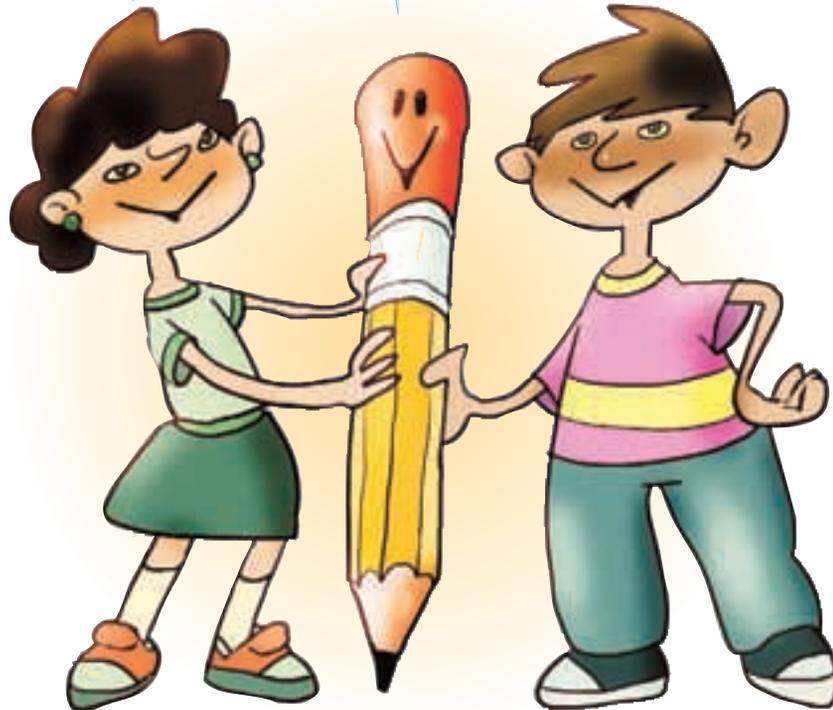
Alimentos Transgénicos

5

Aprendamos más sobre ellos

¿Qué conoces
de los alimentos transgénicos?

Son los que derivan de una
planta u otro organismo
modificado genéticamente



Mucho habrás oído en la televisión o leído en los periódicos sobre alimentos transgénicos y a raíz de ello surgen varias preguntas...

¿Serán seguros para el ambiente?



¿Afectarán nuestra salud?



¿Causarán alergias?



Para comenzar, hay que aclarar que son alimentos derivados de plantas modificadas genéticamente o que en el proceso de su elaboración se ha utilizado algún organismo modificado genéticamente (OMG). A estos alimentos se les realizan muchos exámenes para estar seguros que no presentan ningún riesgo para la salud humana ni animal y que no son dañinos para el ambiente. Al conjunto de esas evaluaciones se las llama análisis de riesgo.

Si en alguna de las evaluaciones se demuestra que no son seguros, el organismo oficial encargado de su regulación, que en el caso de Venezuela son cuatro: el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARN), el Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT), el Ministerio de Salud y Desarrollo Social (MSDS) y el Ministerio de Agricultura y Tierras (MAT), no los aprueba y no pueden comercializarse.

Muchas personas se benefician con el cultivo y producción de alimentos transgénicos. El agricultor, porque al sembrar plantas genéticamente modificadas obtiene cosechas de

mejor calidad (no son atacadas por insectos y se enferman menos) y mayor rendimiento, por lo que también obtiene mayores ganancias.

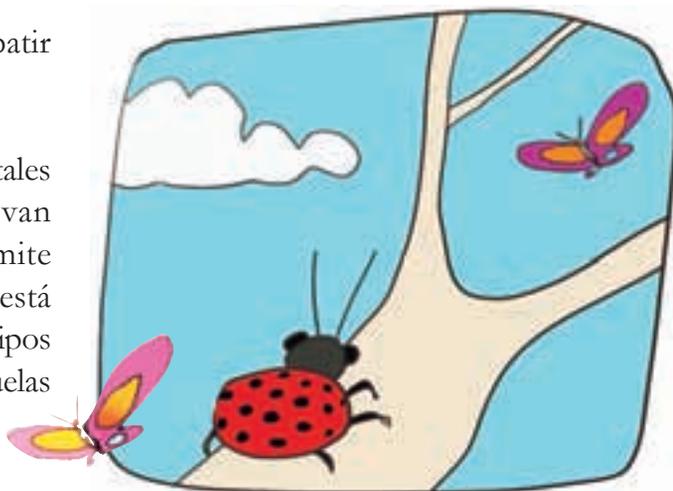
El consumidor, porque ya se están generando, por medio de la Biotecnología, alimentos con mayor contenido de vitaminas y minerales y también alimentos que llevan incorporadas vacunas contra ciertas enfermedades, como por ejemplo, cambures con la vacuna de la hepatitis B. Esto permitirá proteger a muchos niños alrededor del mundo contra



enfermedades y también ayudará a combatir otras originadas por la desnutrición.

Por otra parte, se pueden producir vegetales con mayor tiempo de vida (se conservan más tiempo almacenados), lo que permite transportarlos a mayores distancias. Se está trabajando para mejorar el sabor de ciertos tipos de café y de otros alimentos, como las hojuelas de cereal para hacerlas más crocantes.

El ambiente también se beneficia porque al utilizar cultivos genéticamente modificados, se reduce el uso de sustancias químicas que contaminan el agua, el suelo y el aire. La Biotecnología ha creado plantas cuya función



principal es la de “limpiar” suelos con alto contenido de metales tóxicos, así como bacterias que realizan la misma función en sitios contaminados por derrames de petróleo.

Información y educación al consumidor

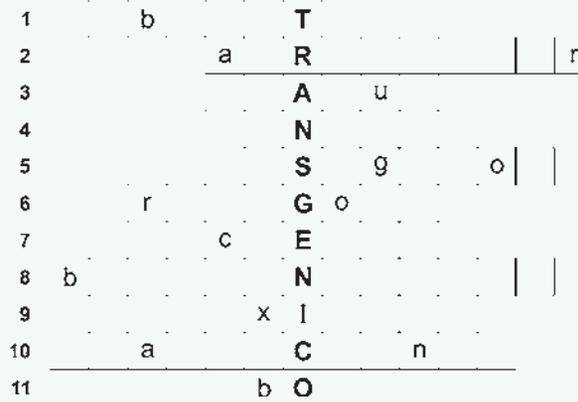
Los beneficios que puede aportar la Biotecnología Moderna para mejorar la calidad de vida de la población son muchos. Para poder disfrutar de ellos, es importante que los consumidores entiendan el desarrollo de los procesos biotecnológicos para tomar decisiones informadas acerca de consumir un producto o no. Desafortunadamente, mucha gente toma esas decisiones en base a rumores o informaciones incorrectas, por lo que es labor de los científicos y comunicadores sociales llevar información veraz y en lenguaje sencillo a todo el público a través de los medios masivos de comunicación



▶ ACTIVIDADES PARA REALIZAR CON LOS ALUMNOS

A. Crucigrama

Luego de leer el texto y recabar mayor información en libros, revistas, internet o con tus padres y maestros, resuelve el siguiente crucigrama.



1. Espacio que compartimos todos y que la Biotecnología ayuda a conservar, disminuyendo el uso de sustancias químicas.
2. Persona que se beneficia al sembrar plantas transgénicas.
3. Uno de los productos de la Biotecnología que permite combatir enfermedades.
4. Segmento de ADN que codifica una proteína.
5. Condición que deben reunir los alimentos transgénicos para ser aprobados oficialmente y comercializados.
6. Análisis de que se hace para determinar la seguridad de los alimentos transgénicos.
7. Microorganismos modificados por Biotecnología para limpiar derrames de petróleo.
8. Tecnología que permite usar organismos vivos para producir bienes o servicios útiles al hombre.
9. Tipo de metales que contaminan algunos suelos y que ciertas plantas ayudan a extraer.
10. Numerosas pruebas a las que deben someterse los alimentos transgénicos.
11. Característica que se quiere mejorar en ciertos productos por medio de Biotecnología.



B. Cuento para analizar en clase

Una cena casi romántica

Pocas cosas podían poner a prueba los nervios de acero del atrevido agente secreto José Honolulu; un plato de pasta con salsa boloñesa era una de ellas. En circunstancias normales la hubiera comido sin ningún problema; pero allí, frente a la bella Clara Cristal, era una prueba difícil de superar. Necesitaba de todas sus fuerzas para prestar atención a la conversación, mientras luchaba por enrollar la cantidad justa de pasta alrededor del tenedor, sin derramar salsa sobre el mantel o sobre sí mismo.

Clara Cristal era sobrina de Elvio Losavia, el dueño de Elvio Tecnología SA. Tanto ella como José estaban de vacaciones en un lujoso resort en la isla de Margarita. José

sabía que debía impresionar a Clara en la primera cita, si no sería la última. Ahora, mientras el agente secreto cortaba discretamente sus rebeldes tallarines, Clara le hablaba de su tío.

- Elvio es un apasionado de la Biotecnología, y me transmitió gran parte de su entusiasmo. Él me enseñó que la humanidad lleva mucho tiempo haciendo Biotecnología.



(Preguntar a los alumnos si saben cuáles fueron los orígenes de este método. Anotar sus respuestas y al final del cuento retomarlas. Momento en el cual el maestro podrá dar la explicación correcta)

- Por ejemplo, continuó Clara, mira esta mesa: ¿podrías

decirme cuáles de estos elementos tienen origen biotecnológico?

El tenedor de José se detuvo en la mitad del trayecto hacia su boca: no había escuchado la conversación ¡y ahora estaba en problemas!!! Examinó rápidamente sus opciones y se decidió por una excusa.

-Con permiso Clara, dijo Honolulu mientras se incorporaba, debo ir al baño.

Sus posibilidades de conquistar a Clara se reducirían si no contestaba correctamente su pregunta! José entró al baño y extrajo su transmisor portátil. “Batería descargada” anunció el transmisor. Sólo 20 segundos de comunicación disponible. Era lo único que faltaba. Desesperado, José marcó el código de Sabina, su supercomputadora personal.

- Hola José. Habla Sabina, ¿En qué puedo ayudarte?

- Sabina, necesito que me digas qué es la Biotecnología

(Interrumpir aquí y pedirle a los alumnos que ayuden a José contestando esta pregunta. Seguir el mismo procedimiento que la pregunta anterior, y decirles “vamos a ver si Sabina está de acuerdo con sus respuestas y si ayudamos a José”)

Sabina respondió
- José, Biotecnología es un término que se aplica a la utilización de seres vivos para proporcionar productos o servicios. Si bien hoy en día se utiliza principalmente para referirse a la modificación de especies por técnicas de ingeniería genética, también es Biotecnología el uso de microorganismos para la fermentación de alimentos tales como....



La comunicación se cortó

- Por favor, cargue su batería. El transmisor se apagará en cinco segundos, dijo el transmisor.

No había nada que hacer. José volvió a la mesa donde Clara Cristal esperaba la respuesta a su pregunta. Ya desde lejos, el cerebro altamente entrenado de Honolulu armó una lista de los elementos de la mesa.

Estos eran:

- Mantel y servilletas de algodón
- Mantequilla
- Copas de cristal
- Cubiertos
- Flan
- Sal
- Pan
- Queso roquefort
- Vino
- Pasta
- Velas

Un poco preocupado, José se sentó.

- ¿Y? Preguntó Clara. ¿Sabes cuáles de estos son productos biotecnológicos?

Antes de seguir con la historia preguntemos a los alumnos si pueden responder esta pregunta y luego retomar la lectura. Les podemos decir “vamos a ver qué dijo José y si nosotros sabemos más que él”.

José miró un rato la mesa y respondió usando su ingenio...

- Veamos... las copas, los cubiertos y la sal no están hechos con elementos de seres vivos.

- Las velas tampoco, añadió Clara; antes se hacían con grasa de animales o cera de abejas pero éstas son plásticas.

- La tela del mantel y de las servilletas es algodón; es decir que está hecha con un vegetal, pero éste se utilizó directamente. Me parece que no cuentan como producto de la Biotecnología, respondió José. En cambio, el pan, el roquefort y el vino tienen hongos, ¿verdad?

- Correcto. El vino se obtiene al permitir

que unos hongos, las levaduras, crezcan en el juego de uvas....comenzó Clara.

- ¿Levaduras? ¿Como las que se usan en el pan? Interrumpió José.

- Sí, pero cuando se hace el pan, no llegan a formar alcohol como en el caso del vino. Tan solo las usamos para que respiren dentro de la masa, y los gases que desprenden hacen que el pan sea esponjoso. Y por último, el roquefort se hace agregándole hongos al queso, que le dan el sabor picante, explicó Clara.

- Entonces el pan, el roquefort y el vino son productos biotecnológicos, concluyó José. ¿Y la mantequilla?

- Sólo es crema muy batida. Allí no interviene ningún microorganismo, y en el flan tampoco aclaró Clara.

- Y la pasta está hecha con

trigo molido, así que no es un producto biotecnológico! Dijo José, La tengo muy clara!

- No tan clara....Los tallarines están hechos con trigo transgénico, respondió Clara, y ahora si me disculpas me tengo que ir. Tengo una entrevista de negocios.

- Pero, ¿qué significa transgénico? preguntó José

- Quiere decir que recibió un gen de otro organismo. Si quieres saber más, espera que hable con mi tío. Tal vez podamos ir a visitarlo y él te podrá explicar mejor que yo. ¡Chao!

Clara se alejó hacia la puerta del restaurante. José se quedó sentado, bastante molesto: no le gustaba que lo dejaran plantado y menos aún le gustaba admitir que no sabía algún tema. Al final, los tallarines lo habían hecho quedar mal.

¿Qué era un gen?

(¿Ustedes lo saben? Continuar con el tema....)



(Tomado de http://www.porquebiotecnologia.com.ar/educacion/cuaderno/ec_13.asp)

► GLOSARIO

Organismo oficial: ente del estado encargado de realizar las evaluaciones de riesgo.

Regulación: conjunto de normas que aplica el organismo oficial para legalizar el uso, producción y consumo de alimentos transgénicos.

► BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

GUTIÉRREZ, M. INFORMACIÓN GENERAL SOBRE ALIMENTOS TRANSGÉNICOS. Ayuntamiento de Madrid. 1999.
LANGRIDGE, W. VACUNAS COMESTIBLES. Investigación y ciencia, noviembre 2000.

► PÁGINAS WEB CONSULTADAS

Biotecnología en los alimentos. Disponible en: http://www.porquebiotecnologia.com.ar/educacion/cuaderno/ec_11.asp

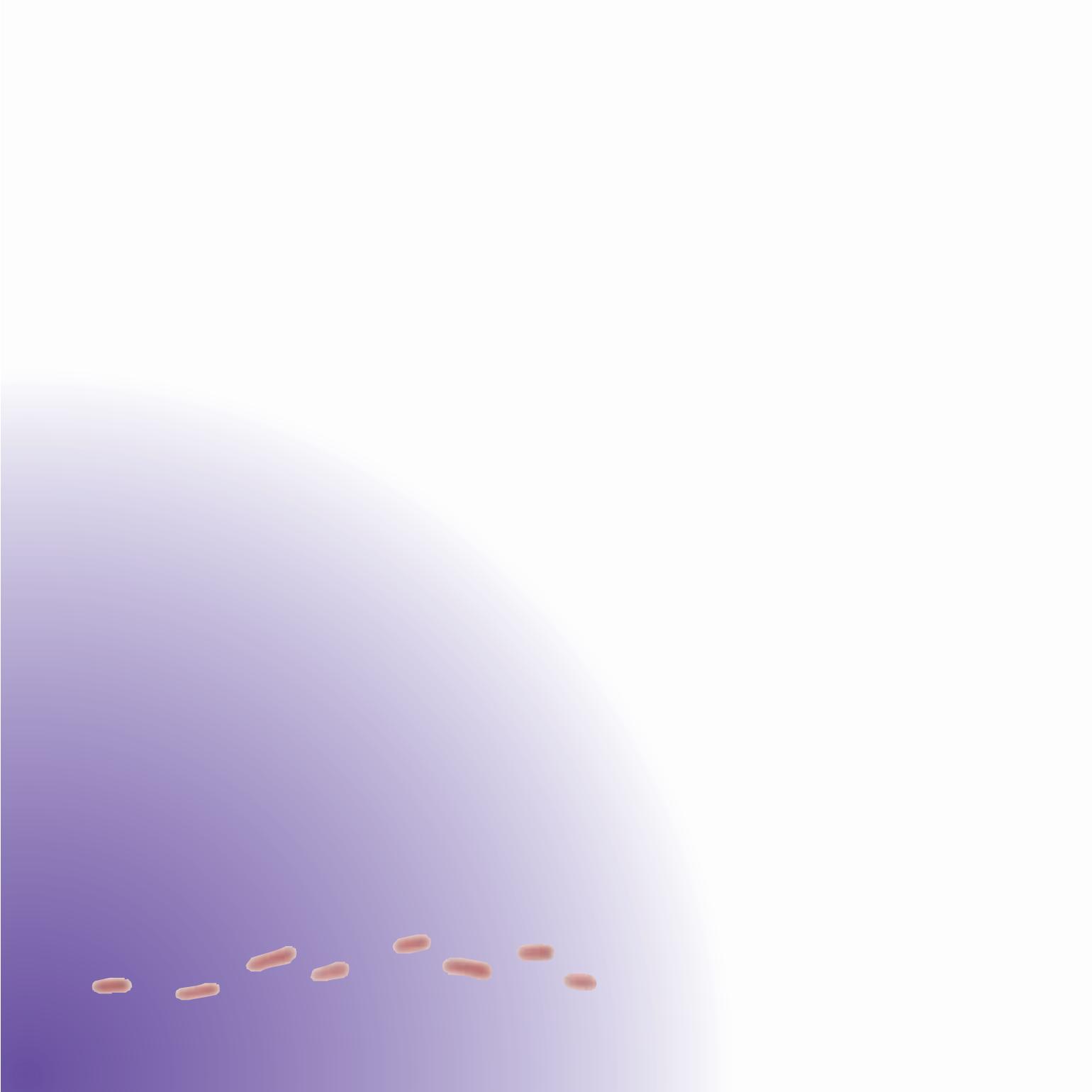
Biotecnología para los más pequeños a través de un cuento. Disponible en:
http://www.porquebiotecnologia.com.ar/educacion/cuaderno/ec_13.asp

¿Los alimentos transgénicos producen alergias? Disponible en:
http://www.porquebiotecnologia.com.ar/educacion/cuaderno/ec_12.asp

OGMs y sus beneficios ambientales. Disponible en: http://www.porquebiotecnologia.com.ar/educacion/cuaderno/ec_08.asp

ADN Detective





Por mucho tiempo, los investigadores policiales no pudieron resolver algunos crímenes por no encontrar **evidencias** para incriminar a los sospechosos y muchas herencias no pudieron ser entregadas a sus verdaderos dueños por no contarse con herramientas tecnológicas para determinar relaciones exactas de parentesco.

Con la llegada de la Biotecnología Moderna y aprendiendo, día a día, a utilizar las herramientas moleculares de esta novedosa tecnología se han podido resolver misterios al mejor estilo de las series de televisión.

¿Será muy difícil ser un detective genético?

Para ser un “detective genético”

hay que contar con herramientas adecuadas y observar bien cada detalle del caso que se quiere resolver. Para aprender a serlo, seguiremos paso a paso las actividades del

Inspector Gen Ético, de la policía de

Villa Hermosa en Caracas, quien trata de resolver un caso de robo que ocurrió la semana pasada y donde le sustrajeron todas las joyas a la señora Rica Chona, residente de esa urbanización.

Doña Rica afirma que su jardinero se ha comportado de manera sospechosa durante los últimos meses y piensa que él



puede ser el autor del robo, por lo tanto es el sospechoso número uno para el Inspector. Pero en la casa se encontraba para el momento del robo, una gran amiga de la Señora, Mimí Roulet, quien estaba de visita y acababa de llegar de París. El Inspector la catalogó como sospechoso número dos, por encontrarse presente en la escena del crimen.

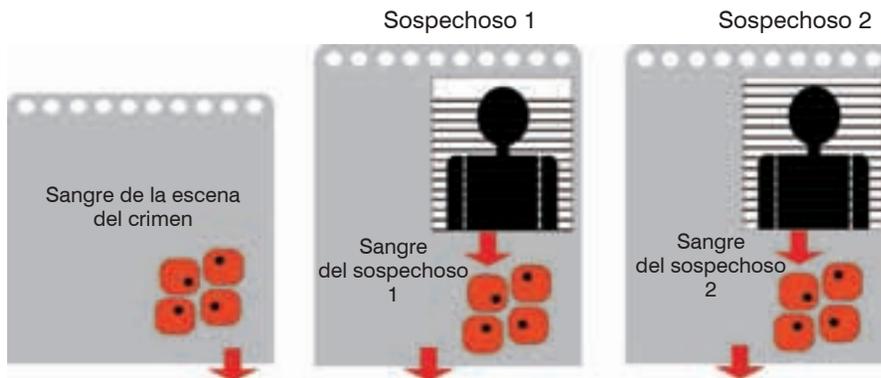
Gen Ético observó el joyero vacío de Rica Chona y notó algo extraño, una mancha roja en el borde. ¿Sería sangre? ¿Del ladrón?

Inmediatamente se colocó los guantes, para no contaminar la evidencia, y tomó una muestra de la mancha para mandarla a analizar a su laboratorio. Luego, se entrevistó con la dueña de la casa quien le dijo que en su joyero había

un collar de perlas, una pulsera de diamantes, tres sortijas de rubíes y zafiros y el alfiler en forma de cisne de su sombrero, el cual llevaba ocho perlas naturales.

Conduciendo de camino a su casa, el Inspector llegó a la conclusión que el ladrón, al meter la mano en el joyero, se pinchó con el alfiler y dejó unas gotas de sangre en el borde. Entonces, lo que había que hacer ahora era tomar una muestra de sangre a cada uno de los sospechosos para compararla con la encontrada en la escena del crimen.

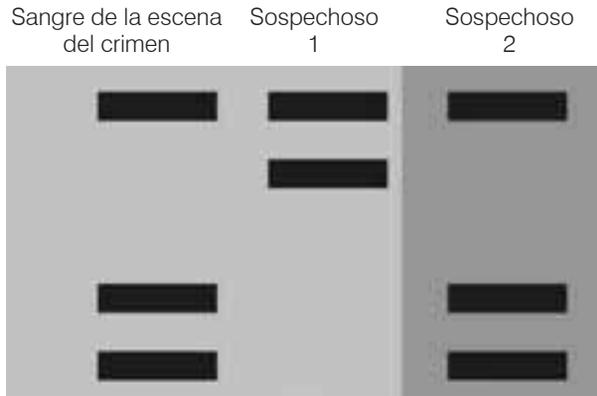
Al día siguiente, Ético llevó las dos muestras a los técnicos del laboratorio de la policía de Villa Hermosa para realizar el siguiente procedimiento:



A cada muestra, se le extrajo el ADN (con un método muy parecido al que ustedes usaron con la cebolla, ¿se acuerdan?)...



...y se compararon las tres muestras en un gel.



Quedó clarísimo para el Inspector que la Señorita Mimí Roulet era la autora del robo en la casa de Rica Chona. Gen Ético, llamó a los oficiales para que hicieran el arresto, quienes

lograron la confesión de Mimí, ante las pruebas irrefutables en su contra.

Mimí Roulet dijo que había perdido mucho dinero en los casinos de París y que necesitaba urgentemente saldar las deudas que tenía con sus prestamistas, por lo que se le ocurrió llevarse las joyas de su amiga Rica, ya que no sospecharían de ella.

Pero... ¿Tú sabes como hicieron los técnicos de la policía para encontrar ADN en la gota de sangre de la escena del crimen? Y ¿Cómo



se “corren” las muestras en el gel, para luego poder compararlas?

Una gota de sangre es muy pequeña y al estar expuesta al aire y al polvo, el poquito ADN que tiene, puede degradarse. Para poder compararlo con el de los sospechosos, primero hay que aumentar la cantidad de ADN. Eso se hace mediante una técnica llamada PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa), que funciona como una fotocopiadora donde, a partir de un modelo original se obtienen millones de copias.

Cuando se tiene suficiente cantidad de ADN, se pone a “correr” en un gel, que es muy similar a la gelatina sin sabor que usa mamá para cocinar. Allí, al conectarlas a una fuente de poder,

las muestras se desplazan. Van más lejos las más “flaquitas” (las que pesan menos) y se quedan más cerca del punto de partida las más “gorditas” (de mayor peso). Esto genera un **patrón de bandas** característico para cada muestra cuando se observan a través de una luz especial que las hace brillar (luz ultra violeta), lo cual permite realizar comparaciones.

En el caso de las **pruebas de paternidad**, se compara el ADN del niño con el de la madre y los supuestos padres (*Figura 10*). El niño debe tener bandas comunes con la mamá y el papá, ya que su ADN es herencia de ambos. De esta manera, se descartan los posibles padres que no comparten bandas con el niño y se llega a la identificación final de una persona.

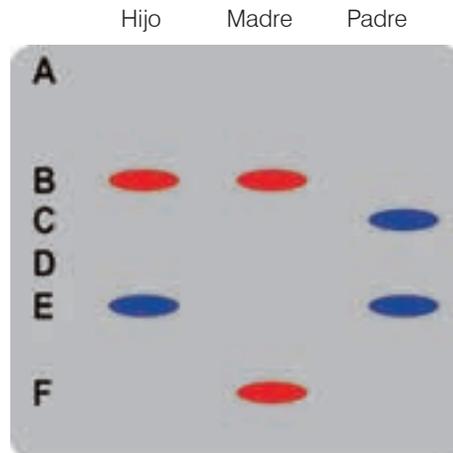


Figura 10. Prueba de paternidad

► ACTIVIDAD PARA REALIZAR CON LOS ALUMNOS

María, la esposa de Luis, dio a luz un varón hace dos años y en el hospital se lo **plagiaron**. Ayer los llamaron de una Casa Hogar para decirles que probablemente estaba allí. Ayuda a Luis y María a encontrar a su hijo, primero escogiendo por los rasgos físicos y luego analizando las pruebas de paternidad.

¡¡¡Recuerda que los hijos se parecen a los padres!!!



Luis	María	José	Julio	Franco
██████████			██████████	
	██████████		██████████	
██████████				
	██████████			
		██████████		██████████
		██████████		

► GLOSARIO

Evidencia: prueba que se presenta a favor o en contra de una cuestión.

Patrón de bandas: líneas que se pueden observar en un gel, cuando se realiza un análisis genético (ej: pruebas de paternidad) y que son características de cada individuo.

Plagio: Apoderarse de una persona para obtener rescate por su libertad.

Prueba de paternidad: exámenes de ADN que se realizan para determinar las características de parentesco entre dos o más individuos.

► BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

DICCIONARIO GENERAL ILUSTRADO DE LA LENGUA ESPAÑOLA VOX. Ed. Bibliograf S.A. Séptima Edición, diciembre 1983.

► PÁGINAS WEB CONSULTADAS

Baker, C. Your genes, your choices. Disponible en:

http://www.ornl.gov/TechResources/Human_Genome/publicat/genechoice/

L'ADN, détective très privé. Disponible en:

http://www.doctissimo.fr/html/sante/mag_2000/mag1/sa_1646_adn1.htm

SOLUCIONES DE LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS

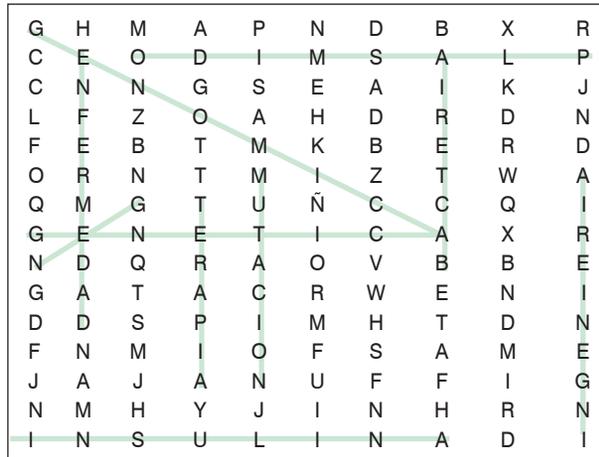
CAPÍTULO 1

A

1. c / 2. b, d / 3. b / 4. b / 5. a / 6. a, c / 7. b, d

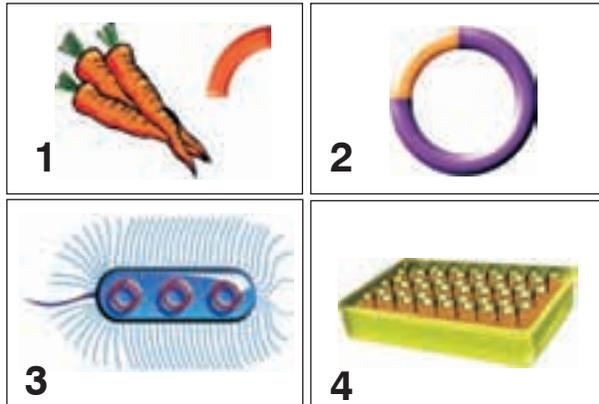
CAPÍTULO 3

Sopa de Letras



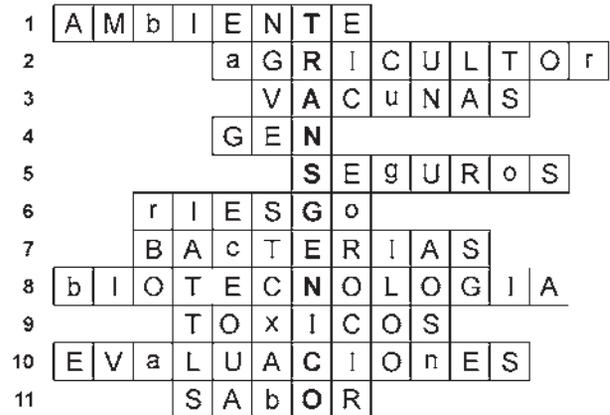
CAPÍTULO 4

A. Rompecabezas



CAPÍTULO 5

A Crucigrama



CAPÍTULO 6

El hijo de María y Luis es Julio, ya que en la prueba de paternidad se puede ver que comparte una banda con el padre y otra con la madre.

Luis	María	José	Julio	Franco
				
				
				
				
				
				

► INDICE GENERAL

	Pág.
Presentación	3
Introducción	5
Capítulo 1	
Había una vez	7
Actividades para realizar con los alumnos	13
Glosario	16
Bibliografía consultada	18
Páginas web consultadas	18
Capítulo 2	
¿Por qué los hijos se parecen a los padres?	19
Actividades para realizar con los alumnos	26
Glosario	27
Bibliografía consultada	29
Páginas web consultadas	29
Capítulo 3	
Siguiéndole la pista a los genes	31
Actividades para realizar con los alumnos	38
Glosario	39
Bibliografía consultada	41
Páginas web consultadas	41

	Pág
Capítulo 4	
Aplicaciones de la Biotecnología en la Agricultura.....	43
Actividades para realizar con los alumnos	49
Glosario	52
Bibliografía consultada.....	53
Páginas web consultadas	53
Capítulo 5	
Alimentos Transgénicos.....	55
Actividades para realizar con los alumnos	61
Glosario	66
Bibliografía consultada.....	67
Páginas web consultadas	67
Capítulo 6	
ADN Detective	69
Actividades para realizar con los alumnos	75
Glosario	76
Bibliografía consultada.....	77
Páginas web consultadas	77
Soluciones de las actividades propuestas	78

► INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Síntesis de proteínas de un organismo.....	22
Figura 2. Mitosis de una célula con dos cromosomas.....	23
Figura 3. Meiosis de una célula con dos cromosomas.....	24
Figura 4. Efectos de las mutaciones.....	34
Figura 5. Producción de insulina humana por métodos de ingeniería genética.....	36
Figura 6. <i>Agrobacterium tumefaciens</i> , mostrando el único cromosoma que posee y el plásmido con el ADN que va a transferir a la planta	46
Figura 7. Infección de una planta por la bacteria del suelo <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	47
Figura 8. <i>Agrobacterium tumefaciens</i> llevando el plásmido “desarmado”	48

Figura 9.

Utilización de *Agrobacterium tumefaciens* como vehículo para insertar genes insecticidas en una planta.....48

Figura 10.

Prueba de paternidad 74

Este libro se terminó de imprimir
en el mes de marzo de 2004
en los talleres de Gráficas ACEA
Caracas-Venezuela

