

## Indicadores de Desempeño:

### Conceptual:

- Reconoce la biotecnología y sus aplicaciones en los procesos de cultivos transgénicos y clonación.

### Procedimental:

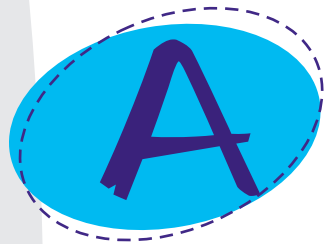
- Utiliza el conocimiento sobre los métodos usados en la biotecnología para comprender la forma en la que el ser humano los ha utilizado para su beneficio.

### Actitudinal:

- Realiza discusiones sobre las aplicaciones y consecuencias éticas que tienen los procesos biotecnológicos en la sociedad, asumiendo una postura de tolerancia frente a las diferencias con sus compañeros.

## ¿QUÉ APRENDEREMOS EN ESTA GUÍA?

En esta unidad hemos abordado los elementos más importantes en el desarrollo de la ciencia genética y sus aplicaciones; en esta guía estudiaremos los métodos de la aplicación de la biotecnología como parte de los nuevos avances científicos, frente a los cultivos transgénicos y la clonación, reconociendo la investigación científica en nuestra sociedad, sus beneficios y consecuencias, si las hay.



### Vivencia

#### TRABAJO INDIVIDUAL

1. Algunos avances genéticos han sido aprovechados por el ser humano; tenemos como ejemplo la clonación de seres vivos; los cuales han generado grandes beneficios y polémicas. A continuación demostraré los conocimientos que tengo o aquello que he escuchado sobre estos:
  - a. ¿Qué es la clonación?
  - b. ¿Qué son los cultivos transgénicos?
  - c. ¿Qué conozco acerca de la aplicación de estos métodos en la ciencia y qué aportan a nuestra sociedad?

#### TRABAJO EN EQUIPO

2. Comparto con mis compañeros las respuestas dadas a los interrogantes anteriores y sustento con respeto mi posición.
3. Realizamos la siguiente lectura teniendo en cuenta nuestros conocimientos sobre genética y anotamos en nuestros cuadernos las respuestas a las preguntas planteadas:

La clonación es un proceso normal en la naturaleza de organismos unicelulares, plantas, insectos e incluso seres humanos. Sin embargo, la clonación artificial se ha desarrollado a tal punto que, a pesar de las bondades potenciales de la técnica que permite clonar tejidos y órganos, existe un lado oscuro de la naturaleza humana, por lo que cada día parece más cercana la posibilidad de que se materialicen las pesadillas hasta ahora sólo descritas en la ciencia ficción<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Tomado de: Castañeda Partida, Laura (2004). "Clonación" [en línea]. Revista Digital Universitaria, 5(2). Consultado el 11 de marzo de 2004 en: <http://www.revista.unam.mx/vol.5/num2/art7/resumen.htm>

Los Organismos Genéticamente Modificados (OGM) son seres vivos a los que por técnicas artificiales se les ha introducido un gen de una especie

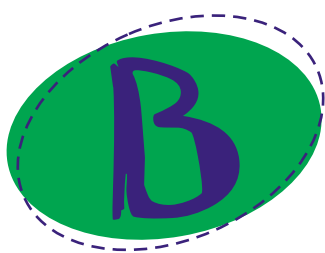
distinta que jamás llegaría a estar de forma natural en ellos. Se producen OGM de plantas, animales y microorganismos realizando transferencias de genes entre cualquiera de estos reinos. La tecnología por la que se produce la transferencia de genes (ingeniería genética) es muy imprecisa y requiere de la utilización de otros genes además del que se busca transferir:

Con la modificación genética se busca pasar determinada característica de un ser vivo a otro que no la posee. Esa posibilidad de la ingeniería genética se ha difundido masivamente en su aplicación en la alimentación como la gran posibilidad para obtener más y mejores alimentos y resolver “el problema del hambre en el mundo”.

- a. ¿La clonación afecta nuestra condición de seres humanos? ¿Por qué?
  - b. ¿Los transgénicos afectan nuestra condición de seres humanos? ¿Por qué?
  - c. ¿De qué forma encontramos estos procesos de modificación genética en nuestra cotidianidad?
  - d. ¿Qué ventajas o desventajas puede traer la aplicación de estos métodos en nuestra sociedad?
4. De acuerdo a las respuestas dadas en la actividad anterior realizamos una mesa redonda con el resto del grupo, exponiendo nuestras posiciones y fortaleciendo nuestras comprensiones sobre los temas propuestos.

## TRABAJO CON EL PROFESOR

5. Invitamos a nuestro profesor al equipo, compartimos con él las actividades desarrolladas anteriormente y le solicitamos valorarlas.



## Fundamentación Científica

### TRABAJO EN EQUIPO

1. Seleccionamos a un compañero del equipo y le pedimos respetuosamente que realice la siguiente lectura. No olvidemos consignar en nuestros cuadernos las ideas principales del texto:

## Fundamentos de la clonación



La palabra clon proviene del griego klon que significa: Brote, vástago o retoño. Biológicamente hablando se define como: “Conjunto de células o población de individuos originados de una sola célula o individuo al que son genéticamente idénticos”<sup>2</sup>.

La clonación no es algo nuevo y mucho menos el producto de la creación humana, esta ha existido en la naturaleza por cientos de años. En los inicios de la evolución los organismos microscópicos se reproducían asexualmente y sus descendientes eran clones, es decir, organismos idénticos a sus padres. Los estudios científicos y biológicos han determinado que la reproducción sexual comenzó posteriormente, aproximadamente unos 1000 millones de años atrás, mientras que la reproducción asexual data de cerca de 2700 millones de años. Sin embargo, aún permanece la reproducción asexual y con ello la clonación natural en especies.

Una de las grandes desventajas que tienen las especies es que se reproducen asexualmente o se clonan, lo que genera la imposibilidad de producir una descendencia con variabilidad genética y las condena a ser genotípicamente iguales y equivalentes a su organismo parental. Este hecho no permite la evolución o los cambios favorables de la especie, exponiendo a la extinción a los organismos que se reproducen mediante clonación. Sin embargo, se han encontrado especies que cuentan con este tipo de reproducción que han sobrevivido por más de 30 millones de años, como es el caso del camarón artemia parthenogénica.

**Imagen:** <http://quetzallicita.galeon.com/omar.jpg>

**2 Tomado de** Castañeda Partida, Laura (2004). “Clonación” [en línea]. Revista Digital Universitaria. 5(2). Consultado el 11 de marzo de 2004 en: <http://www.revista.unam.mx/vol.5/num2/art7/art7-1.htm>

La clonación es un proceso natural muy antiguo que ha llamado la atención de los seres humanos. La primera clonación artificial animal pluricelular fue realizada en 1952, en la cual los científicos de la Universidad de Pensilvania lograron producir un clon a partir del óvulo de una rana. Dado el éxito continuaron sus estudios y trabajos clonando ratones, he incluso renacuajos a partir de glóbulos rojos, situación que en 1980 atrajo el interés del mundo científico y especialmente de la Universidad de las Ciencias de la Salud de Allegheny (Allegheny University of the Health Science) en San Luis, Estados Unidos.

Durante los últimos años se ha venido produciendo una revolución en la biología genética. Inicialmente su desarrollo estuvo centrado en los estudios a

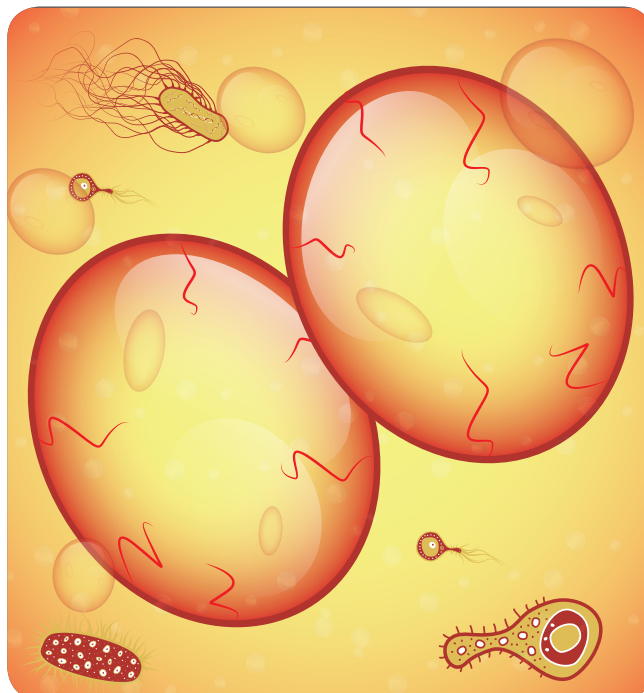
nivel molecular, es decir, en el funcionamiento y relaciones que se establecen en la célula (DNA, RNA, síntesis de proteínas, metabolismo), pero con el tiempo se desarrollaron ciertas técnicas que desembocaron en el surgimiento de la ingeniería genética, la clonación genética, la tecnología del ADN recombinante o manipulación genética.

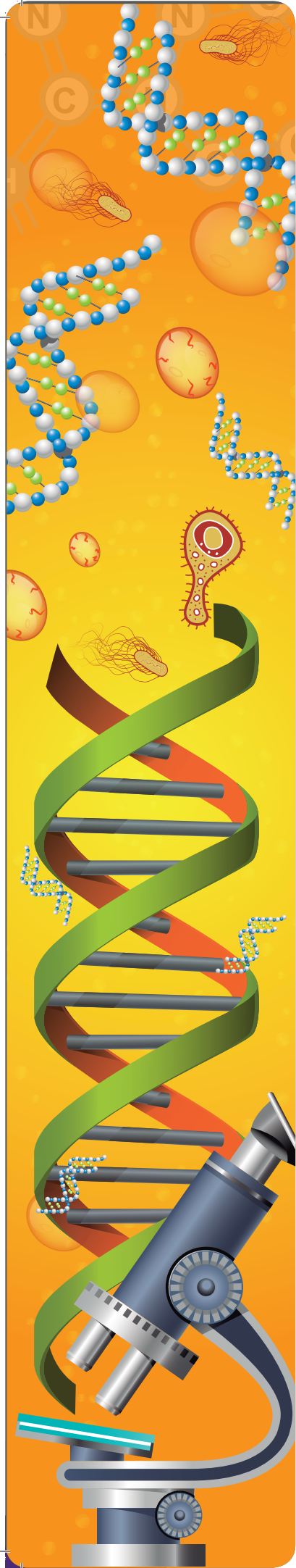
Lo más interesante de esta nueva tecnología y ciencia es la posibilidad de introducir o extraer material genético presente en las células, permitiendo que el ADN pueda replicarse y ser transferido a la siguiente generación, mediante la alteración de la composición genética de las células, al introducir material genético o ADN externo; ADN que puede ser de cualquier fuente, ya sea animal o vegetal, e incluso de microbios o síntesis. Sin importar su procedencia, este puede introducirse en especies bacterianas, en hongos, en células vegetales o animales, las opciones son ilimitadas.

Las aplicaciones más obvias son aquellas en las que un gen que codifica un producto para que sea comercialmente útil es transferido a especies en las cuales puede ser sintetizado eficaz y económicamente.

Muchos de los avances efectuados surgen de la posibilidad de estudiar la estructura y el funcionamiento de los genes, gracias a las nuevas tecnologías, lo cual era impensable apenas unos años atrás. En la actualidad un gen puede ser amplificado muchas veces y así ser sometido a estudios detallados, como su secuenciación y el análisis de la función de sus distintos tramos. A partir de estos nuevos conocimientos han ido floreciendo aplicaciones antes previstas.

En el proceso de clonación es factible la introducción de ADN en células de ciertas especies para modificar su constitución genética o genotipo, proceso al que se le denomina transformación, elemento que ha contribuido a deslumbrar y comprender el rol del ADN como el principal elemento del material genético de una especie; sin embargo, esto cuenta con una limitación porque el ADN debe proceder de la misma especie e integrarse en el cromosoma adecuado para ser operativo.





A continuación se describen las etapas básicas que existen en la clonación genética:

**La inserción del ADN exógeno (exterior):** Esto ocurre en el vector o moléculas portadoras y de los cuales existen dos clases: La primera clase se encuentra conformada por los plásmidos, que son moléculas de ADN extracromosómico, que se encuentran en muchas especies bacterianas y la segunda clase que está constituida por los virus bacterianos o fagos.

**Fragmentación del ADN:** La capacidad de cortar el ADN en fragmentos más pequeños se da gracias a la frágil naturaleza de esta molécula, y esta fragmentación se hace para poder religar el ADN exógeno.

**Unión de moléculas de ADN:** Un fragmento de ADN puede insertarse en un vector abierto si ambas moléculas poseen terminaciones complementarias.

**Transformación:** Es el proceso de reinserción del ADN exógeno en la célula viva.

## Clases de clonación

**Clonación natural:** Es un proceso natural que se da en organismos unicelulares, los cuales se reproducen asexualmente por bipartición, como bacterias y levaduras. También se presenta en algunos organismos vegetales y se conoce como reproducción vegetativa, como el pasto; así mismo la realizan algunos insectos y se le llama partenogénesis. En los seres humanos se presenta para el caso de los gemelos univitelinos y es uno de los acontecimientos más fantásticos de clonación natural.

**Clonación artificial<sup>3</sup>:** Esta comenzó en 1938 con los estudios realizados por Hans Spemann, quien trabajando con salamandras desarrolló una técnica llamada Transferencia Nuclear; esta consiste en el uso de una “aguja” hueca de 1 diezmilésima de pulgada con la que se retira el núcleo haploide con el set de cromosomas de un óvulo o enucleación, causando una primera herida, después se selecciona una célula somática diferenciada y se toma su núcleo diploide con dos sets de cromosomas, para ser inserta en el óvulo enucleado y así generar una segunda herida.

Como el óvulo ya no tiene material genético propio y no ha recibido un espermatozoide haploide, se le debe informar que ha sido fecundado para que comience a dividirse como cualquier cigoto. La activación del embrión clonado se logra mediante un tratamiento químico y corriente eléctrica de baja intensidad, similar al cambio de potencial de membrana que ocurre en el óvulo después de la fecundación con la que se evita que otros espermatozoides entren. Finalmente, el “embrión” se implanta en el útero hormonalmente sincronizado de una hembra de la especie a clonar para su gestación y parto.

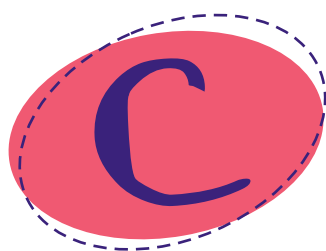
Hablar de clonación es muy importante pues es un proceso natural y biotecnológico que actualmente permite potenciales usos tanto positivos y negativos para la sociedad, y que causa polémica a nivel económico, ético y religioso.

Aún existen varios detalles a estudiar y profundizar en este proceso y se corre el riesgo de hacer un mal uso de este; por eso es importante continuar con

la comprensión, el estudio y estar alerta a todas aquellas implicaciones éticas y naturales que este pueda contener.

## TRABAJO CON EL PROFESOR

2. Compartimos con nuestro profesor las ideas registradas en nuestros cuadernos, producto de la lectura anterior; y le solicitamos aclarar las dudas presentadas.



## Ejercitación

### TRABAJO INDIVIDUAL

1. Teniendo en cuenta mi comprensión sobre los principios y fundamentos sobre la clonación, producto de la lectura de la fundamentación científica, retomo las preguntas planteadas en las actividades de la vivencia y complemento mis respuestas haciendo uso de un lenguaje científico.
2. Leo con atención la siguiente afirmación para dar respuesta a las actividades propuestas:

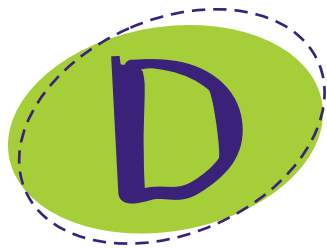
“La clonación hace parte de la naturaleza de los seres vivos pero no sugiere la evolución o mejoramiento de la especie”.

- a. ¿La afirmación analizada anteriormente es correcta o no? Argumento mi respuesta de una manera científica.
- b. ¿Qué es lo que realiza la clonación en una especie y de qué manera se puede hacer?
- c. ¿Cómo se puede llegar a realizar una copia idéntica de un organismo vivo? Justifico mi respuesta con las etapas básicas de la clonación y la clonación artificial.

## TRABAJO CON EL PROFESOR

3. De acuerdo a los conocimientos adquiridos en el desarrollo de la guía, realizo un cuadro de conceptos con el profesor donde evidencie las ideas principales y le solicito que me aclare las dudas presentadas.

**3 Tomado de** Castañeda Partida, Laura (2004). “Clonación” [en línea]. Revista Digital Universitaria. 5(2). Consultado el 11 de marzo de 2004 en: <http://www.revista.unam.mx/vol.5/num2/art7/art7-1a.htm>



## Aplicación

### TRABAJO EN GRUPO

1. Realizo la lectura del siguiente texto, que me permitirá dar respuesta a las actividades propuestas:

### La oveja Dolly<sup>4</sup>



En el Instituto Roslin de Edimburgo, Escocia, el Dr. Ian Wilmut y sus colaboradores hicieron 277 intentos de transferencia nuclear para clonar una oveja variedad Finn Dorset “cara blanca”, sólo 29 embriones se activaron, los cuales fueron implantados en 13 ovejas “cara negra”; sólo se logró un clon: “Dolly”.

Esta se generó a partir del núcleo de una célula somática extraída de las glándulas mamarias de una oveja adulta, el cual fue implantado en un óvulo sin núcleo (enucleado) de otra oveja. Por medio de microinyecciones lograron introducir el núcleo de la célula somática en el óvulo. Con impulsos eléctricos se activó el óvulo para que comenzara su división, tal como lo hacen los óvulos ya fertilizados en un proceso natural de reproducción. Al sexto día ya se había formado un embrión, el cual fue implantado en el útero de una tercera oveja. Tras un periodo normal de gestación, nació Dolly: Una oveja exactamente igual a su madre genética.

Dolly es importante porque fue el primer mamífero clonado. Nació el 5 de julio de 1996 pero se hizo público 7 meses después, en 1997. Tuvo corderos de manera natural. El 14 de febrero del 2003 fue sacrificada por inyección letal debido a que padecía artritis y cáncer pulmonar. Se practicó la autopsia al cadáver para

<sup>4</sup> Tomado de Castañeda Partida, Laura (2004). “Clonación” [en línea]. Revista Digital Universitaria. 5(2). Consultado el 11 de marzo de 2004 en: <http://www.revista.unam.mx/vol.5/num2/art7/art7-1b.htm>

Imagen: [http://img.xatakaciencia.com/2013/02/650\\_1000\\_01-ciencia-oveja-dolly.jpg](http://img.xatakaciencia.com/2013/02/650_1000_01-ciencia-oveja-dolly.jpg)



averiguar si el origen clónico de Dolly era la causa de sus enfermedades pero no se encontró nada por lo que se diseccionó y actualmente está en exhibición en el Museo Nacional de Escocia.

## TRABAJO INDIVIDUAL

2. En una gráfica ilustro cada uno de los siguientes pasos, realizo los dibujos pertinentes de acuerdo a la lectura anterior y a los conceptos adquiridos en la fundamentación científica:

### El nacimiento de Dolly:

- a. Se toma una célula somática de las glándulas mamarias de una oveja y se le extrae el núcleo, que contiene los cromosomas.
  - b. Se toma un óvulo no fertilizado y se le quita el núcleo (que contiene sólo la mitad de cromosomas).
  - c. Se inyecta el núcleo extraído de la célula mamaria en el óvulo enucleado. Como el núcleo de la célula somática contiene toda la información genética, el clon tendrá información idéntica.
  - d. Mediante impulsos eléctricos la célula comienza a dividirse como si hubiese sido fertilizada.
  - e. Las células se multiplican en un tubo de ensayo.
  - f. A las 8 semanas se implanta el embrión en el útero de una oveja.
  - g. Nace el clon.
3. Planteo una situación hipotética en la que soy un científico y deseo clonar una guacamaya bandera (reino: Animalia, filo: Chordata, clase: Aves, orden: Psittaciformes), la cual se encuentra en vía de extinción y por medio de este método puedo conservar la especie en el reino animal.
4. Doy respuesta en mi cuaderno a las siguientes preguntas:
- a. ¿Qué pasos debo seguir para el proceso de clonación? Los describo y elaboro un diagrama del proceso.
  - b. ¿Será posible conservar la especie a través de la clonación?

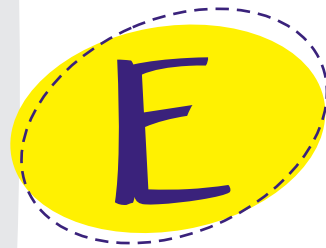
## TRABAJO EN EQUIPO

5. Discuto con mis compañeros lo que conozco sobre los cultivos transgénicos y con mis conocimientos previos identifico similitudes o diferencias con la clonación. Escribimos en nuestros cuadernos los resultados de las discusiones.
6. Elaboramos el siguiente cuadro en nuestros cuadernos, el cual nos permitirá plantear comparaciones entre la clonación y los cultivos transgénicos o Genéticamente Modificados (GM):

LA CLONACIÓN	CULTIVOS TRANSGÉNICOS

## TRABAJO CON EL PROFESOR

7. Compartimos con nuestro profesor las actividades desarrolladas anteriormente y realizamos una discusión frente a los cultivos transgénicos. Con base en esta actividad complementamos los conceptos en nuestros cuadernos.



## Complementación

### TRABAJO EN EQUIPO

1. Le solicitamos a uno de nuestros compañeros realizar la siguiente lectura<sup>5</sup> y con base en esta respondemos las siguientes preguntas en el cuaderno:
  - A. ¿Qué beneficios tienen los cultivos Genéticamente Modificados (GM)?
  - B. ¿Qué desventajas tienen los cultivos GM?

La transgénesis se puede definir como la introducción de DNA exógeno (exterior) en un genoma, de modo que se mantenga estable de forma hereditaria.

Esta particularidad ha servido en la industria agrícola para la producción de alimentos de mejor calidad y de esta forma se han patentado o creado nuevos tipos de crecimiento y desarrollo en las plantas y las semillas. Este tipo de transgénesis se ha convertido en el principal producto de producción y exportación del país, al cual también llamamos Cultivo Genéticamente Modificado.

### Adopción global de cultivos Genéticamente Modificados (GM)

La adopción de la biotecnología agrícola continúa creciendo rápidamente en todo el mundo como resultado, principalmente, del considerable impacto

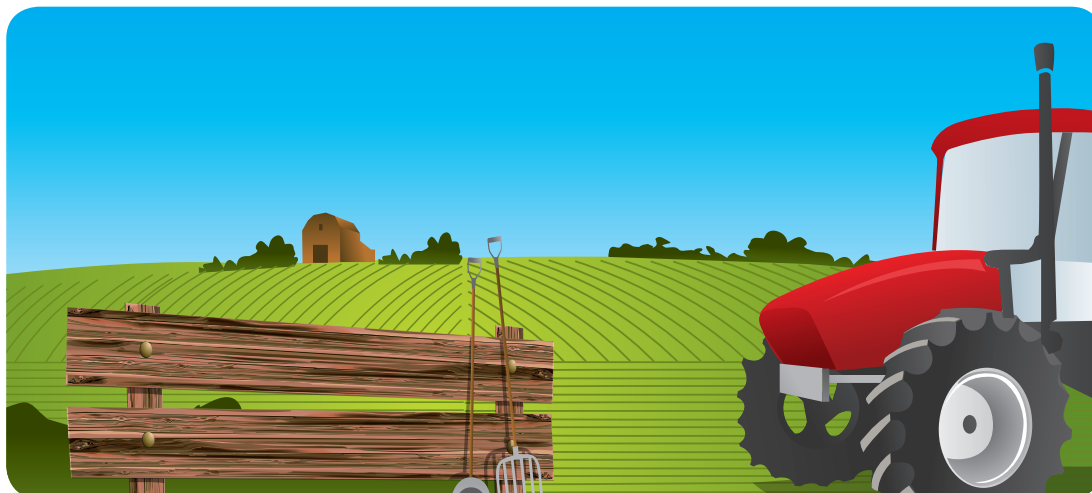
<sup>5</sup> Tomado de Monsanto Región Andina. Adopción global de cultivos GM. Recuperado de: [http://www.monsantoandino.com/biotecnologia/adopcion\\_global.asp](http://www.monsantoandino.com/biotecnologia/adopcion_global.asp)

económico, ambiental y los beneficios sociales ofrecidos por los cultivos biotecnológicos. Un reflejo de ello es la amplia adopción que ha tenido la tecnología por millones de pequeños agricultores de escasos recursos alrededor del mundo.

Estos avances son relevantes dado que los cultivos biotecnológicos pueden contribuir a solucionar algunos de los principales desafíos que enfrenta la sociedad mundial, entre ellos: La seguridad alimentaria, el alto precio de los alimentos, la sostenibilidad, la mitigación de la pobreza y el hambre, y el cambio climático (C. James, ISAAA, 2008).

Las cifras al 2008 muestran que aproximadamente 13,3 millones de agricultores en 25 países siembran cultivos biotecnológicos, frente a 8,25 millones de agricultores de 17 países que lo hicieron en 2004.

Más del 90% de los beneficiarios son los agricultores de los países en vía de desarrollo (C. James, ISAAA, 2008).



### Cultivos GM en Colombia

Desde el 2002, año en el que Colombia empezó a cultivar semillas biotecnológicas, a la fecha, el número de hectáreas de cultivos GM ha aumentado significativamente. En el 2008, Colombia cultivó aproximadamente 43.000 mil hectáreas de cultivos GM, lo que significó un aumento en la adopción de este cultivo frente al año 2007, periodo en el que se cultivaron 28.000ha de cultivos Genéticamente Modificados.

Los cultivos GM cultivados en Colombia corresponden a semillas de maíz, algodón y clavel azul. El principal cultivo GM sembrado en el país es el de algodón con 28.000ha en 2008 seguido por maíz con 15.000ha.

2. Teniendo en cuenta los conceptos y ejercicios aplicados anteriormente, damos respuesta a las siguientes preguntas:
  - a. ¿Se puede conservar una especie de plantas con los cultivos GM o transgénicos? ¿Por qué?
  - b. ¿La herencia participa en estos procesos de cultivos transgénicos? ¿De qué manera?

- c. ¿Consideramos viable la producción de alimentos y cultivos transgénicos en nuestro país? Explicamos nuestra respuesta.
3. Solicitamos al profesor un tiempo de 20 minutos para realizar una actividad reflexiva en la que expresemos de manera crítica y científica nuestra posición social frente a la siguiente situación:

En una región altamente productiva de recursos agrícolas como algodón, maíz, papa y cilantro, se solventa la economía y sustento alimentario de los campesinos que habitan esta zona debido a la gran producción de estos. Algunos de los avances biotecnológicos en agricultura llegan a la región y se realiza una propuesta para modificar genéticamente los cultivos con el fin de adquirir en menos tiempo los productos. Para ello los campesinos deben realizar la venta de parte de sus predios con el fin de obtener los recursos para la compra de la maquinaria necesaria en estos procesos. Esto limitaría y reduciría la producción de los campesinos pero con los avances biotecnológicos aplicados a los cultivos se acelera la producción de estos recursos, y se lograrían exportar y vender con mayor facilidad.

4. Escribimos nuestra reflexión en nuestros cuadernos para compartirla con el grupo y en compañía del profesor:

### TRABAJO CON EL PROFESOR

5. Solicitamos al profesor evaluar las actividades desarrolladas.

## Evaluación por competencias

A continuación me proponen resolver un conjunto de preguntas o realizar algunas actividades, que tienen como propósito identificar aquellos aspectos que muestran mis fortalezas y aquellos en los que debo reforzar; posterior al estudio de la temática propuesta en la guía.

### Preguntas de selección múltiple con única respuesta

Las preguntas de este tipo constan de un enunciado y de cuatro opciones de respuesta, entre las cuales debo escoger la que considere correcta y escribirla en mi cuaderno:

1. Un estudiante de Ciencias Naturales realiza una exposición sobre la clonación, para ello debe hacer referencia a:

- A. Un éxito evolutivo que se ha manifestado de generación en generación mejorando una especie.
- B. Una forma de reproducción innata en la naturaleza, la cual se ha logrado de forma artificial para crear copias idénticas de un individuo.
- C. Los procesos de división celular; mitosis y meiosis, que dan origen a una célula madre.
- D. Una mutación o irregularidad genética en los pares de cromosomas.

1

2. Al realizar un trabajo expositivo sobre los cultivos transgénicos un científico debe hacer referencia a:

- A. Un avance biotecnológico para promover la agricultura de forma natural.
- B. La introducción de DNA exógeno en un genoma donde esta característica NO se mantiene hereditariamente.
- C. Una máquina que produce recursos vegetales de manera sintética.
- D. La introducción de DNA exógeno en un genoma, donde esta característica se mantiene hereditariamente.

2

## Preguntas abiertas

Las preguntas de este tipo constan de un enunciado y una pregunta que debo responder en mi cuaderno teniendo en cuenta los aprendizajes alcanzados durante la guía:

3. Describo las principales características de la clonación y de qué forma han beneficiado a la humanidad en cuanto a ciencia, sociedad y academia.
4. Planteo un caso hipotético donde desee clonar una especie animal en vía de extinción y describo los pasos que se deben seguir en este proceso biotecnológico.
5. De acuerdo a las siguientes afirmaciones respondo falso (F) o verdadero (V):
  - a. ( ) La oveja Dolly fue un caso de animales transgénicos porque su información pudo ser heredada de generación en generación.
  - b. ( ) Los Organismos Genéticamente Modificados (OGM) son seres vivos a los que por procesos biotecnológicos y de manera artificial se les ha introducido un gen de una especie distinta que jamás llegaría a estar de forma natural en ellos.
  - c. ( ) Los seres vivos que presentan daños a nivel cromosómico se denominan organismos con mutaciones y estas son consecuencias de las aplicaciones biotecnológicas.
  - d. ( ) Los cultivos GM en el mundo y en Colombia pueden responder a necesidades como: La seguridad alimentaria, el alto precio de los alimentos, la sostenibilidad, la mitigación de la pobreza y el hambre, y el cambio climático.

## Glosario

- **ADN:** Ácido desoxirribonucleico.
- **ADN exógeno:** Información genética que proviene de un determinado organismo y que se introduce en una célula de otro organismo.
- **Células somáticas:** Células diploides que contienen la información genética de un individuo, las cuales proceden de células madre.
- **Clonación:** Es el procedimiento con el cual se obtiene una población de varios individuos genéticamente iguales a partir de uno solo mediante reproducción asexual.
- **Transgénesis:** Introducción de DNA exógeno (exterior) en un genoma, de modo que se mantenga estable de forma hereditaria.
- **Cultivo:** Producto de origen vegetal naciente de la agricultura como una actividad humana por medio de la siembra.

## Bibliografía

### Unidad 2

#### Guía 3:

- Luque, J., y Herráez, Á. Texto ilustrado de Biología. Molecular e Ingeniería Genética. Ed. Harcourt, 2001.
- Lewin, B. Genes IX, Pearson Education, 2007. [Genes VII, Marbán, 2001 (2000)].
- Lodish, H., et al. Biología Celular Molecular, 5ª ed., WH Freeman, 2004 [Biología celular y molecular (5ª ed.). Editorial panamericana Médica, 2005 (2004)].
- Alberts, B., et al. Biología Molecular de la Célula, 5ta ed., Garland Pub., 2007 [Biología molecular de la célula (4ª ed.). Omega, 2004 (2002)].

#### Guía 2:

- Luque, J., y Herráez, Á (2001). Texto ilustrado de Biología Molecular e Ingeniería Genética. Ed. Harcourt.
- Lewin, B. Genes IX, Pearson Education, 2007. [Genes VII, Marbán, 2001 (2000)].
- Lodish, H., et al. Biología Celular Molecular, 5ª ed., WH Freeman, 2004 [Biología celular y molecular (5ª ed.). Editorial panamericana Médica, 2005 (2004)].
- Alberts, B., et al. Biología Molecular de la Célula, 5ta ed., Garland Pub., 2007 [Biología molecular de la célula (4ª ed.). Omega, 2004 (2002)].

## Webgrafía

#### Guía 1:

- UNIDAD TEMÁTICA 4: MEJORAMIENTO GENÉTICO ANIMAL. [En línea]. Recuperado de <http://ipafcv.files.wordpress.com/2010/08/unidad-tematica-4.pdf>

#### Guía 3:

- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Investigación del Genoma del café, clave para la sostenibilidad del cultivo. [En línea]. Recuperado de <http://www.federaciondecafeteros.org/buencafe-fnc-es/index.php/comments/investigacion-del-genoma-del-cafe-clave-para-la-sostenibilidad-del-cultivo/>



- Plataforma de Mercados Biotecnológicos. Biotecnología Industrial. ¿Qué es la biotecnología? [En línea]. Recuperado de <http://www.mercadosbiotecnologicos.com/es/divulgacion.cfm>
- Plataforma de Mercados Biotecnológicos. Biotecnología en la Alimentación. ¿Qué es la biotecnología? [En línea]. Recuperado de <http://www.mercadosbiotecnologicos.com/es/divulgacion.cfm>

**Guía 4:**

- Castañeda Partida, Laura (2004). “Clonación” [en línea]. Revista Digital Universitaria. 5(2). Consultado el 11 de marzo de 2004 en: <<http://www.revista.unam.mx/vol.5/num2/art7/art7.htm>>
- Monsanto Región Andina. Adopción global de cultivos GM. [En línea]. Recuperado de: [http://www.monsantoandino.com/biotecnologia/adopcion\\_global.as](http://www.monsantoandino.com/biotecnologia/adopcion_global.as)

