



## El Cuaderno de PorquéBiotecnología

### Biotecnología moderna en animales

#### Los animales transgénicos

A diferencia de la biotecnología vegetal y de los microorganismos recombinantes (transgénicos) que ya se aplican a algunos sectores de la producción, los beneficios que puede ofrecer la modificación de animales a través de la ingeniería genética está en sus comienzos. Sin embargo, ya existen desarrollos importantes en marcha, y la Argentina es uno de los países que lidera en este sector. Concretamente, la empresa argentina Biosidus ha obtenido en 2002 terneros transgénicos que producen en su leche la hormona de crecimiento humana que se aplicaría para tratar patologías del crecimiento en los niños.

Por otra parte, recientemente se ha publicado el primer caso de vacunos modificados genéticamente para mejorar su calidad, y no para producir fármacos. Ocurrió en Nueva Zelanda donde se logró la creación de vacas transgénicas que producen leche con alto contenido de proteínas, destinada a la fabricación de quesos.

Pero... ¿qué es un animal transgénico? Es un animal genéticamente modificado al que le transfieren un gen o grupo de genes con el fin de obtener un producto de interés (ver Cuaderno N° 47).

#### Algo de historia

Los ratones fueron los primeros animales transgénicos, y se obtuvieron en la década de 1980, paralelamente con el advenimiento de la ingeniería genética. El primer ratón transgénico, producto de una investigación publicada en la prestigiosa revista científica *Nature* en 1982, producía la hormona de crecimiento de rata. Esto hacía que el ratón transgénico produjera mucha más hormona de crecimiento que el ratón "silvestre", por lo cual se veía bastante más grande que él.

Este experimento constituyó una revolución porque mostraba que un gen de una especie podía introducirse en otra especie diferente, integrarse al genoma del receptor, y expresarse (la proteína se fabrica y el organismo manifiesta la característica asociada).

Desde ese momento los ratones transgénicos constituyeron una herramienta fundamental en el laboratorio para el estudio de la fisiología animal y sirvieron de modelos experimentales para entender las bases de muchas enfermedades que afectan al hombre.

Más adelante, crearon el primer ratón *knockout* (KO), esto significa que se le anula la actividad de un gen para analizar los efectos producidos. Esta técnica resultó clave para estudiar la función de los genes.

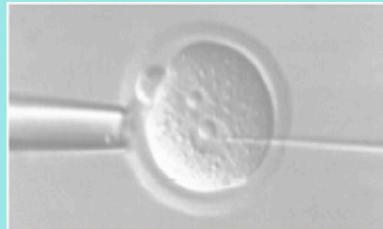
Los ratones transgénicos se obtienen por:

**"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.**

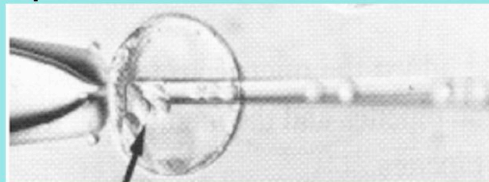


1. microinyección del ADN en el óvulo fecundado: el ADN se introduce por medio de un capilar, bajo el microscopio, en el ovocito fecundado. Esto se debe hacer muchas veces porque en ocasiones los ovocitos o los núcleos se rompen y los óvulos transformados resultan escasos.

2. microinyección del ADN en células embrionarias: el organismo adulto será una quimera ya que no todas las células incorporan el nuevo gen. Entonces, se utilizarán solo los animales que tengan el gen en sus gametas y por lo tanto lo transmitan a su descendencia. Esta técnica es más fácil y eficiente que la anterior a pesar de que se descartan animales.



**Microinyección del ADN en el pronúcleo del ovocito fecundado**



**Microinyección del ADN en células embrionarias**

Microinyección de ovocitos fecundados

El gen que se inserta está dentro del plásmido de una bacteria *E. Coli*. Se introduce todo el plásmido (con el gen de interés y con otras secuencias del plásmido) y una vez dentro del núcleo de la célula el ADN se integra al material genético del animal.

Los ratones transgénicos se utilizan fundamentalmente:

- Como herramientas de laboratorio para estudiar los genes, su función, y cómo se regula su expresión si se cambia el lugar o el tiempo de expresión de ese gen. Por ejemplo, se puede hacer que la proteína se manifieste en todos los tejidos, o que se exprese en adultos en lugar del organismo recién nacido.
- Como modelos de enfermedades para el desarrollo de drogas y estrategias de tratamiento.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



## El Cuaderno de PorquéBiotecnología

### Otros animales transgénicos

Hoy es posible obtener animales transgénicos grandes, como ovejas, cabras, cerdos y vacas. Esto se debe en parte al desarrollo de las técnicas de clonación. La ingeniería genética permite modificar genéticamente animales, con diferentes aplicaciones:

- ayudar a los investigadores a identificar, aislar y caracterizar los genes y así entender cómo funcionan.
- servir como modelos de enfermedades que afectan al hombre y así poder desarrollar nuevas drogas y nuevas estrategias de tratamiento.
- como fuente de tejidos y órganos para transplantes en humanos.
- para mejoramiento del ganado y otros animales de importancia económica.
- para producir leche con mayor valor nutricional o que contenga proteínas de importancia farmacéutica (que se purifican de la leche en grandes cantidades).

*Tracy* fue la primera oveja transgénica, antes de la “famosa” Dolly, y vivió entre 1991 y 1998. Producía 40 g/l de alfa-1-antitripsina (un fármaco) en la leche. Fue hecha transgénica por la técnica de microinyección.

Dolly fue la primera oveja obtenida por clonación a partir de células somáticas. Fue una revolución porque sentó las bases para crear posteriormente animales transgénicos grandes, y desde el punto de vista de la biología se conseguía hacer por primera vez lo que se puede hacer con una planta, es decir regenerar todo el organismo a partir de una célula somática adulta (de la ubre). Dolly vivió entre 1997 y 2003, y murió con muchas complicaciones propias de un individuo de más edad ya que sus células derivan de una célula original adulta.

### La modificación genética de animales

El genoma de los animales se puede modificar:

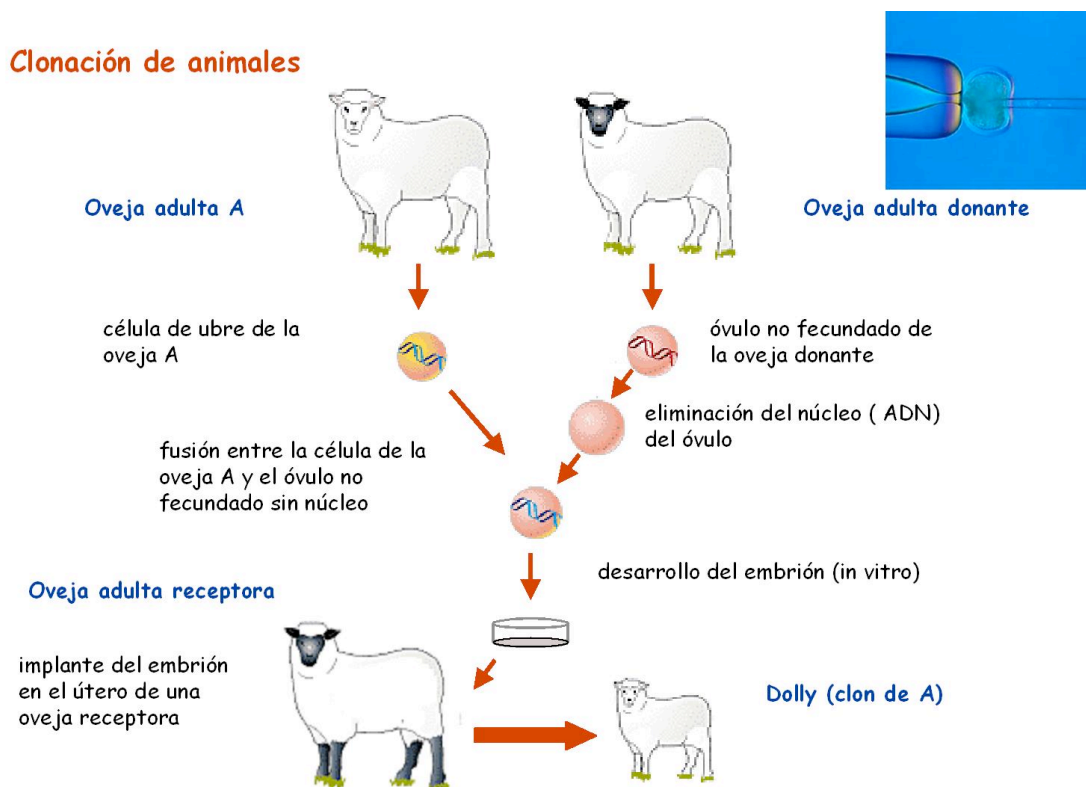
- Insertando genes de la misma especie o de una especie diferente (por ejemplo para que una vaca produzca en su leche la hormona de crecimiento humana).
- Alterando ciertos genes presentes en el animal de manera que esta modificación se transmita a la descendencia. En general esta estrategia está relacionada con conocer la función de ese gen.

### Clonación de animales

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



## Clonación de animales



La oveja adulta A dona una célula somática (de la ubre). La oveja adulta donante aporta un óvulo no fecundado al cual se le extrae el núcleo para sacar su información genética, que se va a reemplazar por el núcleo de la célula somática de A. Se fusiona la célula de la oveja A y el óvulo no fecundado que tiene la potencialidad del óvulo, con la información genética diploide (2n) de la oveja adulta. Esta célula, in vitro, origina un embrión para que después se implante en una oveja nodriza que es diferente a la oveja donante y a la oveja A. La oveja nodriza aporta el útero. Al cabo de un tiempo nace el animal clonado que es genéticamente idéntico al animal A.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



## El Cuaderno de PorquéBiotecnología

La producción de determinadas proteínas en la leche de animales transgénicos es particularmente interesante cuando esas proteínas

se requieren en gran cantidad o son muy complejas. La producción en leche permite, además, una purificación relativamente simple de la proteína de interés. Como la producción de la nueva molécula no debe interferir con el crecimiento y metabolismo del animal, se introduce el gen de interés junto con una secuencia (promotor) que permite su expresión únicamente en la glándula mamaria. De esta forma se consiguió la expresión de genes que producen sustancias con función farmacológica en glándulas mamarias de ovejas, de cabras y de vacas.

La primera ternera transgénica desarrollada por clonación fue obtenida por BioSidus en Argentina, y produce la hormona de crecimiento humana en su leche.

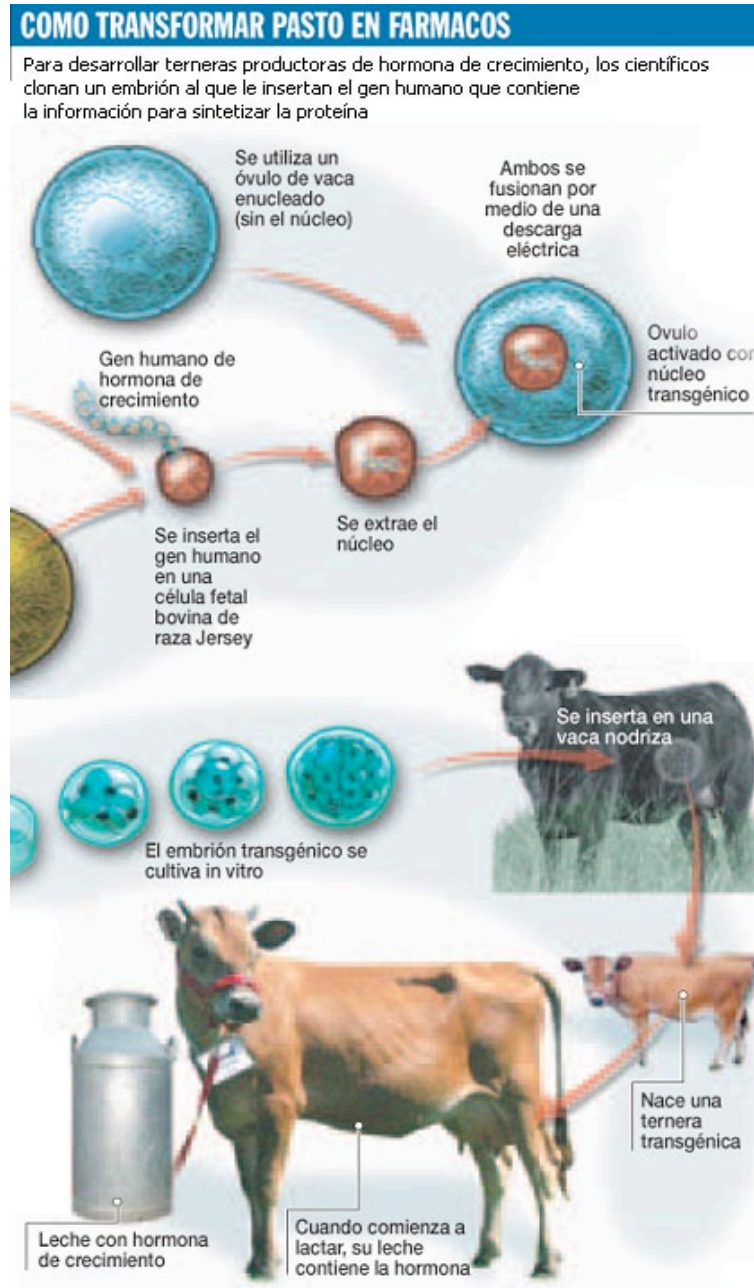
Mansa es una ternera argentina que nació en 2002. Fue la primera ternera clonada y transgénica, y pertenece a una serie de experimentos que realiza la empresa Bio Sidus. Esta investigación empezó con el nacimiento de Pampa en 2001, la primera ternera clonada del mundo (no transgénica) que demuestra que las vacas se



pueden clonar y se pueden hacer transgénicas. Pampa se hizo con una técnica similar a Dolly pero en lugar de células de la ubre se utilizaron células fetales. Luego llegó Pampa Mansa y sus hermanas que, además, son transgénicas.

**"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.**

## Obtención de animales transgénicos



Ver infografía en el siguiente link:

[http://www.lanacion.com.ar/Archivo/Nota.asp?nota\\_id=532215](http://www.lanacion.com.ar/Archivo/Nota.asp?nota_id=532215)

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



## El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Mansa se obtuvo a partir de células de un feto de la raza lechera Jersey, de las que se extrajeron células de tipo fibroblasto, que forma parte del tejido conectivo. A los fibroblastos se les incorporó el gen que codifica para una proteína que es la hormona de crecimiento humana (el plásmido transformado se incorpora al genoma). El óvulo, al que se le sacó el núcleo, fue aportado por una vaca de raza Aberdeen Angus. El óvulo y el fibroblasto se fusionaron y de esta forma se obtuvieron células con la información genética de una célula fetal pero con el agregado del gen para la hormona de crecimiento humana. Estas células se cultivaron *in vitro* y el embrión resultante se implantó en el útero de una vaca nodriza Aberdeen Angus. Luego de 278 días nació Mansa que produce la hormona de crecimiento humana en su leche.

Una vez que se tiene el animal transgénico, es posible obtener otros idénticos a partir de la clonación. De esta forma se puede conservar y multiplicar alguna característica beneficiosa. La clonación permite, además, recuperar animales en extinción para proteger la especie, obtener tejidos y órganos para trasplantes y también *stem cells* (“células madre”) que son células embrionarias totipotentes que sirven para generar diferentes tejidos. Estas células se pueden transformar y emplear con fines terapéuticos en determinadas enfermedades y en trasplantes.

En los próximos años se esperan avances en estos desarrollos biotecnológicos. En Argentina, ya se obtuvieron descendientes de Mansa, una dinastía de animales transgénicos que integran el “tambo farmacéutico”.

**"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.**



## El Cuaderno de PorquéBiotecnología

### ACTIVIDADES

#### Objetivos:

- Repasar conceptos trabajados en el texto.
- Comprender las posibilidades y perspectivas de la biotecnología animal.
- Leer e interpretar artículos periodísticos del tema a partir de los conocimientos adquiridos.

#### Destinatarios y conceptos relacionados

Se pueden adaptar los contenidos de este Cuaderno y sus actividades a alumnos de EGB 3 y Polimodal, con diferentes niveles de detalle y profundización. Los conceptos que se relacionan con este tema son: reproducción sexual y asexual, clonación, órganos reproductivos, células sexuales, meiosis, mitosis, fecundación, implantación y gestación, células totipotenciales, ADN, ingeniería genética, gen, síntesis de proteínas.

#### Consideraciones metodológicas

Un aspecto que se sugiere trabajar con los alumnos se refiere al concepto mismo de la clonación. Habitualmente, se considera la clonación una técnica nueva debido, fundamentalmente, a la gran difusión que recibió en los medios de comunicación la clonación de la oveja Dolly. Es interesante interpretar la clonación de plantas como un procedimiento antiguo y, a su vez, plantear las diferencias que presenta con la clonación de animales cuyas células difieren en cuanto a su totipotencialidad. En tal sentido, es interesante trabajar con los alumnos, preferentemente en el nivel Polimodal, las implicancias que tuvo la clonación de Dolly en cuanto a los conocimientos acerca del ADN y su función. La clonación de mamíferos replanteó algunas teorías existentes acerca del ADN, que plantean que las células adultas de mamíferos perdían su totipotencialidad, debido a la inactivación de segmentos de ADN. Esto determinaba que no pudieran diferenciarse y dar origen a un organismo completo. Sin embargo, y a pesar de las dificultades que sufrió Dolly, esta oveja clonada se originó a partir del ADN extraído de células adultas. A partir de esta experiencia, los desarrollos se fueron mejorando y actualmente se obtienen terneros clonados y transgénicos a partir de células fetales totipotentes.

Desde el punto de vista conceptual, es importante diferenciar la clonación como duplicación de un organismo y la clonación terapéutica, que permite el cultivo de tejidos de un organismo para ser aplicado en la regeneración o reemplazo de tejidos dañados y, consecuentemente al tratamiento o cura de enfermedades. Esta diferenciación es importante ya que la clonación involucra aspectos éticos cuya discusión requiere tener claros estos conceptos. De lo contrario, se puede incurrir en interpretaciones erróneas o

**"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.**





## El Cuaderno de PorquéBiotecnología

EDICIÓN N° 9

en desconocimiento, que interfiera con los avances científicos y tecnológicos que podrían beneficiar a la sociedad.

Es interesante complementar este tema con la búsqueda de novedades y artículos periodísticos referidos a la clonación y transgénesis animal, y analizar con los alumnos los textos, los titulares, las imágenes, los conceptos vertidos desde el punto de vista científico, social y ético, etc. Se sugiere realizar una lectura detallada y crítica en la cual se pueda analizar la claridad y exactitud conceptual. En caso de incluir infografías estas deben ser analizadas como otras representaciones gráficas, dedicando tiempo para su interpretación y comprensión. Es importante que los artículos trabajados y analizados en clase, sean incorporados como parte de los contenidos a ser evaluados, al igual que otros textos escolares. Se pueden encontrar Novedades para trabajar en clase en [www.porquebiotecnologia.com.ar](http://www.porquebiotecnologia.com.ar).

En ocasiones sucede en el trabajo en el aula que los alumnos traen artículos periodísticos que consideran acordes al tema trabajado en clase, a partir de haber leído el titular y se lo entregan al docente para leerlo y evaluar su pertinencia. Más allá de valorar y destacar el interés del alumno y su preocupación por hacer un aporte a la clase es importante incorporar en ellos el hábito de leer previamente el artículo completo, que puedan de forma autónoma hacer una síntesis de su contenido y evaluar si resulta pertinente para el tema trabajado en clase. De ser así es importante que el artículo sea incorporado en la clase, para considerar su aporte e incentivar esta práctica en el resto de la clase.

Las imágenes juegan un papel esencial en la enseñanza, particularmente en temas en los cuales se pretende explicar conceptos o técnicas que no se pueden “observar” a simple vista. La imagen es una forma de representación, es una mirada particular sobre un evento o proceso, y no debe ser (ni en la clase, ni en los textos) un mero objeto decorativo. El trabajo con imágenes requiere educar la mirada para interpretar lo que representa, ya que ver una imagen no significa saber, ni aprender. Hay que dedicarle tiempo a las imágenes para entender “qué dicen”, para interpretar la simbología que emplean y para que se constituyan en un recurso útil para la enseñanza. Por esto se sugiere en este caso una actividad para trabajar el esquema de clonación que aparece en el texto.

Se sugiere complementar con las actividades propuestas en el Cuaderno N° 47.

### ACTIVIDAD 1. Repaso de conceptos

A continuación se sugieren preguntas para repasar los conceptos trabajados:

1. ¿Cuándo se logró obtener los primeros animales transgénicos, y por qué se lo consideró un hecho revolucionario para la ciencia? **Rta. En la década de 1980 se obtuvieron los primeros ratones transgénicos. Se demostró que un gen de una**

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



## El Cuaderno de PorquéBiotecnología

EDICIÓN N° 9

especie podía introducirse en otra especie diferente, integrarse al genoma del receptor, y expresarse.

2. La clonación es un proceso natural y habitual en las plantas (ver Cuaderno N° 56). ¿Por qué, entonces fue tan novedoso en el caso de los animales? **Rta. La novedad consistió en lograr que el ADN de células adultas que están especializadas (y por lo tanto que habían perdido su totipotencialidad) fuera “reactivado” y pudiera regenerar un organismo completo idéntico al original.**
3. La técnica para la obtención de Dolly, la primera oveja clonada, empleaba células adultas, ya diferenciadas, empleadas para extraer el ADN. ¿En qué se diferencia la técnica empleada actualmente para obtener terneros clonados en la Argentina? **Rta. La célula de la que se extrae el ADN es una célula fetal, aún totipotente.**
4. ¿Cuál es la característica que se le incorporó a Mansa y cuál es el beneficio que trae? **Rta. A esta ternera se le incorporó el gen humano que codifica para la síntesis de la hormona de crecimiento. El beneficio sería para la salud humana ya que se extrae la hormona de la leche vacuna y se emplea como medicamento.**
5. ¿Cuál es el aporte de la clonación para la obtención de los terneros transgénicos? **Rta. Al obtener terneros transgénicos, es más fácil y económico obtener otros idénticos mediante la clonación.**

### ACTIVIDAD 2. Análisis del esquema de clonación

A continuación se presenta una guía de preguntas que pretende ayudar a interpretar el esquema de clonación. Se sugiere realizar un trabajo similar con otras imágenes que se empleen en la clase.

1. ¿Qué tipo de células aporta cada animal, y en qué se diferencian en cuanto a su contenido de ADN? **Rta. Una aporta una célula somática y la otra una célula sexual (el óvulo). La célula somática contiene número diploide de cromosomas (2n) y la célula sexual contiene cantidad haploide de ADN (n).**
2. ¿Por qué se elimina el ADN del óvulo? **Rta. Porque todo el ADN lo aporta otra célula. No se busca el ADN de este animal sino el citoplasma del óvulo.**
3. ¿Por qué se elige un óvulo para introducir el ADN? **Rta. Se elige el óvulo porque tiene la propiedad de implantarse en el útero y desarrollar el embrión.**
4. En esta técnica no ocurre la fecundación, ¿cómo se obtiene entonces la cantidad total de ADN necesaria para el desarrollo normal del nuevo individuo? **Rta. Todo el ADN, número diploide, lo aporta la oveja adulta a ser clonada.**
5. ¿Interviene en este caso un animal de sexo masculino? Justificar la respuesta. **Rta. No. A diferencia de la reproducción sexual en la cual cada progenitor aporta mitad del material genético, en este caso una oveja todo el ADN (heredado de sus progenitores).**

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



## El Cuaderno de PorquéBiotecnología

características.

6. ¿Por qué la oveja que nace es idéntica a la oveja A? Rta. Porque es la que aportó el ADN, que le proporciona todas sus

7. ¿Qué representa la foto ubicada en el extremo derecho superior? Rta. Muestra la técnica de microinyección de ADN. Esta técnica permite introducir o extraer el material genético de una célula mediante la introducción de una micropipeta en la célula.
8. ¿Qué se debería cambiar en esta técnica para que el animal clonado sea un macho? Rta. Se debería extraer el ADN de una célula somática de un animal de sexo masculino.

### ACTIVIDAD 3. Análisis de artículo periodístico

Se transcribe un artículo periodístico publicado en La Nación, 22 de diciembre de 2004 y se ofrece una guía de preguntas para analizar e interpretar en detalle el texto. Se recomienda complementar con la nota aparecida en Novedades [www.porquebiotecnologia.com.ar](http://www.porquebiotecnologia.com.ar) el 23 de diciembre de 2004: *"Nació PAMPERO: el primer vacuno transgénico macho perpetuador del tambo farmacéutico."*

Fuente: La Nación, 22 de diciembre de 2004. Por Nora Bar.

Nació el primer ternero argentino capaz de reproducir un gen humano

*Cuando se lo cruce con una hembra normal, la mitad de la descendencia también será transgénica*

- Las vacas transgénicas producen hormona de crecimiento humana
- Así se perpetúa la estirpe

Poco más de dos años después de haber obtenido la primera ternera transgénica que produce hormona de crecimiento humana en su leche, la empresa argentina BioSidus acaba de ponerle el broche de oro a su programa de "tambo farmacéutico del tercer milenio": en el corral aséptico que la compañía posee en la provincia de Buenos Aires nació Pampero, el primer bovino de sexo masculino cuyo ADN contiene el gen humano.

Pampero es el macho que asegura la perpetuación de la estirpe transgénica y un logro que vuelve a poner a la Argentina en la primera línea de la investigación mundial en este tema. Es de color miel y tiene los ojos dulces de su madre biológica, Pampa Mansa, pero difiere como el día de la noche de la vaca que lo gestó en su útero durante 39 semanas. Se trata de un ternero absolutamente extraordinario: cuando madure, cada uno de sus espermatozoides contendrá el gen humano de la hormona de crecimiento, que su progenie heredará de acuerdo con la rigurosa lógica de las leyes de Mendel.

"Con un programa constante de obtención de semen -explica el doctor Marcelo Criscuolo, director ejecutivo de BioSidus-, que puede guardarse congelado en nitrógeno líquido, uno tiene asegurada la conservación de la estirpe para siempre."

**"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.**



## El Cuaderno de PorquéBiotecnología

La ecuación tecnológica es impecable. El producto de una eyaculación de Pampero alcanzará para inseminar entre doscientas y trescientas vacas "normales" con las técnicas de rutina.

La mitad de los hijos serán transgénicos. De éstos, la mitad será de sexo femenino, es decir, vacas productoras de grandes cantidades de hormona de crecimiento humana en su leche (entre seis y siete gramos por litro).

Mientras que una vaca puede dar hasta tres kilos de hormona sin purificar por mes, un fermentador de 500 litros, trabajando seis días por semana, puede producir como mucho sesenta

gramos.

Con el 10% de la producción láctea de una de estas vacas se puede abastecer el mercado local de esta proteína, que se utiliza, entre otras cosas, para tratar el enanismo hipofisario. Con unas 14, se puede abastecer el mercado mundial. Con esta producción, la Argentina podría ser el primer fabricante mundial de hormona de crecimiento. Así de sencillo.

"Nosotros teníamos un sistema muy eficiente, pero costoso, basado en la clonación, la generación de embriones, la transferencia embrionaria, el parto por cesárea... Ahora, para este fármaco no necesitamos seguir produciendo vacas por clonación, porque el semen de Pampero puede generar todas las vaquitas transgénicas que uno quiera, con la identidad genética asegurada y por el método más económico que pueda pensarse, que es la inseminación", afirma Criscuolo.

El nacimiento de Pampero representa la culminación de un programa que se inició hace alrededor de siete años, poco después de que la oveja Dolly se convirtiera en el primer mamífero de la historia obtenido a través de la clonación de un animal adulto.

Una breve cronología permite advertir la rapidez con que se fueron cumpliendo las metas que se propuso el equipo de investigación de BioSidus.

El 6 de agosto de 2002 nació Pampa, la primera vaca clonada del país; el 24 de septiembre de 2004 nació Pampa Mansa, primera vaca clonada transgénica; el 5 de enero de este año nacieron Pampa Mansa I y II, y el 7 del actual nació Pampero. Todos los animales están en perfecto estado de salud y aunque nacen en condiciones de estricta asepsia se crían de una forma lo más parecida posible a la habitual.

"Con el nacimiento del macho transgénico perpetuador casi todas las posibilidades que tiene esta tecnología fueron exploradas con éxito", subraya Criscuolo.

Para Marcelo Argüelles, presidente de BioSidus, el logro no sólo se debe al nivel científico de los investigadores locales, sino también a la pericia y la experiencia del personal de campo, que tiene un entrenamiento que califica de "fenomenal".

"Para evitar riesgos, el equipo trabaja en un corral aséptico e incluye veterinarios vestidos con traje de astronauta y pañuelos de guardapolvo blanco -cuenta-. También participa un neonatólogo; hay un desfibrilador a mano. Son ellos los que hacen nacer al animal sin problemas."

"El doctor Salaberry, que hace las cesáreas, es un veterinario de gran experiencia, capaz de «sacar» al ternero en menos de tres minutos -agrega Criscuolo-. Pero además, cuando en el

**"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.**



## El Cuaderno de PorquéBiotecnología

laboratorio se preparan embriones para ser implantados, no hay mucho tiempo, de modo que mantenemos más de doscientas madres receptoras «en ciclo», listas para ser utilizadas. Hay

encargados de controlarlas dos veces por día..."

Se estima que el mercado anual de hormona de crecimiento local ronda los 7.000.000 de dólares. El mercado mundial para la indicación de enanismo hipofisario es de mil millones de dólares. Existe además un mercado potencial en crecimiento por la suma de nuevas indicaciones: baja talla, síndrome de deficiencia de hormona de crecimiento en mayores de 65 años, antiaging.

"Estoy absolutamente seguro de que es importantísimo invertir en investigación -dice Argüelles-. Es algo que va mucho más allá de la satisfacción que puede proporcionar, algo a lo que creo que el empresario argentino no le encontró el gusto. La investigación tiene una gran utilidad y una gran capacidad de generar riqueza, que es finalmente el objetivo del hombre de negocios. Claro que hay que aceptar cierto riesgo y planificar a largo plazo..."

Tras el éxito, el equipo de BioSidus se dispone ahora a conquistar otra meta: el próximo desafío es producir vacas capaces de producir insulina en su leche.

"Es un objetivo que presenta algunas dificultades, pero ya estamos analizando la técnica en el laboratorio", dice Criscuolo.

### Preguntas para el análisis del artículo:

1. Teniendo en cuenta que en 2002 se obtuvo Pampa Mansa, ¿cuál es la novedad que presenta la nota en 2004? *Rta. El nacimiento de un ternero, es decir de un macho transgénico que permitirá la continuidad de la especie transgénica por reproducción sexual (sin clonación, ni transgénesis).*
2. ¿A qué se refiere el copete con "hembra normal"? *Rta. Hace referencia a una hembra no transgénica.*
3. ¿Cómo se obtuvo Pampero? *Rta. Por inseminación de Pampa Mansa con semen de un toro Jersey (no transgénico).*
4. ¿Por qué la mitad de los hijos de Pampero serán transgénicos? *Rta. Pampero fue obtenido por fecundación entre Pampa Mansa y un toro no transgénico. Por lo tanto, posee en sus células germinales (que darán lugar a los espermatozoides por meiosis) el un transgén proveniente de la madre. Por meiosis, la mitad de sus espermatozoides (y no todos, como dice el artículo) tendrán el nuevo gen. Al inseminar vacas, la mitad de la descendencia heredará el gen transferido (serán transgénicos).*
5. ¿Por qué la mitad serán machos? *Rta. Por el proceso de meiosis se obtienen mitad de espermatozoides que portan el cromosoma Y y otra mitad que porta el*

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



## El Cuaderno de PorquéBiotecnología

cromosoma X. Las hembras siempre aportan el X. La proporción teórica de machos y hembras que se obtienen 50-

50%.

6. ¿Por qué se denomina “tambo farmacéutico” al programa de la empresa productora? Rta. “Tambo farmacéutico” hace referencia a un tambo en el cual se obtienen vacas que dan en su leche fármacos para la cura de enfermedades. En este caso, la hormona de crecimiento humana para tratar el enanismo hipofisiario, y otras alteraciones asociadas.
7. ¿Cuál es la ventaja de producir un fármaco en la leche? Rta. ofrece mejoras en los rendimientos finales, sobre todo cuando se la compara con sistemas desarrollados en bacterias o células en cultivo (en fermentadores).
8. ¿Cuál es el próximo objetivo que estaría en marcha? Rta. Producir la hormona insulina humana en la leche de las vacas.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



## El Cuaderno de PorquéBiotecnología

### Material de consulta

1. Novedades en Biotecnología. [www.porquebiotecnologia.com.ar](http://www.porquebiotecnologia.com.ar). Sitio perteneciente a ArgenBio – Consejo Argentino para la Información y el desarrollo de la Biotecnología. <http://www.argenbio.org/>
2. <http://www.sidus.com.ar/> A través de esta dirección se accede al sitio de Bio Sidus y de Tecnoplant dedicados a desarrollos biotecnológicos.
3. [http://biotec.amgen.es/cgi-bin/wdbcgi.exe/amgen/pak\\_biotec.inicio](http://biotec.amgen.es/cgi-bin/wdbcgi.exe/amgen/pak_biotec.inicio) Sitio español en temas de biotecnología.
4. Diario La Nación. <http://www.lanacion.com.ar/> A través del buscador se puede acceder a notas periodísticas desde 1995. Para acceder a las notas, hay que ser usuario registrado de La Nación Online, al ingresar al buscador, se describe el proceso para hacerlo. La suscripción es gratuita.
5. Animales transgénicos. Unidad 11. Iniciativa Europea para la educación en biotecnología (EIBE). <http://www.eibe.info/> Es un sitio recomendado que aborda diversos temas de biotecnología. Algunas de las secciones, entre ellas la de animales transgénicos, están traducidas al español. Incluye información, aclaraciones para el docente, actividades, ilustraciones, análisis de casos, y otros recursos didácticos.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.