

# CLONACIÓN EN SERES HUMANOS: ¿REPRODUCTIVA, TERAPÉUTICA, AMBAS O NINGUNA DE LAS DOS?

M. Soledad Fernández G. (M. Sc.)  
José Luis Arias B. (M.V.)

Luego del gran revuelo producido por el nacimiento de Dolly en 1997, primer mamífero clonado, en la actualidad el debate ya no es entre "clonación sí" y "clonación no" sino entre "clonación reproductiva" y "clonación terapéutica". Para algunos la diferencia es sutil y por lo tanto se oponen a ambas, otros en cambio piensan que se trata de la misma metodología pero con finalidades muy distintas lo que justificaría su desarrollo y uso.

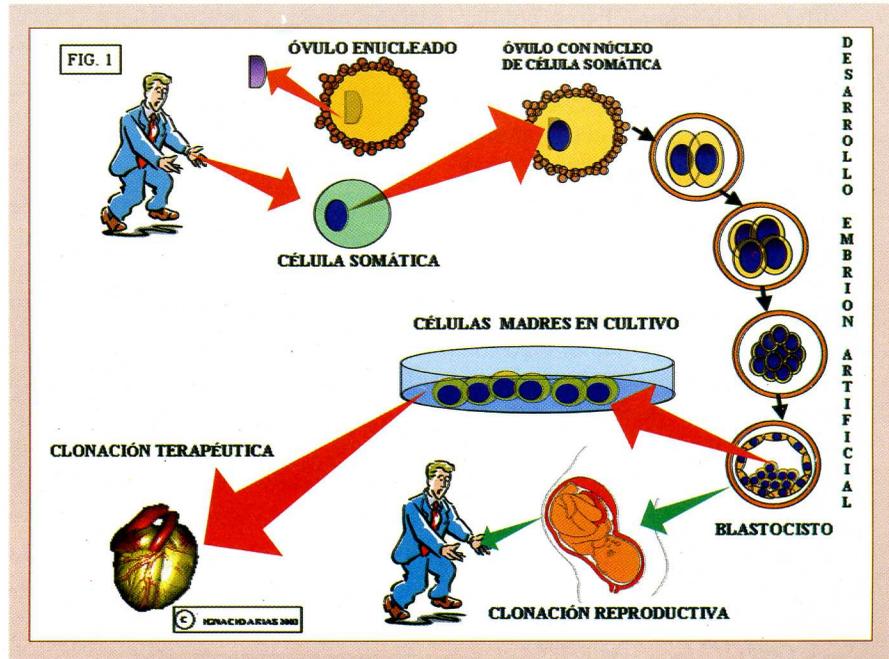
## ¿Qué es Clonar?

**Clonar significa crear estructuras genéticamente idénticas.**

La clonación animal es un procedimiento técnico, mediante el cual se obtiene un nuevo individuo a partir del núcleo de una célula extraída de un individuo ya existente, introducido a un óvulo previamente enucleado; con lo que ambos tendrán idéntica carga genética. De esta manera los individuos clonados son genotípicamente idénticos al original.

## ¿En que se diferencia esta técnica de la forma habitual de formación de seres humanos?

En el proceso de reproducción sexual, cada progenitor proporciona material genético lo que genera nuevos individuos que difieren genéticamente entre ellos y frente a sus progenitores, porque se combina el material genético de dos células de individuos diferentes dando origen a un individuo único e irrepetible, cuya información genética no corresponde



integralmente a ninguno de los dos progenitores. Por el contrario la reproducción asexual como es el caso de la clonación, produce una generación de individuos con genes idénticos entre sí y también idénticos a los del progenitor, creando un individuo que tendrá un genotipo copia de otro existente.

## ¿En que consiste la clonación con fines terapéuticos?

La clonación terapéutica comprende un conjunto de técnicas cuyo objetivo es la obtención de células madres.

Las células madres, también llamadas totipotenciales o troncales, son células inmaduras, indiferenciadas, que se caracterizan por tener la posibilidad de desarrollarse, de diferenciarse y especializarse en cualquiera de los 210 tipos celulares de nuestro cuerpo.

Estas técnicas consisten en tomar el material genético de una célula de un paciente e introducirlo a un óvulo enucleado. De esta manera se obtiene un embrión, que no se ha formado por fusión de gametos, del cual se extraen las células madres.

Las fases de este proceso son las siguientes (Fig.1):

- 1° Se toma una muestra de tejido normal del paciente
- 2° Las células obtenidas son cultivadas en el laboratorio
- 3° Los núcleos de dichas células que contienen toda la información genética del paciente, son introducidos en óvulos que han sido enucleados; es decir a los que se les han extraído la información genética

4° Los núcleos celulares del paciente, en este ambiente embrionario, sufren una reprogramación, que transforma la información de células adultas que tenía el paciente, en células embrionarias con potencial de diferenciación total

5° Las células embrionarias son cultivadas para que proliferen y se diferencien hacia el tipo celular deseado

6° Una vez obtenida una cantidad suficiente de células, el paciente es sometido al trasplante de éstas células, que tienen su propia carga genética, y que repararán sus tejidos dañados.

Estamos entonces frente a una técnica de doble uso, ya que el embrión artificial obtenido, si es transferido a un útero receptivo podría originar un ser humano completo, en cuyo caso estaríamos frente a una clonación reproductiva verdadera.

### ¿Qué hito revolucionario desencadenó el desarrollo de estas técnicas?

El nacimiento de la oveja Dolly, en 1997 en un laboratorio de Edimburgo, gracias al trabajo realizado por el equipo del Dr. Ian Wilmut, determina un hito histórico, ya que se obtuvo el primer mamífero superior clónico a partir de una célula somática. Dolly fue el resultado de introducir el genoma de una célula adulta de glándula mamaria en un óvulo enucleado.

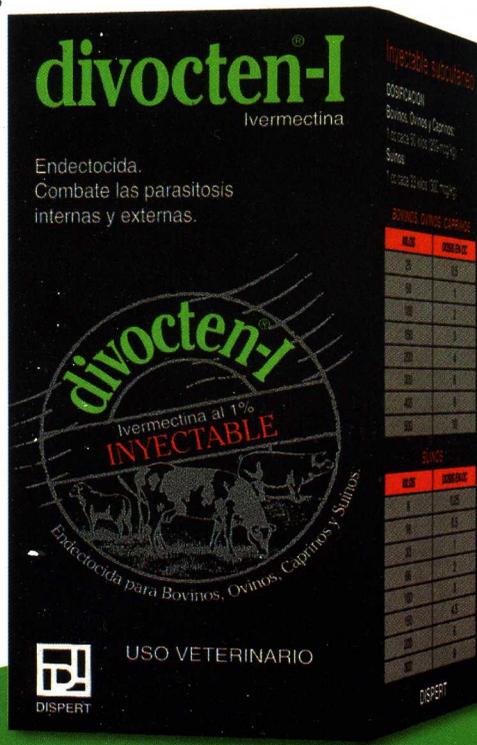
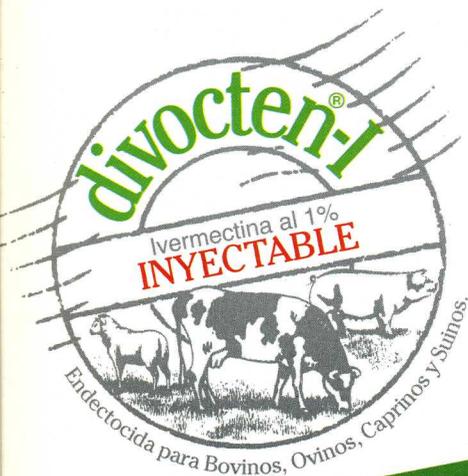
El material genético provenía de una glándula diferenciada cuyas células se dividen produciendo sólo células de glándula mamaria y ningún otro tipo de célula.

Lo sorprendente entonces de este suceso es que en el ADN de una célula adulta y diferenciada se encuentran muchos genes silenciados que introducidos en un ambiente embrionario

(el óvulo), son capaces de volver a programarse y desarrollar un organismo completo y no sólo las células de la glándula mamaria de donde provienen. La célula de la que proviene el ADN del que se obtuvo la oveja Dolly, en condiciones óptimas de cultivo, hubiera generado sólo células de glándula mamaria y el ADN de dicha célula sólo habría tenido activos los genes necesarios para llevar a cabo su función específica y para sobrevivir. Sin embargo, ese mismo ADN, en el citoplasma del óvulo, recupera la actividad de sus genes silenciados, a través de mecanismos de reprogramación genética generando un individuo.

Con la clonación de Dolly se abrió un debate ético importante en el que parte de la comunidad científica se pronunció en contra de la clonación humana, recordando episodios de ciencia ficción donde se obtienen duplicados de personajes famosos. De ninguna manera es esto lo que la medicina pretende con esta técnica.

Combate las parasitosis internas y externas de Bovinos, Ovinos, Caprinos y Suínos, provocadas por nematodos adultos y muchas de sus formas larvianas, así como por ciertos artrópodos o sus larvas



“Los que conocen prefieren etiqueta negra”

Endectocida de amplio espectro y acción prolongada a base de Ivermectina.  
Con respaldo DISPERT.

**divocten-I**  
Ivermectina

CONTINUAMOS AMPLIANDO  
NUESTRA LINEA DE ANTIPARASITARIOS

Av. Italia 1898, - Fono 209 4085 - Ñuñoa - Santiago



Esta técnica usada en animales permite la posibilidad de generar animales transgénicos como un medio para producir fármacos de uso humano, para conservar especies en peligro de extinción o para crear clones de cerdos modificados mediante ingeniería genética, que no presentan los genes causantes del rechazo de órganos, por lo cual pueden ser usados como fuentes de órganos para transplantes en humanos (xenotransplantes) (Fig. 2).

En seres humanos, la transferencia de núcleos de células provenientes de individuos ya nacidos, podría tener ciertas aplicaciones beneficiosas, como por ejemplo procurar descendientes a parejas infértiles que no pueden concebir por ningún otro medio pero, aún así, la clonación reproductiva ha sido universalmente condenada tanto desde el punto de vista ético como jurídico a nivel internacional y nacional (vide infra). La clonación reproductiva es contraria a la dignidad de la persona ya que compromete el derecho del futuro ser a su propia identidad e irrepetibilidad genética.

No sólo la clonación reproductiva ha abierto el debate sobre este tema, sino también la clonación terapéutica.

En 1998 dos laboratorios, uno en E.E.U.U. y otro en Israel, consiguen diferenciar células madres de embriones humanos en células sanguíneas, este hecho apoyaba la idea de que este tipo de células podían diferenciarse en diferentes tejidos humanos.

La posibilidad de cultivar células totipotentes, obtenidas de embriones, dirigidas en su diferenciación hacia distintos tipos celulares, representa el mayor avance de la medicina del futuro, ya que mediante esta técnica se obtendrán células diferenciadas inmunocompatibles en cantidad suficiente para ser transplantadas en procesos tan graves como diabetes, enfermedad de Parkinson o infartos al miocardio; al ser estas células genéticamente idénticas al paciente no presentarán problemas de rechazo.



**Fig. 2** Clon de cerdos genéticamente modificados para ser usados en xenotransplantes de órganos, creados por la firma PPL Therapeutics de Edinburgo, Escocia.

### Aspectos jurídicos de la clonación

A pesar de los beneficios que se podrían obtener al aceptar la clonación con fines terapéuticos, ésta también es cuestionada desde el punto de vista ético, religioso y hasta jurídico.

Se debe tener en cuenta que para la obtención de estas células embrionarias totipotentes, se debe detener el desarrollo de un embrión, creado artificialmente, en la etapa de blastocisto, esto es entre el 5° y 7° día de desarrollo. Surgen por esto las preguntas ¿se está destruyendo una vida humana?, ¿es el blastocisto un ser humano?

Si se compara este embrión creado artificialmente con el embrión que se forma de manera biológica por fusión de gametos, desde el punto de vista científico, ambos embriones no son lo mismo, su origen es diferente. El embrión sintético es creado artificialmente por transferencia nuclear y el embrión gamético se forma a través del proceso natural de la fecundación. Sin embargo ambos embriones al ser implantados pueden dar origen a un ser humano después del respectivo período de gestación.

Desde el punto de vista biológico hay vida desde la fecundación, la discusión se centra en cuando esa vida es merecedora de protección.

Algunos autores señalan que el embrión es ya un ser humano desde la fusión de los gametos y que por lo tanto en la etapa de blastocisto hay un ser humano y no una simple masa celular indiferenciada o un “proyecto de ser humano”. No obstante otros científicos opinan que el embrión de unas pocas células no es un ser humano y que sólo puede hablarse de ser humano a partir del día decimocuarto de la gestación, momento en el cual aparece la primera manifestación del sistema nervioso, antes de los catorce días existiría sólo vida celular.

Por otra parte, antes de la implantación del embrión en el útero o anidación, no cabe hablar de ser humano ya que es la implantación la que le otorga viabilidad, es decir capacidad de desarrollo.

Con respecto a la clonación reproductiva, aparte de los importantes condicionantes éticos que esta técnica conlleva en la especie humana, hay que tener en cuenta un aspecto determinante. La técnica de la clonación no es, hoy en día, una técnica eficaz ni segura.

El rendimiento de este método en las especies animales en las que se ha obtenido éxito es de sólo un 2%. Por otra parte muchos de los embriones o fetos procedentes de clonación son portadores de graves anomalías, especialmente en el desarrollo que afectan al cerebro, corazón, pulmones o sistema inmunológico del clon. Por lo tanto estamos frente a una técnica con pocas posibilidades de dar lugar a una gestación, ya que son necesarias aproximadamente 25-30 donantes de óvulos y 50 madres portadoras, teniendo en cuenta la eficiencia actual, y en caso de gestación el individuo resultante podría ser portador de graves anomalías en algunos casos incompatibles con la vida.

Actualmente la posición oficial de diversos países frente a la clonación en seres humanos, presenta tres variantes. Por un lado están los países que defienden el desarrollo y uso de la

clonación terapéutica y prohíben la clonación reproductiva (Francia, Alemania). Por otro lado están aquellos que están dispuestos a prohibir ambos tipos de clonación (E.E.U.U., España). Finalmente están los que no se oponen a ninguna de las dos formas de clonación (Singapur).

### **Posición de Chile frente a la clonación de seres humanos**

La posición oficial de Chile se está desarrollando tomando en consideración las proposiciones emanadas de la Subcomisión de Bioética creada al amparo de la Comisión Nacional para el Desarrollo de la Biotecnología, asesora de la Presidencia de la República.

Esta Subcomisión propone alejarse del círculo vicioso y visión de corto plazo que involucra definir la clonación sólo mediante las técnicas disponibles hoy en día y que artificialmente resultan agrupadas en clonación reproductiva y terapéutica, para generar una definición más universal independiente de la técnica empleada.

Al respecto, al hablar de clonación humana tal comisión propone distinguir entre la clonación de estructuras biológicas humanas que resulta en la obtención de una o más copias de cualquier estructura del cuerpo humano (ej.: clonación de genes o de células), las que de ningún modo o circunstancia pueden dar origen a un organismo humano, de la clonación de seres humanos entendida como la capacidad de producir por cualquier medio cualquier estructura biológica que dispuesta en un medio apropiado, tenga la propiedad potencial de dar origen, a través del recorrido parcial o total del desarrollo biológico, a uno o más seres humanos genéticamente idénticos a otro existente o extinto. De esta manera desea clarificar que la clonación de seres humanos no se refiere solamente al procedimiento de transferencia nuclear o a la separación de célu-

### **BREVE CRONOLOGÍA DE LA CLONACIÓN EN MAMÍFEROS**

- Julio de 1996: Dolly es el primer mamífero superior clonado a partir de una célula adulta. Dado a conocer en Febrero de 1997 en Nature. Fue clonada por científicos del Instituto Roslin, de Escocia, dirigidos por el Dr. Ian Wilmut.
- Julio de 1998: Investigadores Japoneses presentan dos terneros clonados siguiendo el método utilizado para obtener a Dolly
- Julio de 1998: Un equipo en Hawai publica un trabajo sobre la clonación de 22 ratones
- Marzo del 2000: El Instituto de Investigaciones escocés PPL Therapeutics presenta 5 cerdos nacidos en E.E.U.U.
- Junio del 2000: Nace en China la primera cabra clonada, pero muere a las 36 horas por problemas respiratorios causados por un pulmón no desarrollado
- Diciembre del 2001: La empresa Advanced Cell Technology da a conocer la clonación del primer embrión humano con fines de investigación terapéutica
- Febrero del 2002: Científicos estadounidenses anuncian la primera clonación de gatos
- Marzo del 2002: Investigadores franceses presentan varios conejos clonados, considerados como mamíferos difíciles de reproducir artificialmente
- Marzo del 2002: Primer clon producido en América Latina, es la becerrita brasileña Vitoria, creada con una técnica no tan sofisticada como la usada para obtener a Dolly
- Julio del 2002: El 2º clon latinoamericano, es la becerrita brasileña Penta, obtenida con la misma técnica de Dolly
- Agosto del 2002: Nace Pampa, ternera clonada en Argentina
- Diciembre del 2002: La científica francesa Brigitte Bosselier, de Clonaid, anuncia el nacimiento del primer clon humano, e informa que será sometido a las pruebas de ADN para corroborar su procedencia.

las embrionarias a estados tempranos del desarrollo biológico, sino que el concepto se debiera hacer extensivo a cualquier procedimiento artificial del que pueda derivarse la potencialidad de generar otro ser humano genéticamente idéntico a otro existente con anterioridad.

En el contexto de tales definiciones se plantea que no es posible referirse a los impactos éticos de la clonación humana sin hacer algunas precisiones adicionales. Si se refiere a la clonación de estructuras biológicas humanas, tal como la ha definido la Subcomisión, los impactos éticos quedarían circunscritos a aquellos que se derivan de la propiedad intelectual, producción, comercialización y confidencialidad de la información, y otros tales como aquellos que se derivan de otros procesos biotecnológicos

(ej.: patentación de genes, producción de organismos genéticamente modificados, etc.). Sin embargo si se refiere a clonación de seres humanos, la cuestión es sustancialmente diferente. Fuera de los argumentos teológicos que pudieran ser atendidos, y que en el hecho pudieran variar de acuerdo a distintas culturas, un aspecto ético aparentemente más universal tendría relación con la transgresión de la dignidad humana. Sin embargo, aquí también la Subcomisión plantea hacer algunas precisiones. La transgresión de la dignidad humana no se refiere al concepto genérico de clonación en sí mismo ni a la identidad de los genomas de dos individuos genéticamente idénticos, como es el caso de gemelos, en el que ambos son personas individuales portadoras de dignidad humana, sino que se relaciona directamente con la intención humana existente detrás

de la utilización de la clonación de seres humanos y la instrumentación que pudiera derivarse de ello. En el hecho es bien sabido que los rasgos de los seres vivos, y en especial de los seres humanos, están fuertemente influenciados por el medio ambiente físico, social y cultural, sobreponiéndose incluso a una misma dotación genética. En este contexto lo que infringe la dignidad humana resulta ser el hecho de que cualquier ser humano le imponga a otro ser humano una identidad genética igual a la de un tercer ser humano simultáneamente existente o extinto o que se produzca un ser humano con el propósito que no termine siendo él en sí mismo.

Por estas razones, a juicio de la Subcomisión, la pretendida diferenciación entre clonación reproductiva y terapéutica resultaría artificial, ya que ambas constituirían clonación de seres humanos, siendo la segunda no más que una desviación del curso po-

sible de la primera, y siendo ambas en sí mismas transgresoras de la dignidad humana tal como se ha definido. El argumento esgrimido de que la clonación reproductiva debiera permitirse ya que el Estado no debería interferir en la voluntad y capacidad de una pareja de tener un hijo genéticamente idéntico a otro ser humano existente o extinto, es en sí mismo un argumento falaz por cuanto adicionalmente a las razones éticas expresadas, unidas a la disociación parental que conllevaría, de hecho el Estado ya impone límites a los derechos de procreación como son los de matrimonios entre hermanos o de padres con sus hijos. En el caso de la llamada clonación terapéutica no sólo se impone una dotación genéticamente idéntica a otro ser humano, sino que adicionalmente se le priva intencionadamente a éste de la posibilidad de terminar siendo él en sí mismo, impidiéndole completar su desarrollo derivándolo a la mera pro-

ducción de partes de sí mismo que pudieran ser usadas por otro ser humano genéticamente idéntico o para fines de investigación científica o desarrollo tecnológico.

Después de todo lo expuesto parece claro que una alternativa, hacia la cuál debieran dirigirse todos los esfuerzos de los investigadores, es conseguir la reprogramación de células diferenciadas de manera de dirigir su diferenciación hacia el tipo celular que se desee obtener. De esta manera el avance científico-tecnológico esperado no sería interferido por consideraciones éticas ineludibles.

Dra. M. Soledad Fernández G. (M. Sc.)  
Dra. José Luis Arias B. (M.V.)  
Departamento Ciencias  
Biológicas Animales  
Facultad de Ciencias  
Veterinarias y Pecuarias  
Universidad de Chile  
sofernana@uchile.cl

## PURINA LIFE PLAN PUEDE AYUDAR A EXTENDER LOS MEJORES AÑOS DE SU PERRO EN UN 15%

PURINA LIFE PLAN es un programa de alimentación que puede revolucionar la salud y longevidad de los perros.

Está basado en un estudio de investigación de Purina de 14 años sobre restricción de alimentación que no tiene precedentes. Se ha demostrado que alimentando a su perro durante su vida según la condición corporal ideal, puede ayudar a extender sus años saludables en un 15%.

Consulte a su veterinario sobre la alimentación de su perro según el Sistema de Condición Corporal de Purina.

 Nestlé PURINA



#48-14



PURINA ESTUDIO SOBRE LA PROLONGACION DE LA VIDA