

PRESENTE Y FUTURO DE LA TRANSFERENCIA DE EMBRIONES EN NUESTRA GANADERIA DE LECHE

Hemerson Moncada Angel. Dr. Médico Veterinario. Profesor de Reproducción Animal en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Antioquia.

Esta Biotecnología, cuyos pasos más importantes de desarrollo y difusión se dieron en las últimas dos décadas, se encuentra próxima a celebrar el centenario del anuncio de la primera transferencia de embriones (TE) exitosa realizada en conejos. El anuncio fue hecho en 1891 por el inglés Walter Heape, en el marco de un congreso de la Real Sociedad de Londres.

Después de muchos intentos truncados por las guerras, vino el reporte de los primeros productos de una transferencia de embriones en bovinos en 1951, con lo cual esta tecnología adquirió un nuevo ímpetu que se reforzó durante la década de los sesentas, hasta llegar a dar lugar a todo el inmenso aparato científico y comercial que se ha montado alrededor suyo en todo el mundo.

AVANCES EN LA TRANSFERENCIA DE EMBRIONES

Ese arrollador progreso científico-técnico originó una multitud de adelantos estrechamente ligados a la tecnología de la TE, que han significado aportes valiosísimos no sólo para la producción animal, sino también para la solución de graves problemas de fertilidad humana. Entre los adelantos más significativos vale la pena mencionar:

a. La criopreservación de embriones o sea su conservación en condiciones de congelación a muy bajas temperaturas,

b. El sexaje de embriones y/o de espermatozoides,

c. La fertilización in vitro,

d. La microcirugía y micromanipulación de los embriones para la producción de quimeras, gemelos idénticos, clonación, etc.

DESARROLLO DE LA TRANSFERENCIA DE EMBRIONES EN NUESTRO PAIS

Nuestro país no podía permanecer ajeno a esta revolución tecnológica y así, desde mediados de la década de los sesenta la Universidad de Caldas y el Fondo Ganadero del mismo Departamento iniciaron trabajos que fueron pioneros en este campo en el país.

Poco después, en 1976, se anunciaba en un congreso de veterinarios y zootecnistas en Medellín, los primeros logros obtenidos en Antioquia, por un equipo localizado en la región de Urabá.

A medida que la TE se fue conociendo en el país, su ámbito se fue desplazando hacia la ganadería de leche, en la cual encontró el más entusiasta apoyo y allí se arraigó durante varios años que vieron la creación (y desaparición) incesante de equipos de técnicos y ganaderos que con mayor o menor éxito se dedicaron a la práctica de esta tecnología. La poca pericia de algunos técni-

cos, la falta de conocimiento de otros, la inadecuada planeación de algunos trabajos, la destinación de hembras de descarte y/o con problemas de fertilidad como donadoras, la selección de hembras de baja calidad como receptoras y las desmesuradas expectativas de algunos de los participantes por el éxito fácil y rápido, dieron al traste con muchas de estas empresas.

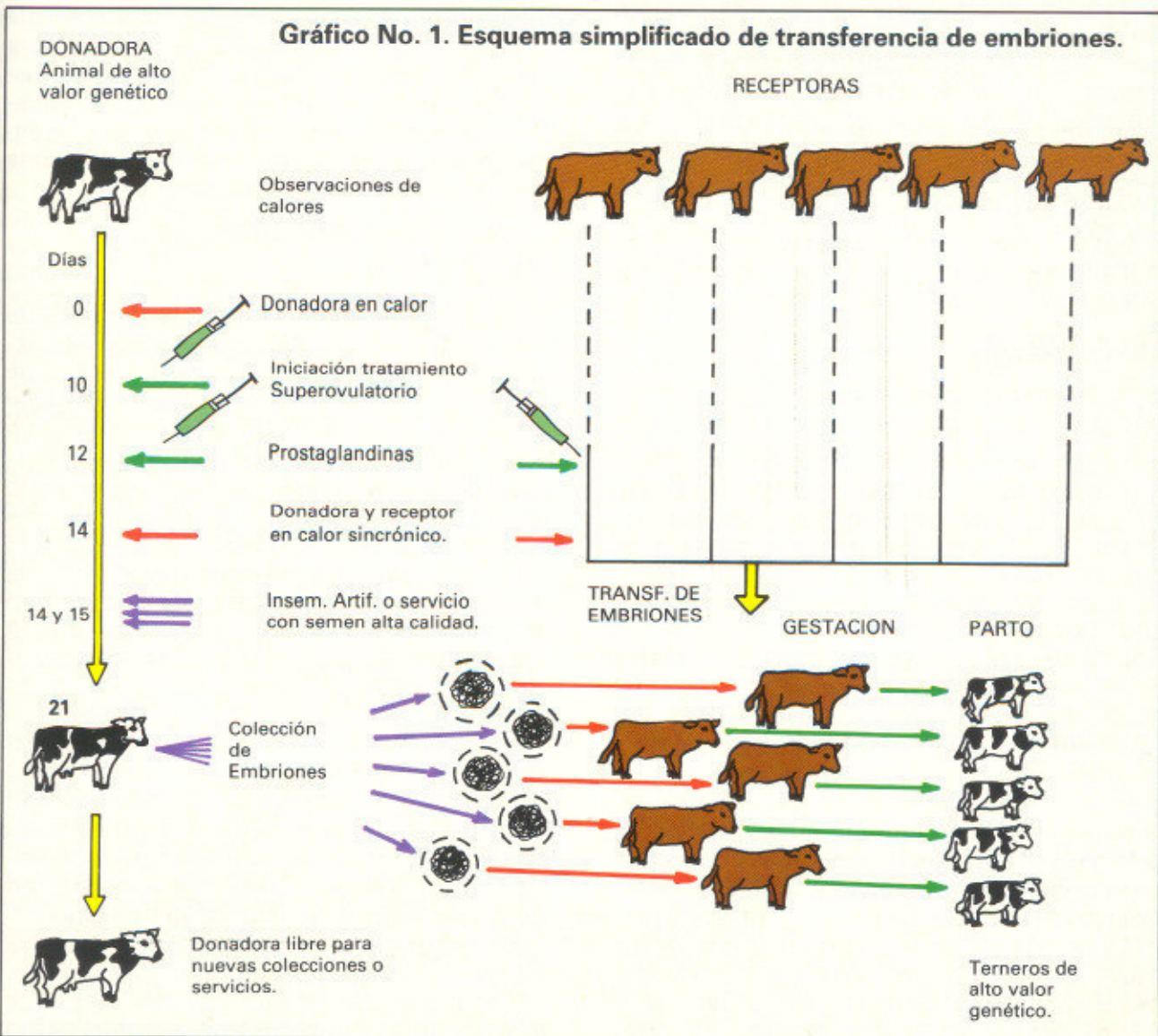
Indudablemente, el afianzamiento de la TE fue mayor en la ganadería de leche que en la carne, debido entre otras razones a que la mayoría de los conocimientos en todo el mundo se obtenía en ejemplares de las razas europeas, en las cuales la metodología se estandarizó rápidamente y así fue posible obtener desde comienzos de la presente década productos de transferencia, hijos de

ejemplares de alta calificación fenotípica que habían sido importados recientemente al país. El desarrollo de la TE alcanzó entonces en Colombia tal magnitud, que el número de productos nacidos en los años 86 y 87, fue casi comparable al de países con mayores facilidades que el nuestro, como Francia y Alemania; pero todavía bastante lejos del de los Estados Unidos, donde en 1986 nacieron casi 150.000 terneros, producto de la transferencia de embriones.

DESCRIPCION DE LA TECNICA DE TRANSFERENCIA DE EMBRIONES

Como bien se sabe, esta biotécnica busca una complementación con la de Inseminación Artificial, de manera que sea posible aprovechar al máximo no solamente los

Gráfico No. 1. Esquema simplificado de transferencia de embriones.



reproductores machos de altísima calidad genética, sino también las hembras mediante el diseño de programas reproductivos especiales. El procedimiento básico de la TE está contenido en el gráfico No. 1, en el cual se señala el alto valor genético de la donadora, a la cual se le aplica un tratamiento superovulatorio para que en lugar de producir un solo óvulo, como es lo normal, produzca un número bastante alto de ellos (8 ó 9 en promedio). Tan pronto como esta hembra entra en calor es inseminada o servida de un reproductor de igual o mejor calidad que la de ella y siete días más tarde se practicara la recolección de los embriones, utilizando ya sea los métodos quirúrgicos o los no quirúrgicos diseñados para el efecto.

Generalmente se prefiere el método no quirúrgico para la recolección de los embriones o cigotos y el quirúrgico para la transferencia, aun cuando el método de transferencia no quirúrgico cada vez gana más adeptos y mejores resultados. La tendencia es entonces a eliminar las intervenciones quirúrgicas de estos eventos para evitar tanto a donadoras como receptoras, los riesgos inherentes a la cirugía y facilitar la realización de todo el proceso aun en la propia finca.

Las Receptoras

Como receptoras se utilizan hembras de menor calidad genética que la donadora, pero que se encuentren en perfecto estado de desarrollo y reproductivamente sanas. Para la transferencia es necesario que se hallen en el mismo momento del ciclo estral que la donadora y para ello se someten a un tratamiento de sincronización, de manera que aparezcan en calor simultáneamente con la donadora; así, las condiciones que el embrión encontrará en el útero de la hembra receptora serán semejantes a las que tenía en el útero de la donadora.

Una vez transferido los embriones a las receptoras estas continuarán la gestación del nuevo ser hasta parir los productos correspondientes. La donadora mientras tanto quedará vacía y apta para ser utilizada en nuevas recolecciones o para ser servida en muy corto tiempo. El embrión transferido es un producto exclusivo de la recombinación genética entre la donadora y el repro-

ductor que se utilizó para servirla e inseminarla, de manera que cualquier influencia que la receptora pueda tener sobre el producto durante la gestación es meramente circunstancial.

PROBLEMAS DE LA TRANSFERENCIA DE EMBRIONES ENTRE NOSOTROS

Ya habíamos anotado atrás que uno de los problemas que confronta la TE entre nosotros es la selección de las donadoras principalmente con base en su calificación fenotípica (lo que equivale a decir, su capacidad para impresionar al potencial comprador), en lo que costó el ejemplar en el momento de adquirirlo o en lo que el animal pueda representar afectivamente para su propietario (es "fundadora" del hato, fue campeona en la feria veredal, es la vaquita "bandera" de la finca o fue el regalo de alguien muy querido), pero no su verdadera capacidad productiva y su potencial de transmisión genética. Este es un error que debemos enmendar ya y para siempre, realizando evaluaciones serias y exhaustivas de las candidatas a donadoras.

SELECCION DE DONADORAS Y RECEPTORAS

Para el efecto sugerimos que se constituyan comisiones de representantes de los ganaderos, de las asociaciones de las razas, de los procesadores y de los técnicos que trabajan en el área con el fin de evaluar y seleccionar solamente a aquellas hembras que además de una alta producción de leche y una buena persistencia en la misma, hayan demostrado ya su capacidad de transmisión, su magnífica salud, una excelente eficiencia reproductiva y una adecuada longevidad que aseguren que sus productos irán a recibir las más deseables características productivas que hagan rentable la operación.

Las receptoras por su parte deben ser seleccionadas con el mismo rigor y, aún cuando su calidad y pureza genéticas no necesitan ser tan altas, debe recordarse que se espera de ellas un estado de salud general y reproductiva impecable y una buena capacidad de producción de leche, ya sea porque deban alimentar al ternero o porque se las incorpore al hato de producción de la finca. En el aspecto de selección de receptoras todavía necesitamos progresar, pues como

nos lo decía un técnico de una casa que envía embriones congelados al país, durante una visita suya a Colombia había tenido que descartar una apreciable proporción de hembras que le habían sido preparadas como receptoras.

TECNOLOGIAS RELACIONADAS CON LA TRANSFERENCIA DE EMBRIONES

Congelación de Embriones

Tan interesante como el procedimiento mismo de transferencia de embriones o aun más que él, resultan las enormes posibilidades de toda aquella tecnología generada a su alrededor, como por ejemplo la **congelación de embriones**. Gracias a ella ya no es necesario mantener un ejército de receptoras con todos los costos que su alojamiento y alimentación significan, sino que se pueden tener los embriones en un termo igual a los de almacenamiento de semen y tan pronto vayan apareciendo receptoras aptas, se sacan del termo, se descongelan y se transfieren, en un proceso que se asemeja mucho al de la misma inseminación artificial.

APLICACIONES DE LA CONGELACION DE EMBRIONES

Entre las más interesantes aplicaciones que tendría esta técnica se encuentra la posibilidad de crear en el país rebaños de ganados de una raza o línea completamente inexistentes, o llevar nuestros ganados criollos a otras latitudes, sin tener que sortear todas las formalidades de importación y cuarentena, como hizo un ganadero australiano para conformar en su país un hato de una raza que estaba demostrando excelentes resultados en Inglaterra: para el efecto compró 11 lavados (o recolecciones) de vacas de esa raza en Inglaterra, de las cuales obtuvo unos 90 embriones y los congeló.

Una vez tuvo listo el grupo de receptoras en Australia, se llevó los embriones a su país y los transfirió; al cabo de dos años tenía 22 novillas puras de esa raza que estaban preñadas o estaban siendo servidas.

No olvidemos que ya hay entre nosotros una cantidad de empresas en disponibilidad de

ofrecer embriones congelados nacionales o importados y que son muy pocos los técnicos preparados para descongelar y colocar esos embriones. Sobre estos aspectos y los demás de comercialización del material urge una reglamentación clara por parte de los organismos oficiales, que regule las condiciones de la oferta, la responsabilidad del importador y del técnico que realiza la transferencia, así como los derechos y obligaciones del ganadero. Con ello se evitarán situaciones confusas o desagradables cuando por cualquier razón el programa no alcance el éxito esperado.

SEXAJE DE EMBRIONES

Otro aspecto excitante que surge a partir de esta tecnología es la posibilidad de **sexar los embriones**; para ello se han utilizado diferentes métodos y, aunque ninguno está siendo utilizado rutinariamente todavía, la detección de los antígenos H-Y mediante anticuerpos unidos a un marcador fluorescente, resultan en un 85% de seguridad para diagnosticar si un embrión bovino es macho o es hembra; pero tanto con este método como con el de cariotipo, la manipulación de los embriones frecuentemente provoca daños fatales que hacen que la operación no sea todavía rentable. A este respecto, las investigaciones que se están realizando inclusive en Medellín, sobre **sexaje de espermatozoides** revisten extraordinaria importancia, toda vez que ello permitirá evitar el desperdicio de embriones.

Ya sea que los métodos sean perfeccionados en otros países o que los investigadores locales lleguen a encontrar alguna respuesta a estas inquietudes, debemos estar atentos al momento cuando las empresas comercializadoras empiecen a ofrecernos espermatozoides o embriones sexados, toda vez que ello abriría un potencial enorme.

¿Imagina el lector lo que significaría para la industria lechera producir la mayor cantidad de hembras posible de alta calidad?.

FERTILIZACION IN VITRO, MICROCIURUGIA Y MICROMANIPULACION DE EMBRIONES

La **fertilización in vitro** ha alcanzado gran popularidad con ocasión de los sonados éxitos obtenidos en humanos a través de los famosos bebés-probeta. Sin embargo, para

la industria lechera resultan más importantes aun la **microcirugía** y la **micromanipulación de los embriones**. Con la ayuda de estas técnicas y de microscopios especiales es posible realizar una incisión sobre la envoltura (zona pelúcida) de un embrión de no más de 6 a 7 días de gestación y extraer de él material genético (blastómeros) que, introducido en otra zona pelúcida vacía, dará lugar a un nuevo embrión idéntico a aquel del cual se extrajo el material. El resultado serán dos gemelos absolutamente idénticos. Esto es lo que se conoce como **clonación**. En algunas de las investigaciones que se han realizado hasta el momento con este sistema se ha logrado un máximo de 4 embriones idénticos.

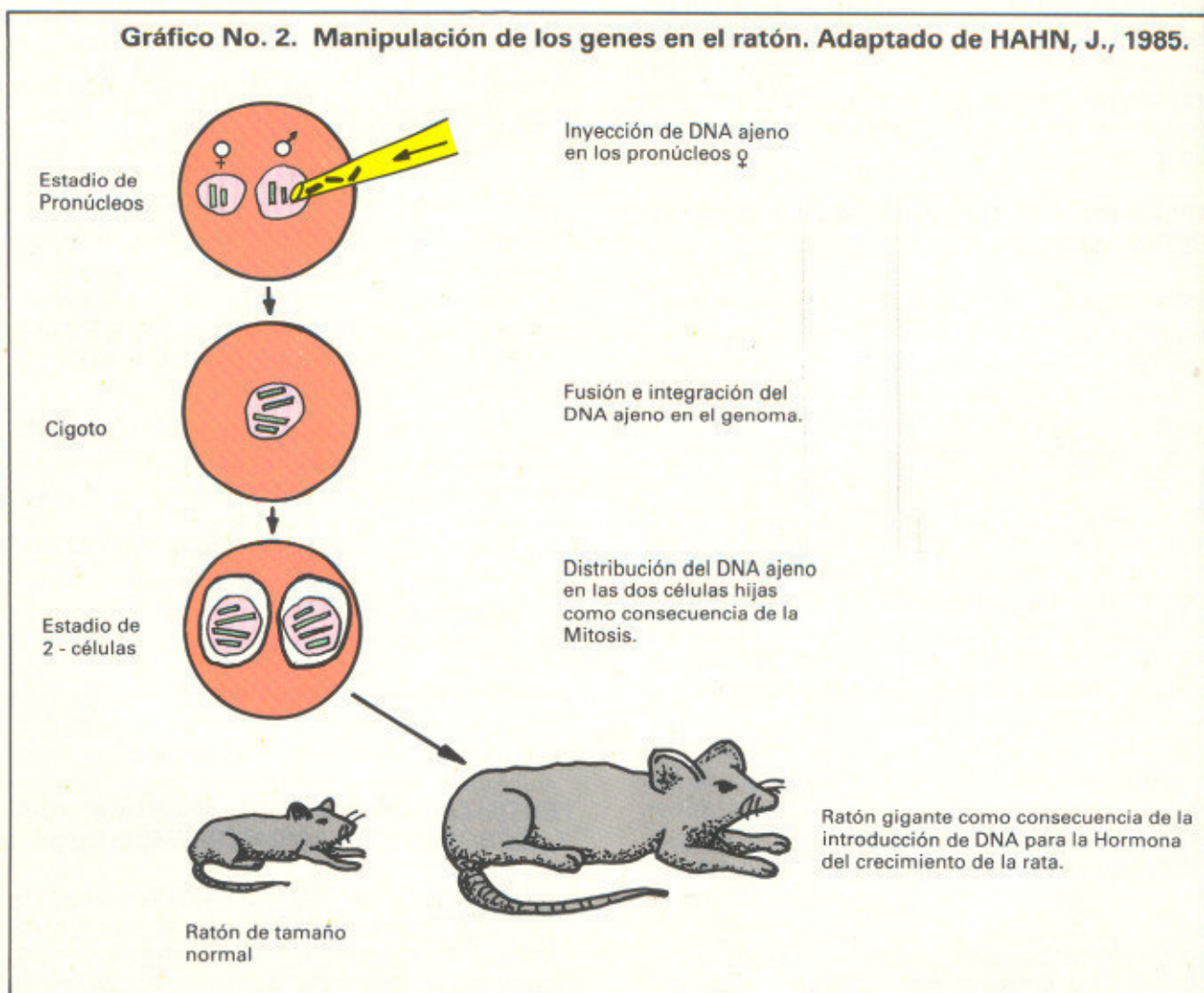
LA RECOMBINACION GENETICA

Otra posibilidad sería la de **modificar la**

recombinación genética y, conociendo los genes responsables de una característica específica y su localización en los cromosomas, aislarlos y multiplicarlos con la ayuda de la **ingeniería genética**. De aquí se procedería entonces a intervenir un embrión y luego de localizar el gen indeseable en el cromosoma respectivo, retirarlo y cambiarlo por aquel que se ha mejorado en el laboratorio. Este es un trabajo que ya se ha realizado en ratones al fusionar el gen de la hormona del Crecimiento de una rata de gran tamaño a los cromosomas de un ratoncito para obtener lo que podríamos llamar ahora sí un "super ratón" (Gráfico No. 2). Imagine el lector lo que sucedería si este procedimiento se pudiera realizar transpasando el gen responsable de la producción de leche a los embriones de nuestras vacas cebú.

La combinación de la congelación, el sexaje,

Gráfico No. 2. Manipulación de los genes en el ratón. Adaptado de HAHN, J., 1985.



la micromanipulación y la transferencia de embriones, abren posibilidades que en el pasado se ubicaban solamente en la ciencia ficción o en la concepción hitleriana del desarrollo de la humanidad. No pasará mucho tiempo hasta cuando sea posible producir una cantidad de embriones machos y hembras de los cuales se congele la mayoría. Una vez conocido su sexo, los machos podrían ser utilizados para realizar una selección más estrecha de los reproductores, inclusive con la ayuda de la clonación, manteniendo uno de los gemelos congelados y transfiriendo el otro. Cuando éste nazca se le somete a todas las pruebas que esa selección exige, sin necesidad de esperar hasta la evaluación de las hijas, pues en el termo estará su hermano gemelo, que tendrá exactamente sus mismas características.

O también, se podrá inseminar a una vaca donadora con semen sexado, con el cual se obtengan todos o casi todos los embriones del sexo femenino (en lugar de la mitad machos y la mitad hembras, como es lo normal).

Estos embriones hembras serían sometidos a micromanipulación, con el objeto de producir cuatro hembras idénticas a partir de cada una de ellas y así el número de terneras de alta calidad que nacerían de una sola recolección se multiplicarían en una manera asombrosa, cuyo impacto sobre la producción lechera no nos atrevemos siquiera a imaginar (Gráfico No. 3). Y esta es otra posibilidad que no está lejos de nuestro alcance: sabemos de empresas antioqueñas que ya adquirieron el equipo de micromanipulación.

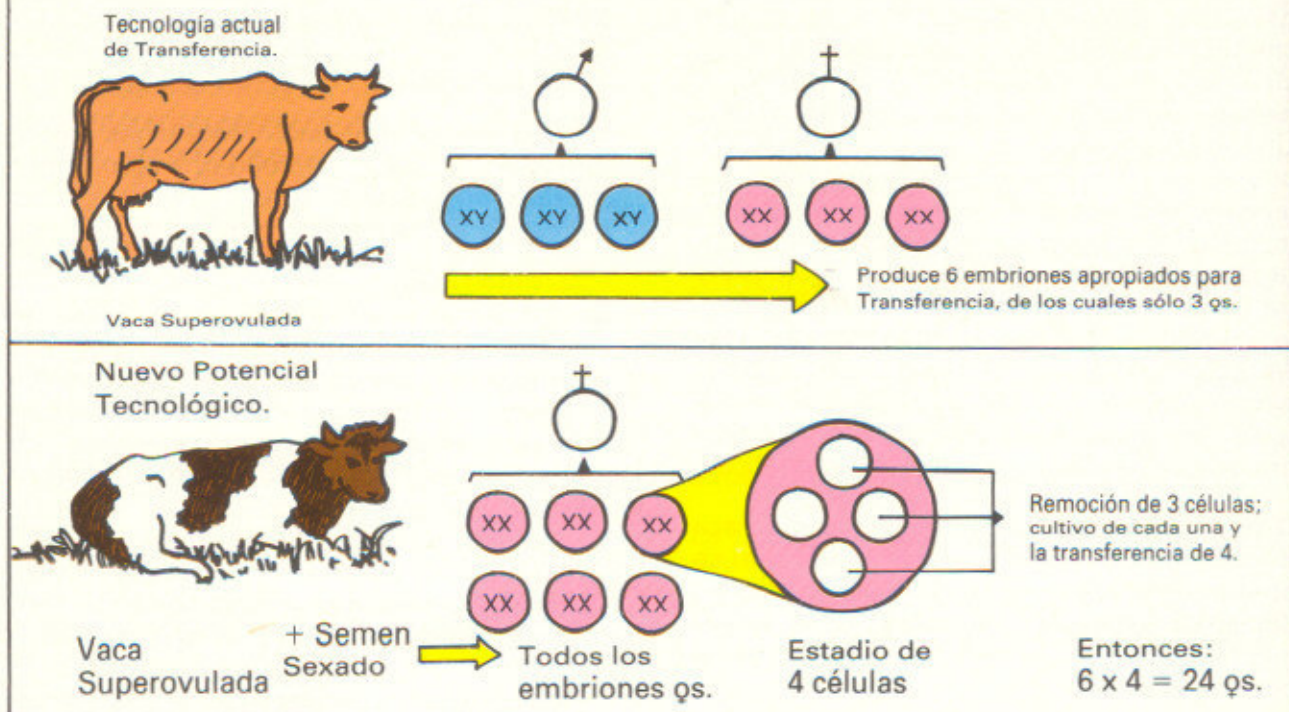
Aun cuando las posibilidades no terminan aquí, las descritas son las técnicas más importantes y factibles en el momento actual, no solamente en los países desarrollados, sino aun en los nuestros; los fundamentos técnicos están puestos y lo que se necesita para que esta tecnología preste a la producción animal y a la nutrición de la humanidad los beneficios que promete es que se la enmarque dentro de un auténtico sentido empresarial de la ganadería. Cosa que a veces dudamos, puesto que no hemos sido capaces aún de reconocer el enorme potencial mundial de nuestra ganadería lechera; tal vez no nos hemos dado cuenta que la ganadería de leche colombiana es la

más avanzada entre todos los países ubicados en la faja tropical del mundo y que los adelantos que podamos lograr aquí tendrán enorme repercusión, no sólo sobre la producción lechera de los países tropicales, sino también de aquellos ubicados en las zonas templadas.

Para entender adecuadamente estas tecnologías en toda su complejidad y asumir ese sentido empresarial que reclamamos, es necesario tener muy en cuenta los siguientes conceptos:

- a. Se trata de tecnologías que apenas en los últimos años alcanzaron un nivel de desarrollo avasallante, especialmente en los países de las zonas templadas, lo cual significa que los mayores conocimientos se tienen sobre las razas bovinas europeas y en su propio medio. Los interesados en nuestras condiciones de producción, en nuestras líneas lecheras y en las razas cebuínas somos nosotros mismos, de manera que es a nosotros a quienes compete apropiarnos de esas tecnologías y adaptarlas a las características reproductivas de nuestros ejemplares. Eso significa que, por ahora, los programas serán pequeños y lentos.
- b. Algunas de las técnicas son superespecializadas, de allí que sea necesaria la conformación de equipos de técnicos que conozcan muy bien cada uno el área cuya responsabilidad le va a ser confiada.
- c. Para lograr los conocimientos que se precisan y continuar progresando en la adaptación de estas tecnologías es preciso establecer simultáneamente un programa de investigación que consulte los intereses y las circunstancias del país, de la región y de los ganaderos.
- d. La adecuación de las instalaciones, la adquisición de equipos de laboratorio, los programas de investigación, la preparación y sostenimiento del equipo y la manutención de los animales exigen una inversión que sólo reportará ingresos a largo plazo.
- e. Por la misma razón y teniendo en cuenta la magnitud del capital inicial, todo el andamiaje técnico deberá ir acompañado de una estructura administrativa y de

Gráfico No. 3. Potencial del control del sexo y la micromanipulación de los embriones para incrementar el número de terneras hijas de las vacas élite. Adaptado de Foote, R.H., 1984.



mercadeo eficiente, proporcional a la dimensión de la empresa.

f. Finalmente, vale la pena reflexionar acerca no solamente de los aspectos positivos de toda esta tecnología, sino también de los negativos; acerca de lo que puede significar para la humanidad cuando el hombre quiera dejar de "jugar a ser Dios", como lo describió un científico norteamericano, con los animales y quiera trasladar todas sus experiencias al hombre mismo. Vale la pena comenzar a pensar en las barreras éticas y morales que pueden existir con respecto a la manipulación de embriones y la ingeniería genética y hasta dónde deberíamos llegar. Sería bueno pensar que así como proclamamos nuestra dignidad, los animales también tienen la suya propia.

Referencias

1. ARRUBLA, I.D. y H. Quiróz. Sexaje de espermatozoides en bovino. Trabajo de Grado. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad de Antioquia, 1988.

2. COHEN, S. Los vientos de la revolución tecnológica. El Mundo. Medellín, 29, 11. 1987.

3. FOOTE, R.H. New development in Embryo transfer and relater technology. Holstein Science Report 1984.

4. GOMEZ, L.J. La tecnología pecuaria en bovinos como moda. Carta Ganadera. Bogotá. Vol. XXIV, No. 8, 1987.

5. HAHN, J. Embryotransfer beim Rind aus heutiger Sicht. In: Embryotransfer beim Rind. Symposium. Brno u. Slusovice 29. u. 30. Mai 1985.

6. MONCADA, H. Avances en Transferencia de embriones. Jornadas de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Córdoba, Montería, 1985.

7. ROGEDO, P.I.G. La Superovulacao e la transferencia de embriões no Zebú: uma visao empresarial. O zebú, No. 99 Mayo, 1984.

8. TINDALL, B. Update: Embryo transfer. Animal Nutrition and Health. May-June, 1984.