ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA

Dr. Salvador Romo García
FES Cuautitlán, UNAM
sromo_99@yahoo.com

5 y 6 de octubre, 2015

ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA

Dr. Salvador Romo García [1]

[1]Profesor y tutor del Posgrado. FESC, UNAM.
Miembro del Sistema Nacional de Investigadores.
Cuautitlán, Estado de México. Tel. 55 1465 4208. Email: sromo_99@yahoo.com

Resumen.
Diferentes investigadores y ganaderos consideran necesario aumentar el inventario de ganado ovino en México debido a la creciente necesidad de producción de alimentos para la población, ya que la producción de alimentos de origen animal se mantiene relativamente constante, mientras que el crecimiento de la población es continuo y acelerado. El ganado ovino es de gran importancia para México dadas las circunstancias actuales de demanda de carne y leche ovina, productos que incluso se importan para cubrir la demanda nacional, por lo que es necesario incrementar el inventario ganadero en forma continua. Para esto se requiere de un programa que permita incrementar la eficiencia reproductiva del ganado ovino y esto puede lograrse con el uso de Biotecnologías Reproductivas que aumenten la cantidad de gestaciones y a partir y machos y de hembras seleccionados. El objetivo de esta presentación es dar a conocer la posibilidad de usar algunas de las más modernas tecnologías, como la producción de embriones *in vivo*, la producción de embriones *in vitro*, la transferencia conjunta de dos embriones sexados y el uso de semen sexado de alta pureza proveniente de sementales con pruebas genómicas, cada una de éstas en forma individual o en combinación con otra.

Introducción.

Diversos investigadores afirman que el problema de escasez de alimentos para la población se verá agravado en un futuro no muy lejano, debido a que la producción de alimentos de origen animal se mantiene relativamente constante (los sistemas de producción de carne crecen solamente al 2.8% anual; FAO, 2008), mientras que el ritmo de crecimiento de la población es continuo y acelerado.

Por otra parte, el ganado ovino es de gran importancia para México, dadas las circunstancias actuales de demanda de carne, leche y subproductos de esta especie, productos que incluso se importan para cubrir la demanda nacional, debido a su importancia en la dieta de la población, por lo que es necesario aumentar el inventario ganadero continuamente. Los productos y derivados de los ovinos son parte de la dieta de los seres humanos, y lo más importante es que proporcionan los nutrientes necesarios para una correcta alimentación. Ante la actual necesidad incrementar el número de cabezas de ganado se considera necesaria la implementación de medidas y

el enfoque de las investigaciones para aumentar la producción, pero cuidando el tipo y la calidad de los animales.
Para incrementar el inventario ganadero nacional en forma continua se requiere de un programa que incluya el uso de Biotecnologías Reproductivas para aumentar las gestaciones y los partos. Algunas de estas tecnologías son la producción de embriones *in vivo* e *in vitro* (Romo 2007; Ducolomb y cols 2012), la transferencia simultánea de dos embriones de sexo masculino o femenino, y el uso de semen sexado de alta pureza proveniente de sementales con pruebas genómicas.

Técnicas reproductivas más utilizadas. La mayor parte del ganado ovino en México se reproduce por la técnica reproductiva tradicional que es la monta natural. Solo una mínima parte del ganado nacional se reproduce por medio de inseminación artificial. Sin embargo, estas técnicas tienen desventajas importantes que limitan la producción masiva y la comercialización de individuos genéticamente superiores que puedan producir mayores cantidades de carne y leche en forma más eficiente.
En las últimas décadas se han logrado grandes avances que permiten una mejor comprensión y eficiencia en el control y manipulación de los eventos reproductivos en la reproducción animal, con técnicas modernas como la producción de embriones *in vivo* e *in vitro*,

Producción de embriones *in vivo* e *in vitro*.
A. Embriones producidos *in vivo*. Estos se producen de la siguiente manera: se aplica un tratamiento hormonal específico para inducir la superovulación a una hembra donadora de alta calidad genética. Estas hembras superovuladas se inseminan bajo un protocolo que incluye la aplicación de varias pajillas de semen, o de varias montas del semental. De esta manera cada hembra produce una mayor cantidad de embriones, en comparación con los que producen en forma natural. Los embriones producidos son colectados por medio de un procedimiento quirúrgico bajo anestesia. Una vez obtenidos, los embriones son evaluados bajo un microscopio y pueden ser transferidos en fresco. Estos embriones también pueden ser congelados en pajillas, lo que permite que sean descongelados y transferidos posteriormente a hembras receptoras.
B. Producción de embriones *in vitro.* El término *in vitro* (“en vidrio”) se utiliza para los procedimientos que se llevan a cabo afuera de un organismo vivo y en este caso se refiere a las manipulaciones que se realizan en condiciones de laboratorio. De esta forma, el concepto de producción de embriones *in vitro* se puede definir, en forma simple, como una técnica que hace posible que los ovocitos (óvulos no fertilizados) se puedan madurar, fertilizar y desarrollar en un laboratorio, hasta producir un embrión. La materia prima para esta técnica son ovocitos y semen provenientes de animales seleccionados. Dependiendo del objetivo final que se busque para el tipo o la raza de los embriones que se desean producir, hay dos técnicas para obtener los ovocitos:

1. Si el objetivo es producir embriones de razas puras se utilizan hembras donadoras de la raza deseada y por medio del procedimiento de "aspiración laparoscópica" se obtienen los ovocitos directamente de los ovarios de hembras vivas, utilizando un procedimiento quirúrgico bajo anestesia.
2. Cuando el objetivo es producir embriones por cruzamientos específicos, rescatar material genético o realizar investigación, se utilizan ovarios de hembras que han sido sacrificadas recientemente en el rastro, o que han fallecido por otras causas. Una vez producidos, estos embriones son evaluados con un microscopio y generalmente son transferidos en fresco a hembras receptoras.
Las dos técnicas de producción de embriones (in vivo e *in vitro*) permiten el uso de semen convencional o de semen sexado.

Inducción de gestaciones y de partos gemelares. Entre las Biotecnologías para incrementar la producción animal, en el pasado se utilizaron diferentes técnicas para inducir gestaciones y partos gemelares, en un intento por aumentar la productividad en el ganado bovino (Johnson y cols, 1989a, First, 1990, Gordon y Lu 1990, O'Farrell y Mee 1990). Estas técnicas fueron de dos tipos principales: la inseminación artificial junto con la posterior transferencia de un embrión a una misma hembra, y la transferencia simultánea de dos embriones a una hembra receptora. En su tiempo estas técnicas no tuvieron gran éxito, pero en la actualidad es posible utilizar estas técnicas combinadas con el uso de tecnologías modernas y obtener mejores resultados. Por ejemplo, la transferencia de dos embriones de sexo femenino produce gestaciones y partos dobles, pero como los dos productos son hembras, su peso al nacimiento no es tan grande como cuando se presentan dos machos en un parto. De esta forma se aumenta la proporción de gestaciones con gemelos del mismo sexo (Romo y cols 2012, 2013) y en el caso de hembras, con un menor peso al nacimiento, abriendo la posibilidad de obtener resultados que nunca antes pudieron lograrse.

Sexado de semen. Sobre el sexado de semen, o más propiamente dicho: el sexado de espermatozoides, el marcar el ADN de cada espermatozoide con un colorante vital permite separar a los espermatozoides que contienen cromosomas X (dan origen a una hembra) y Y (dan origen a un macho) con base es su diferente contenido de ADN. Esta tecnología ha demostrado ser de gran utilidad (Johnson y cols. 1989b). Como resultado, el uso de semen sexado ha aumentado a un ritmo muy rápido en la práctica comercial, especialmente en los últimos 10 años. El semen sexado ha sido utilizado en una amplia variedad de especies de mamíferos además de los ovinos, incluyendo bovinos, porcinos, equinos, caprinos, perros, gatos, venados, delfines, búfalos acuáticos y humanos (Garner y cols. 2013).
Al principio de la tecnología del semen sexado, se consideraba que sexar 50 a 100 espermatozoides por segundo era una velocidad razonable para la separación de espermatozoides con cromosomas X y Y. Pero han ocurrido varios cambios desde

medidos de los años 90, que han hecho a este tecnología más adaptable a la práctica comercial.

Aspectos modernos del sexado de semen. En 2004, la compañía Sexing Technologies (ST) adquirió una licencia de la compañía XY Inc para usar la tecnología de separación y sexado de semen por la técnica de citometría de flujo. En 2007, ST adquirió del Departamento de Agricultura de los EEUU (USDA) todas las licencias para la separación y sexado de semen, mediante la compra de la compañía XY Inc. Actualmente la tecnología de separación y sexado de semen por citometría de flujo está protegida a nivel mundial por más de 250 patentes y solicitudes de patentes. ST produce y comercializa mundialmente semen sexado de 20 países diferentes, incluyendo EEUU, Canadá, Francia, Italia, Brasil, Holanda, Australia, Irlanda, Alemania y Nueva Zelanda, en donde operan alrededor de 130 equipos para sexar semen. Durante los últimos 10 años la mayor parte de la investigación en ST se ha enfocado en innovaciones para aumentar las velocidades de producción usando una combinación de hardware, ópticas y electrónica digital con diferentes mejoras. ST, en 2006 desarrolló una nueva versión de un equipo para separar y sexar semen, que utiliza tecnología digital. Este equipo mejora los resultados del sexado, haciéndolo más eficiente. La tecnología actual de sexado tiene velocidades de separación de hasta 8,000 a 10,000 espermatozoides sexados por segundo, con una pureza de más de 90%. Cuando se usan eyaculados de alta calidad, se pueden lograr velocidades de separación de aproximadamente 14,000 espermatozoides con cromosoma X o Y por segundo, con una pureza de 75%.

En la actualidad se usa un “Modo de Pureza” en los casos en que lo más importante es la pureza del semen sexado, por ejemplo en pajillas de individuos en los que se requiera entre 87 y 98% de pureza de cualquier sexo. Para programas de fertilización *in vitro* (FIV), los espermatozoides se pueden sexar con una pureza de hasta 98.5% del sexo deseado, dando como resultado un aumento en la pureza de una muestra.

El equipo más moderno para llevar a cabo el sexado de semen bovino logra una producción de aproximadamente 95% de crías hembra y 5% de machos, con resultados altamente repetibles.

Es importante que los investigadores y productores conozcan el hecho de que el semen sexado ovino ya está muy cerca de ser producido para su uso comercial y por lo tanto jugará un papel importante para maximizar los beneficios que se pueden alcanzar con su uso (Moreno Juan, CEO, Sexing Technologies, Navasota, Texas, Comunicación Personal, 2015).

Producción de mayores cantidades de machos y hembras. La totalidad de la ganadería ovina nacional es una importante fuente para producir alimentos para la población, tanto en zonas urbanas, rurales y sub-urbanas. Es bien conocida la elevada eficiencia productiva de las razas ovinas de lana, especializadas en la producción de

carne y de leche, muy eficientes en las condiciones de temperatura moderada y baja humedad relativa de los climas templados, por lo que es importante multiplicarlas. En el trópico, que generalmente es demasiado agresivo para las razas europeas, es necesario multiplicar a las razas de pelo.

El uso combinado de la producción de embriones *in vivo* o *in vitro*, utilizando semen sexado y la transferencia de dos embriones para producir gestaciones y partos gemelares de sexo femenino es una posibilidad que se puede llevar a cabo en nuestro país. Estas biotecnologías pueden ser adaptadas a las condiciones de nuestro país para incrementar la probabilidad de obtener crías de sexo masculino o femenino (95%) en comparación con la proporción de machos y hembras que se presenta en forma natural (50%). Por lo anterior, en México es posible utilizar estas tecnologías incrementar la capacidad de producir una mayor cantidad de individuos de razas puras.

Justificación y fundamento científico del uso de Biotecnologías Reproductivas.

Una propuesta innovadora para incrementar la población ganadera ovina consiste en desarrollar un sistema de producción masivo o industrial de embriones de razas puras, de sexo masculino y/o femenino producidos *in vivo* o *in vitro*, utilizando semen sexado de alta pureza, estandarizado para producir 95% de crías del sexo deseado. La transferencia de dos de estos embriones a cada hembra receptora induciría partos gemelares. Para que una producción masiva sea significativa, es necesaria la implementación de un programa técnicamente avanzado, cuyos resultados sean una opción para incrementar la productividad del hato nacional. Esta tecnología contribuiría a aumentar el inventario de animales genéticamente seleccionados y a evitar la dependencia que existe de las importaciones de carne, leche y sus derivados. Además, la producción de estos embriones constituiría un apoyo para los productores en zonas urbanas, rurales y sub-urbanas que no tienen acceso a la tecnología necesaria. El uso de estas Biotecnologías Reproductivas también se puede enfocar al desarrollo de un modelo que permita multiplicar solamente el número de crías de sexo femenino.

El uso de estas tecnologías de punta también contribuiría a aumentar la producción alimenticia ante el cálculo de una población de 130 millones de habitantes para el año 2030, que hace necesaria la toma de medidas urgentes para que la especie ovina no disminuya como proveedora de proteína de origen animal en México.

Al promover la aplicación combinada de biotecnologías como la producción de embriones *in vitro*, el uso de semen sexado y la transferencia de uno o dos embriones (en forma simultánea) de sexo maculino o femenino sería posible mejorar la capacidad reproductiva y la rápida repoblación de los hatos de ganado ovino en México.

Las Biotecnologías Reproductivas arriba citadas han sido probadas a nivel internacional en varias especies animales, con resultados altamente reproducibles. Sin embargo, para el logro de las metas inmediatas y a largo plazo, es necesario contar con personal capacitado y con equipos adecuados para los procesos para la producción de embriones, para el uso de semen sexado, y para la transferencia de dos embriones a

las ovejas receptoras, indispensables para obtener resultados positivos al usar técnicas avanzadas de este tipo.

Resultados potenciales. En los sectores ganadero y social, los hatos ganaderos de México podrían ser aumentados de una manera relativamente rápida, en especial aquellos que producen alimentos en forma de proteína de origen animal para el consumidor.

Las técnicas y métodos mencionados permitirían a los ganaderos de México producir más progenie, en forma de machos y hembras de razas puras, a partir de individuos genéticamente seleccionados para ser productivos, beneficiando a los productores de diversas regiones del país.

Esto contribuiría al desarrollo del país y a elevar el bienestar de la población y no sólo beneficiaría a la creciente población de ciudadanos con necesidades de consumo de proteína animal, sino también permitiría al gobierno mantener el suministro de carne y leche en el país.

Conclusión.

Para incrementar la eficiencia reproductiva en el ganado ovino es posible utilizar las más modernas Biotecnologías Reproductivas, lo que puede contribuir a aumentar la cantidad de gestaciones y partos de individuos genéticamente seleccionados.

LITERATURA CONSULTADA.

Ducolomb Y, Casas E, Romo S, Bonilla E, Betancourt M. 2012. La fertilización in vitro y sus aplicaciones en producción animal y en investigación básica. Pp. 83-106. En: Avances en Biología de la Reproducción. Edit: Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. 1a Ed. ISBN 978-607-477-690-4. México.

FAO. Animal Genetic Resources Information. 2008. Boletín de Información sobre Recursos Genéticos Animales. No. 43. Food and Agriculture Organization of the United Nations. ISBN 978-92-5-006083-5. Roma, Italia. 91 pp.

First NL. 1990. New animal breeding techniques and their application. J. Reprod. Fertil. 41 (suppl):3-14.

Garner DL, Evans KM, Seidel GE. 2013. Sex-Sorting Sperm Using Flow Cytometry/Cell Sorting. Methods in Molecular Biology 927: 279-295.

Gordon I, Lu, KH. 1990. Production of embryos *in vitro* and its impact on livestock production. Theriogenology. 33:77-87.

Johnson WH, Etherington WG, Rose de EP, Wilton JW, Savage NC. 1989a. The production of twins in beef cattle utilizing embryo transfer technology. Theriogenology, 31:206.

Johnson LA, JP Flook, HW Hawk. 1989b. Sex preselection in rabbits: live births from X and Y sperm separated by DNA and cell sorting Biol. Reprod. 41: 199-203.

O'Farrell K, Mee J. 1990. Induced twinning in dairy cows. Farm and Food Research. 21:2. 25-27.

Romo S. 2007. Avances Biotecnológicos aplicados a la reproducción bovina. En: Reproducción Bovina. Capítulo XVIII. Editorial: UNAM-FMVZ. 1a Ed. ISBN: 978-970-32-4568-0. México. Pp. 273-297.

Romo S, Ordóñez León EA, Peña Verduzco M, López BB, Esperón SAE, Moreno JF, Kjelland ME. 2013. Sex selected multiparity: a model assisted reproductive technology. Congreso: International Embryo Transfer Society. *Reproduction, Fertility and Development*. 25(1) 285-286.