

# **LA BIOTECNOLOGÍA APLICADA A LA PRODUCCIÓN ANIMAL EN LAS AMÉRICAS<sup>1</sup>.**

Eduardo Casas<sup>a2</sup>, Pablo M. Corva<sup>b</sup>, Ricardo Felmer<sup>c</sup>, Luciana C. A. Regitano<sup>d</sup>, Ana M. Sifuentes<sup>e</sup>, y Arturo Duarte<sup>f</sup>

<sup>a</sup> U.S. Meat Animal Research Center, ARS, USDA, Clay Center, NE, USA

<sup>b</sup> Universidad Nacional de Mar del Plata, Balcarce, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

<sup>c</sup> Centro Regional de Investigaciones Carillanca, INIA, Temuco, Chile.

<sup>d</sup> EMBRAPA Pecuária Sudeste, Sao Carlos, SP, Brazil.

<sup>e</sup> Centro de Biotecnología Genómica, IPN, Ciudad Reynosa, Tamaulipas, México.

<sup>f</sup> Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

## **INTRODUCCIÓN**

La incorporación de países de América Latina a mercados internacionales requerirá que la industria pecuaria sea competitiva para que esté acorde con las exigencias creadas por las económicas. Esta demandará un cambio en la productividad que permita un aumento en la competitividad de productos de origen animal de alta calidad e inocuos. Uno de los instrumentos disponibles para lograr ésta competitividad es la aplicación de la biotecnología y sus componentes al servicio de la industria pecuaria. En diversos países de la región, se tiene el consenso de que el empleo de herramientas biotecnológicas en la producción animal ofrecerá nuevas oportunidades para el desarrollo de una producción más sustentable en el tiempo y altamente competitiva a nivel mundial. En este sentido, la biotecnología abre un nuevo mundo de oportunidades para la economía de los países de la región, ya que las exportaciones de recursos naturales y sus derivados son, en general, el principal motor para el crecimiento de la economía. En algunos países se han establecido estrategias enfocadas a aumentar la productividad y calidad de los sistemas pecuarios con el fin de competir con mayores ventajas en los mercados internacionales, a través de la creación de programas nacionales destinados al crecimiento y desarrollo de esta actividad.

## **USO DE LA BIOTECNOLOGÍA ANIMAL**

Existen algunas técnicas de biotecnología que se utilizan en forma generalizada en América Latina. Estas incluyen la técnica de inseminación artificial y la producción de vacunas. Otras técnicas se utilizan en algunos países, pero no pueden ser consideradas de uso general. Estas incluirían técnicas como la secuenciación de genomas, las cuales son utilizadas en algunos países, como Brasil, en forma eficiente, sin considerarse de uso común en la región. La secuenciación del genoma de especies domésticas permitirá identificar a los genes que pudieran estar asociados a la adaptación de razas a climas

---

<sup>1</sup> Mention of trade name, proprietary product, or specific equipment does not constitute a guarantee or warranty by the USDA and does not imply approval to the exclusion of other products that may be suitable.

<sup>2</sup> P. O. Box 166 (Tel: 402-762-4168; fax:402-762-4173; email: casas@email.marc.usda.gov)

tropicales, y a la resistencia de enfermedades y de parásitos. Al mismo tiempo, genes que ya se han asociado con un incremento en la productividad ó calidad de productos de origen animal (suavidad ó terneza de la carne, grasa en leche, marmoleo, etc.), podrían ser incorporados a través de programas de cruzamientos en regiones donde la producción se ve limitada por condiciones ambientales adversas.

Las técnicas biotecnológicas que más han sido usadas y que han tenido un gran impacto en el mejoramiento animal, han sido las técnicas de inseminación artificial y ovulación múltiple y transplante de embriones (MOET) en animales domésticos. Estas técnicas, utilizadas desde mediados del siglo XX, han permitido hacer uso de material genético de alta calidad en todo el mundo con un impacto importante sobre la producción de leche y lácteos, y carne a través de importaciones de material genético probado.

A nivel mundial, el control y mantenimiento de la sanidad animal es de primordial importancia por el impacto que tiene en la producción animal. Las enfermedades han sido uno de los principales problemas a resolver dentro de los programas nacionales de sanidad, debido al potencial de causar consecuencias económicas o de salud pública muy serias. El área de producción de vacunas por procesos biotecnológicos se ha desarrollado primordialmente para problemas considerados de salud pública. En Brasil, seis vacunas consideradas prioritarias en el 2004 (la pentavalente, rabia en cultivo celular, meningitis B y C, hepatitis A, y Leishmaniosis canina) están en la fase final de desarrollo y deberán estar en uso en un máximo de tres años. Los países de la región cuentan con la infraestructura para la producción de vacunas para uso animal a partir de herramientas biotecnológicas, aunque el énfasis ha sido para la salud humana.

Las consecuencias económicas de las enfermedades del ganado afectan tanto al sector público como al ganadero. Su prevalencia depende hasta cierto punto de la estrategia de control y erradicación aplicada. La introducción de las herramientas moleculares en la medicina veterinaria es ya un hecho de tal manera que a la fecha existen un gran número de métodos biotecnológicos (pruebas de ELISA, producción de anticuerpos mono y policlonales, etc.) para la detección de agentes causantes de enfermedades como Tuberculosis, Fiebre porcina clásica, Diarrea Viral Bovina, Newcastle, Salmonelosis, Brucelosis y Micoplasmosis.

## **LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA ANIMAL.**

En general, existen líneas de investigación en biotecnología animal a largo plazo en la región de América Latina y el Caribe de manera limitadas. Esto es contrario a lo ocurrido en los Estados Unidos y Canadá. Esta diferencia potencialmente podría convertirse en una oportunidad de cooperación entre las diferentes regiones del continente. En la región de América Latina y el Caribe, al no existir proyectos ó iniciativas centralizadas de investigación, éstas se encuentran atomizadas en los distintos grupos de trabajo que presentan sus propios proyectos en temas de interés. Sin embargo, a nivel de países, existen esfuerzos encaminados al incremento de la aplicación de éstas técnicas. Los organismos de Ciencia y Tecnología (por ejemplo, CONICYT en Chile, FAPESP en Brasil, CONACYT en México, CONICET en Argentina) han sido los encargados de

distribuir los recursos financieros disponibles para la producción de la investigación. Logros importantes han sido conseguidos por proyectos nacionales financiados por estas instituciones.

Investigación en biotecnología aplicada a la reproducción ha sido la más exitosa. En Brasil, el área de la biotecnología de la reproducción domina las principales metodologías con núcleos de excelencia en diferentes unidades de investigación de EMBRAPA, y en diversas universidades nacionales, en todo el país. En función de costos elevados, la mayoría de esas tecnologías están siendo utilizadas en hatos de ganado elite, pudiendo multiplicar animales con valor genético muy superior a la media del país. Una situación semejante impera en Chile. Tecnologías enfocadas a la reproducción animal son predominantes. Estas técnicas incluyen la fertilización in vitro, sexaje de embriones, criopreservación de semen y embriones, estudios de función de espermatozoides e inmunomodulación de la reproducción, que se han aplicado en bovinos, caprinos, ovinos y camélidos. En Argentina, una compañía privada ha producido una vaca transgénica que expresa el gen de la hormona del crecimiento de humanos en leche. Por el valor de la vaca, se decidió reproducirla por medio de clonación. El proceso de clonación ha sido exitoso, y en el 2002 nació la primera ternera transgénica.

Brasil ha emprendido varios proyectos de secuenciación de germoplasma. Entre ellos se encuentra la secuenciación de genomas de la bacteria *X. fastidiosa*, la cual causa clorosis en los cítricos. También participan en el proyecto de secuenciación del genoma funcional de la caña de azúcar, del café, del genoma de las *Xantomonas* y del *Mycoplasma synoviae*, el cual ataca a los bovinos. También participa en la secuenciación de extremidades de clones del ADN bovino, coordinado por el Servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, cuyo objetivo es tener completa la secuenciación del genoma bovino.

El conocimiento de la diversidad genética asociada con la industria pecuaria de cada país es de primordial importancia para la implementación de programas de biotecnología animal, pues sin contabilizar los recursos genéticos y la diversidad genética, la aplicación de la biotecnología sería limitada. Los programas de recursos genéticos autóctonos en cada país han sido establecidos con ese objetivo. Por ejemplo, en México, el Programa Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios contempla la caracterización genética empleando técnicas moleculares para poder eventualmente aplicar componentes biotecnológicos. Aún cuando la creación de dicho programa ha sido reciente, la aplicación de la biotecnología basada en los recursos genéticos pecuarios ha llevado líneas de investigación como la caracterización de la diversidad genética y los primeros trabajos en la identificación de loci de características cuantitativas (QTL por sus siglas en Inglés) para algunas características en bovinos, y la identificación de paternidad.

La biotecnología en la producción animal tiene un fuerte apoyo en los Estados Unidos y Canadá. Existen proyectos de investigación en la identificación de de QTL en cada especie doméstica (Bovinos productores de leche y de carne, suinos, aves, peces, etc.) y para características de importancia económica, como lo es la producción de leche, producción de grasa y proteína en leche, resistencia a mastitis, suavidad ó terneza de la

carne, tamaño de la camada en cerdos, tasa de ovulación en bovinos, producción de huevo en aves, etc. Actualmente estudios en biotecnología se están iniciando con el objetivo de identificar genes asociados con la eficiencia alimenticia de bovinos y cerdos. También se ha logrado la secuenciación, a través de colaboraciones internacionales, de los genomas de aves, bovinos y algunas especies de peces. Se han iniciado los esfuerzos para la secuenciación del genoma de los suinos. Los resultados de la investigación en la biotecnología aplicada a la producción animal están siendo utilizados en forma comercial en estos países. Como ejemplo, existen pruebas moleculares que permiten predecir con mayor exactitud la suavidad ó ternera de la carne que un animal potencialmente puede producir. Estas pruebas moleculares están siendo comercializadas por compañías privadas en los Estados Unidos, Canadá, y Australia. Otros ejemplos son el uso de pruebas moleculares para la detección de sementales capaces de incrementar la producción de queso con cantidades similares de leche (el caso de las caseínas), así como una prueba molecular para identificar animales que potencialmente producen una cantidad mayor de marmoleo en bovinos productores de carne (importante en la comercialización de carne para el mercado Japonés). El uso de técnicas moleculares ha permitido incrementar la calidad de los productos de origen animal.

## **LIMITANTES DE LA BIOTECNOLOGÍA PECUÁRIA EN LAS AMÉRICAS**

El uso de la tecnología geonómica en producción animal en general es incipiente en América Latina y el Caribe, mas no así en los Estados Unidos y Canadá, donde la evolución de la biotecnología para la producción animal ha sido fuerte. En el caso de América Latina y el Caribe, los equipos de investigación se han dedicado principalmente a estudios de genética poblacional y validación de genes candidatos asociados a condiciones de interés productivo. No se han desarrollado aún experimentos de mayor escala como la identificación de QTL en las distintas especies domésticas. Ha habido iniciativas por parte de empresas privadas de comercializar métodos de identificación animal, trazabilidad utilizando herramientas moleculares y mejoramiento genético utilizando tecnología de marcadores moleculares. En los países desarrollados de la región, éstas se realizan de manera común. En América Latina y el Caribe, algunas de las limitantes para la adopción de estas tecnologías son el costo, ya que en general los insumos son importados y por otro lado la falta de un aliciente económico que justifique la inversión. Por ejemplo, el uso de marcadores moleculares para calidad de carne podría difundirse si eso se tradujera en un mayor ingreso por los animales vendidos.

Tal como se observa en los países desarrollados, donde la biotecnología ha alcanzado niveles importantes de desarrollo, resulta clave la interacción y trabajo en equipo de personas provenientes de distintas áreas de formación profesional (Genetistas, Fisiólogos, Biólogos Moleculares, etc.), capaces de transformar el conocimiento científico-tecnológico en productos o servicios de valor comercial. El sistema en América Latina de educación superior de pre y postgrado está incrementando la oferta de programas relacionados con la biotecnología, sin embargo existen algunas áreas como en la producción pecuaria donde existe claramente un escaso desarrollo, fundamentalmente por la falta de instituciones con capacidad técnica instalada en éste tema que podrían formar los recursos humanos requeridos, contrario a lo que se observa en países desarrollados

como los Estados Unidos y Canadá. Otras áreas en cambio han tenido un mayor crecimiento motivado principalmente por la propuesta de desarrollo productivo del país, que ha identificado a ciertas áreas estratégicas como la fruticultura y producción agrícola como los principales polos de acción para el desarrollo biotecnológico. En el sistema de educación superior de América Latina de pregrado existe una oferta creciente de carreras vinculadas a la biotecnología, lo que de alguna manera también ocurre en los programas de postgrado. Sin embargo, la inserción en el sector productivo de estos especialistas es muy pobre, por lo que actualmente se deben crear fuentes de trabajo que permitan insertar a un mayor número de profesionales y graduados directamente en las empresas biotecnológicas. Como ejemplo, en México se han identificado 12 empresas enfocadas a la producción biotecnológica en el área pecuaria.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

Especies de interés económico han sido sujetas a estudios enfocados a su manejo y explotación utilizando algún tipo de herramientas biotecnológicas, sin embargo, no existen aún líneas de investigación fuertemente apoyadas, tanto a nivel económico como científico-tecnológico que permitan hablar de un esquema de desarrollo de la Biotecnología Pecuaria en América Latina. En parte esto ha sido debido a la variabilidad en los sistemas de producción pecuarios no estructurados y a recursos genéticos a nivel de especies poco caracterizados que pueden servir como base para la aplicación de los componentes biotecnológicos. En general, se puede decir que la tendencia de las diferentes dependencias enfocadas en el área, es la de utilizar la gran cantidad de información y modelos exitosos de aplicación de esta herramienta (sobre todo aquella que involucra el estudio de diversidad de los genomas) en la industria pecuaria de países desarrollados para iniciar con su implementación en los sistemas productivos, específicamente aquellos en los cuales se tiene impacto económico tanto a nivel nacional como internacional mediante una cooperación técnica que favorecería la complementariedad entre regiones. Es necesario que la comunidad científica a través de sus respectivas políticas nacionales sobre el tema, promueva la organización, implementación y/o desarrollo de tecnologías enfocadas a dar seguimiento y apoyo a los programas nacionales de biotecnología. Asimismo, todo esfuerzo en investigación que se haga debe estar acompañado por un esfuerzo de divulgación y capacitación a diferentes niveles de los usuarios (Investigadores, productores, empresarios, etc.), las ventajas que ofrece la introducción del componente biotecnológico con el fin de apoyar y contribuir a la competitividad de los sistemas de producción animal en el continente.

### **Referencias:**

- Brenig B, et al. (2004). Achievements of research in the field of molecular genetics. In: World Association of Animal Production. Book of the Year 2003. Rome, Italy. Pp. 144-164.
- Machado MBB, et al. 2003. QTL affecting body weight in a candidate region of cattle chromosome 5. *Genet. Mol. Biol.* 26:259-265.
- Melo CA. 2004. Clonación en Latinoamérica. Trabajos sobre bovinos transgénicos, realidades y mitos de éstas nuevas tecnologías. In: Sociedad Chilena de Producción Animal A. G. (Ed.). Avances en biotecnología animal y sus

- aplicaciones en la ganadería nacional. Serie Simposios y Compendios, Vol. 10. pp. 41-52.
- Montaldo-Valdenegro H. 2003. Estructura de la ganadería para el mejoramiento genético. Consulta en línea. [www.conargen.org.mx/indextest.html](http://www.conargen.org.mx/indextest.html)
- Programa Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios. Consulta en línea. [www.sagarpa.gob.mx/Dgg/FTP/conargen](http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/FTP/conargen).
- Salazar-Marroquin EL, et al. 2004. Evaluación de marcadores microsatélites para la verificación de parentezco en ganado Beefmaster y Charolais en el Noreste de México. Tec. Pec. Mex. 42:429-435.
- Soria LA, y Corva PM. 2004. Factores genéticos que determinan la terneza de la carne bovina. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 12:73-88.