

# LA BIOTECNOLOGÍA EN LA PRODUCCIÓN ANIMAL EN AMÉRICA LATINA (\*)

**Mg. Enrique A. Gómez Peralta**

## RESUMEN

*El objetivo del presente trabajo es analizar el crecimiento y aplicación de los avances del desarrollo biotecnológico en el continente latinoamericano y dilucidar cuáles son los posibles espacios y actores claves para que el desarrollo biotecnológico no se convierta en un asunto tecnocrático, sino en un espacio de participación social, donde la biotecnología sea una posibilidad para el desarrollo de la producción animal en el continente. La incorporación de los países latinoamericanos en los mercados internacionales requiere que la industria pecuaria sea competitiva para estar acorde con las exigencias económicas del mercado.*

## INTRODUCCIÓN

Incorporar a los países latinoamericanos en los mercados internacionales requiere que la industria pecuaria sea competitiva para estar acorde con las exigencias económicas del mercado. Esto exige un cambio en la productividad que permita un aumento en la competitividad de productos de origen animal de alta calidad.

Uno de los instrumentos disponibles para lograr esta competitividad es la aplicación de la biotecnología y sus componentes en la industria pecuaria.

En diversos países de la región se tiene el consenso de que el empleo de herramientas

biotecnológicas en la producción animal ofrece 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, sobre todo en el sector pecuario.

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

---

(\*) Conferencia sustentada en la Academia Peruana de Ciencias Veterinarias, setiembre 2014.

los mercados internacionales, a través de la creación de programas nacionales destinados al crecimiento y desarrollo de esta actividad.

## 1. USO DE LA BIOTECNOLOGÍA ANIMAL

Existen algunas técnicas de biotecnología que se utilizan en forma generalizada en Latinoamérica. 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 incluyen técnicas como la secuenciación de genomas, las cuales son utilizadas en algunos países como Brasil, en forma eficiente, sin considerarse su uso común en la región.

La secuencia del genoma de especies domésticas permitirá identificar a los genes que pudieran estar asociados a la adaptación de razas a climas tropicales, a la altura y a la resistencia a enfermedades y a parásitos.

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

La secuenciación del ADN es un conjunto de métodos y técnicas bioquímicas cuya finalidad es la determinación del orden de los nucleótidos (Adenina, Citosina, Guanina y Timina) en un oligonucleótido de ADN. La secuencia de ADN constituye la información genética heredable del núcleo celular, los plásmidos, la mitocondria y cloroplastos, en plantas, que forman la base de los programas de desarrollo de los seres vivos. Así pues, determinar la secuencia de ADN es útil en el estudio de la investigación básica de los procesos biológicos fundamentales.

Las técnicas biotecnológicas más usadas y que han tenido un gran impacto en el mejoramiento animal han sido las técnicas de inseminación artificial, ovulación múltiple y trasplante de embriones.

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 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 han 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 uso desde fines del 2008.

Los países de la región cuentan con infraestructura para la producción de vacunas para uso animal a partir de herramientas biotecnológicas, aunque el principal énfasis ha sido dirigido 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 biológicos (pruebas de Elisa, producción de anticuerpos monoclonales y policlonales, etc.) para la detección de agentes causantes de enfermedades

como Tuberculosis, Fiebre Porcina Clásica, Diarrea Viral Bovina, Newcastle, Salmonelosis, Brucelosis y Micoplasmosis.

En el Perú la biotecnología se usó principalmente en el fomento de trasplantes de embriones bovinos y de alpacas en Arequipa y Cajamarca, por investigadores norteamericanos e ingleses, respectivamente. Asimismo, se trabajó en camélidos sudamericanos, específicamente de alpacas en el altiplano y de bovinos en el trópico peruano, Tarapoto, efectuándose en esta última, no solo implantes de embriones “frescos”, recién recolectados, sino que se criopreservó embriones para posterior implantes con resultados exitosos. Como es de esperar, con el uso de este instrumento de mejoramiento genético en estos animales domésticos se tiende a una mayor producción.

## 2. 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 limitada. 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 no existen proyectos o 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 estas técnicas.

Organismos de Ciencia y Tecnología como el CONICYT en Chile, FAPESP, el CNPq y el CNPA en Brasil, CONACYT en México, CONICET en Argentina y CONCYTEC en Perú han sido encargados de distribuir recursos financieros disponibles para la producción de investigación. Logros importantes han

sido conseguidos por proyectos nacionales financiados por su respectiva institución. La 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 en diferentes unidades de investigación de EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria), su principal centro de investigación, y en diversas universidades estatales, 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.

En Chile una situación semejante impera. Tecnologías enfocadas a la reproducción animal son predominantes. Estas técnicas incluyen la fertilización in vitro, sexaje de embriones, criopreservación de semen y de embriones, estudios de función de espermatozoides e inmunomodulación de la reproducción, que es el cambio en el sistema inmunitario del cuerpo causado por sustancias que activan o debilitan su función; dichas técnicas se han aplicado en bovinos, caprinos, ovinos y camélidos.

En el Perú el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) tiene a su cargo el fomento de la investigación, la transferencia de tecnología, la asistencia técnica, la conservación de recursos genéticos en el ámbito de su competencia y la producción de reproductores de alto valor genético; asimismo, es responsable de la zonificación, crianzas y establecer lineamientos de política del servicio de extensión agropecuaria mediante el uso de la biotecnología moderna al servicio de la ganadería nacional. Asimismo, se ha creado el Centro Nacional de Biotecnología Agropecuaria y Forestal tendiente al desarrollo de capacidades para la implementación y utilización de la biotecnología convencional y moderna en el sector agropecuario.

Además actualmente el laboratorio de Bio-

tecnología Reproductiva y Laparoscópica del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA) de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos que –con el apoyo de la Corporación Andina de Fomento (CAF) que donó el más avanzado Laboratorio de Biotecnología Reproductiva y Laparoscópica y el aporte de las SAIS (Sociedad Agropecuaria de Interés Social) Pachacutec y Túpac Amaru– permitieron hacer investigaciones con dos principales objetivos claramente definidos: primero contribuir al fomento de las biotecnologías de trasplante y micromanipulación de embriones y segundo propiciar el mejoramiento genético de bovinos, ovinos y camélidos sudamericanos, todo esto para el aumento de una mayor producción pecuaria.

En el laboratorio de Biotecnología Reproductiva Animal de la Universidad Nacional Agraria la Molina, donde nació el primer ternero pedigrí en el Perú mediante fecundación in vitro en el año 2000, se viene aplicando la criopreservación de semen de pavos, ovinos, bovinos y camélidos sudamericanos, como también se viene desarrollando la fragmentación de ADN espermático en ovinos, bovinos y alpacas; también se estudia la morfología espermática en ovinos, bovinos y equinos y selección espermática en camélidos sudamericanos.

En Argentina una compañía privada ha producido una vaca transgénica. Por el valor de la vaca se decidió reproducirla por medio de clonación. El proceso de clonación fue exitoso, naciendo en el 2002 la primera ternera transgénica.

Brasil en el sector agropecuario ha emprendido varios proyectos de secuenciación de germoplasma. Entre ellos se encuentra la secuenciación de genomas de la bacteria *Xantomona 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 participan 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 ilimitada.

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.

Aun 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 locus cuya variación alélica está asociada con la variación de un carácter cuantitativo, QTL por su 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 la variación del carácter cuantitativo (QTL) en cada especie doméstica (bovinos productores de leche y de carne, suínos, aves, etc.) y para características de importancia económica, como lo es la producción de leche, producción de grasa y proteína en leche, resistencia a la mastitis, suavidad y tersura de la carne, tamaño de la camada en cerdos, tasa de ovulación en bovinos, producción de huevos en aves, etc.

Actualmente estudios de biotecnología se están desarrollando 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 porcinos.

Los resultados de la investigación en la biotecnología aplicada a la producción animal están siendo utilizados en forma comercial por estos países. Como ejemplo, existen pruebas moleculares que permiten predecir con mayor exactitud la suavidad o tersura de la carne que un animal potencialmente puede producir.

Estas pruebas moleculares están siendo comercializadas por compañías privadas de 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.

### **3. LIMITANTES DE LA BIOTECNOLOGÍA PECUARIA EN LATINOAMÉRICA**

El uso de la tecnología geonómica en producción animal en general es incipiente en América Latina y el Caribe, más no así en Estados Unidos y Canadá, donde la evolución de la biotecnología para la producción animal ha sido fuerte.

En el caso de Latinoamérica 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, trazando y 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 Latinoamérica y el Caribe algunas de las limitaciones 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, médicos veterinarios, etc.), capaces de transformar el conocimiento científico-tecnológico en productos o servicios de valor comercial.

En Latinoamérica el sistema de educación superior de pre y post grado 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 falta de instituciones con capacidad técnica instalada en este tema que podrían formar los recursos humanos requeridos, contrario a lo que se observa en países desarrollados.

Otras áreas en cambio han tenido 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 Latinoamérica de pre grado existe una oferta creciente de carreras vinculadas a la biotecnología, lo que de alguna manera también ocurre en los programas de post grado.

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 puede mencionarse el caso de México donde se han identificado empresas enfocadas a la producción biotecnológica en el área pecuaria.

#### 4. 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 Latinoamericana. En parte esto ha sido debido a la variabilidad en los sistemas de producción pecuaria no estructurada y a recursos genéticos a nivel de especies poco caracterizados que puedan 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 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.), de 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.

#### BIBLIOGRAFÍA

PARRA-BRACAMONTE, G.M, SIFUENTES RINCÓN, A. M., DE LA ROSA REYNA, X. F, y ARELLANO VERA,W., “Avances y perspectivas de la biotecnología genómica aplicada a la ganadería en México”, en: *Tropical and subtropical. Agroecosystemst*, Mérida, vol.14, Nro.3, 2011.

FAO, *Evolución de la Biotecnología y sus posibles efectos sobre los sectores ganadero y cárnico*, Dpto. Económico y Social, 2011.

UFFO, O., “Producción Animal y Biotecnologías Pecuarias: nuevos retos”. *Rev. Salud Animal*. V. 33 Nro.1, La Habana - Cuba, 2011.

FORERO, C., “Biotecnología Animal: Estado del arte, riesgos y beneficios”, en: *Taller de Bioseguridad Agropecuaria*, CIAT, 4-6, Colombia, 2004.

PALOMINO, M. H., *Biología del Trasplante y Micromanipulación de Embriones de Bovinos y Camélidos de los Andes*, A.F.A. Editores Importadores S.A., 2000.

PALOMINO, M.H. y GÓMEZ-PERALTA, E.A., *Biología del Trasplante y Micromanipulación de Embriones de Bovinos y Camélidos de los Andes*, Cap. II ("Selección y Mejoramiento Genético"), A.F.A. Editores Importadores S.A., 2000.

PALOMINO, H., MEDINA, E., LI, O., GÓMEZ-PERALTA, E. A., SUMARI, E., CLAVO, N., ÁLVAREZ, M., CHANG SAY, F., y PANDO. L., "Trasplante de embriones en alpacas", Ponencia en el 1er. Congreso Nacional sobre Camélidos, Cajamarca-Perú 26, 1996.

PALOMINO H. y GÓMEZ-PERALTA, E. A., 1993. "Biología de la Reproducción en camélidos andinos", en; *Alma Mater*, Lima, UNMSM, 1993, 4:79-86.

#### Inseminación artificial



Antes



Ahora