XXVI Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal
V Simposio Internacional de Producción Animal
Guayaquil (Ecuador) 28 – 31 mayo, 2018

Invited paper:

Conservación de ganado bovino criollo en Santa Cruz, Bolivia

Juan Antonio C. Pereira[1]

Facultad de Ciencias Veterinarias - Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Bolivia

Conservation of creole cattle in Santa Cruz, Bolivia

Abstract. The situation of bovine breeding in the department of Santa Cruz and Bolivia during the last 25 years can be described as positive and encouraging. This improvement was due to the development of technical capabilities by private and public actors. The techniques of genetic improvement until 2005 were based on the so-called quantitative genetics. As of the year 2005 the systems of improvement in the department begin to use the genomics (DNA) thanks to the Faculty of Veterinary Sciences implemented a modern molecular laboratory with the purpose of improving the veterinary diagnosis in the country. The implementation of this laboratory coincides with the consolidation in the Faculty of the herd of conservation of Creole cattle. The conservation of Creole cattle began with the implementation of the Yacumeño Criollo Cattle Conservation Center. In the Center works were developed to determine the genetic variability of the conserved herd and later more herds of Creole cattle were incorporated to the study. The next step was to develop molecular techniques for the study of characteristics that value Creole cattle, one of which is the determination of meat tenderness. All the experience gained in this period was directed to cover the other populations of Creole cattle in the department of Santa Cruz, such as the creole cattle of the Santa Cruz (semiarid region), the plains area and, finally, the inter-Andean valleys. The studies showed that there is still high genetic variability and the Creole is worthy of conservation. However, genetic erosion due to the introduction of foreign breeds that are decreasing the population of Creole cattle. It is important to develop government policies to protect this valuable zoogenetic resource.

Key words: Animal genetic resources, Conservation, Molecular genetics

Resumen. La situación del mejoramiento genético bovino en el departamento de Santa Cruz y Bolivia durante los últimos 25 años puede ser calificada como positiva y alentadora. Esta mejora se debió al desarrollo de capacidades técnicas por parte de los actores privados y públicos. Las técnicas de mejora genética hasta el año 2005 estuvieron basadas en la denominada genética cuantitativa. A partir del año 2005 los sistemas de mejoramiento en el departamento comienzan a utilizar la genómica (ADN) gracias a que la Facultad de Ciencias Veterinarias implemento un moderno laboratorio molecular con el propósito de mejorar el diagnóstico veterinario en el país. La implementación de este laboratorio coincide con la consolidación en la Facultad del hato de conservación de ganado criollo. La conservación del ganado criollo comenzó con la implementación del Centro de Conservación de Ganado Criollo Yacumeño. En el

Recibido: 2018-08-17; Aceptado: 2018-09-28
[1] Autor para la correspondência: antonios8@hotmail.com

Centro se desarrollaron trabajos para determinar la variabilidad genética del hato conservado y luego se incorporó al estudio más hatos de ganado criollo. El siguiente paso fue desarrollar técnicas moleculares para el estudio de características que valoren al ganado criollo, una de estas es la determinación de la terneza de la carne. Toda la experiencia adquirida en este periodo se direcciono para abarcar las otras poblaciones de ganado criollo del departamento de Santa Cruz como ser el ganado criollo del chaco cruceño (región semiárida), de la zona de llanuras y por último de los valles interandinos. Los estudios demostraron que aún existe alta variabilidad genética y el criollo es digno de conservarse. Sin embargo se nota erosión genética debida a introducción de razas foráneas que están haciendo decrecer la población de ganado criollo. Es importante desarrollar políticas gubernamentales para proteger este valioso recurso zoogenético.

Palabras claves: Conservación, Genética molecular, Recursos zoogenéticos

Introducción

La Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno consolido un programa de conservación del ganado bovino criollo Yacumeño a partir del año 2005. En el presente trabajo se analizara el proceso de conservación y mejoramiento del ganado bovino criollo en Bolivia. Sin embargo, es necesario mencionar algunos acontecimientos antes de este periodo. Antes de que la Facultad de Ciencias Veterinarias (FCV) hubiera determinado comenzar a conservar y mejorar el ganado criollo de forma sistemática, esta institución trabajó por 25 años en la mejora genética de ganado Nelore y en carne y Holstein y Pardo suizo en leche a nivel Departamental y Nacional.

La FCV en este periodo de 25 años sin lugar a dudas genero los cambios más destacados y positivos para el mejoramiento genético. Los años 80 fueron los años dorados de el Centro de Investigación de El Prado dependiente de la FCV. Contaba con ganado porcino, caprino y bovino lechero y sin lugar a duda alguna fue la base para el actual desarrollo de la piscicultura del departamento. Toda esta actividad fue reforzada y fortalecida a través de un proyecto de cooperación técnica con el gobierno del Japón que unifico las actividades del sector pecuario en el departamento.

El proyecto fue denominado Proyecto de Mejoramiento Genético Bovino (PMGB). Se trabajó en el área de lechería y en el área de carne. En el año 1991 el PMGB dio apoyo a las asociaciones de leche y carne en el área de registro genealógico. Se trabajó conjuntamente con los productores y sus técnicos en el desarrollo de un sistema de registro genealógico desde la reglamentación, captación de información y registro computarizado. En los primeros cinco años se dio más colaboración a la parte lechera.

Posterior a eso se continuó trabajando con ganado de carne, es a partir de 1999 que comienza un impulso fuerte en el área de carne trabajando estrechamente con la Asociación de criadores de razas cebuinas (ASOCEBU). La FCV recibe de parte de la Gobernación del departamento un predio llamado Todos Santos Hirtner (TSH) que trabajaba con ganado cebú, específicamente con ganado de Gir. El PMGB acepta el seguir trabajando con el ganado Gir y además incorpora la raza Nelore. Para ello se adquirió vientres Nelore de Brasil y de cabañas representativas de Santa Cruz. Estas vacas constituyeron la base genética del actual hato Nelore de TSH.

A continuación se indican los hechos más importantes que marcaron el rumbo de la mejora genética de Santa Cruz. Tanto en leche como en carne. En ambos tal vez el punto más importante fue la consolidación del uso de la inseminación artificial como medio para mejorar genéticamente el hato nacional. Gracias a esta técnica se utilizó material genético del exterior (Estados Unidos, Japón, Canadá y Brasil) proveniente de programas de selección y mejora genética. El PMGB se convirtió en el principal motor de cambio al dar cursos de capacitación en inseminación artificial a productores, veterinarios y cualquier interesado en el tema a nivel nacional.

Lechería:

- Creación de un área específica dentro de la asociación de lecheros que solo trabaje con mejoramiento genético. Esta iniciativa dio la pauta para la formación de la asociación de criadores de razas lecheras puras.

- Desarrollo del reglamento de registro del Holando Boliviano.
- Apoyo en la sistematización de los datos de registro genealógico: dotación de computadoras.
- Desarrollo del software de control lechero.
- Capacitación en evaluación lineal del ganado lechero.
- Inicio del Control Lechero Oficial que continua a la fecha.

Carne:
- Desarrollo de programa (software) para el registro genealógico de las razas Nelore, Brahman y Gir lechero para ASOCEBU.
- Formación del hato de Nelore del TSH.
- Ejecución de pruebas de ganancia de peso en base a pasturas (Pereira y Calderón. 2002).
- Primera evaluación genética mediante el modelo animal conjuntamente con la USP y ANCP en el año 2004.
- Lanzamiento del sumario de toros y matrices Nelore de Bolivia

Estos trabajos de mejora genética bovina siguieron los procedimientos tradicionales de genética cuantitativa que son el de aplicar modelos matemáticos a los datos de genealogía y producción de los animales.

Todas estas actividades fortalecieron las actividades ganaderas del departamento de Santa Cruz, en la actualidad el 60 % de la producción de leche, carne de pollo parrillero y de cerdos es producida en este departamento de Bolivia. En cuanto a carne bovina se considera que la mejor genética se halla en el departamento de Santa Cruz, el cual concentra la mayoría de las cabañas de la raza Nelore y Brahman.

Conservación de ganado Criollo

Es en el año 2005 que la FCV amplía su trabajo hacia otro aspecto que hasta ese año no se había tomado en cuenta: La Conservación de Recursos Zoogenéticos, aspecto que últimamente ha ganado gran importancia a nivel mundial (FAO, 2009). El detonante para que la FCV comience a trabajar en esta importante área fue la decisión de Estancias Espíritu (EE) del departamento del Beni de vender su ganado criollo denominado Yacumeño. Este ganado fue seleccionado por más de 35 años bajo las condiciones adversas de las zonas inundadizas de las pampas benianas (De Alba, 2011). En primera instancia la FCV realizo diversos esfuerzos por varios medios para que este valioso hato de ganado bovino criollo se mantenga en el Beni. Esto con el objetivo de no perder así el proceso evolutivo y de adaptación a ese medio ambiente. Lastimosamente después de agotar todas las instancias EE decide enviar a matadero todos sus animales, es ahí donde la FCV toma la decisión de adquirir 120 vientres de este ganado para comenzar y programa de conservación y mejora genética del ganado Criollo para carne (Pereira *et. al.,* 2008).

Al comenzar este proyecto comienza también la era de la investigación genómica o molecular en la FCV. Justamente entre los años 2005 al 2010 nuevamente con ayuda técnica y económica del JICA se instala en la Facultad el laboratorio de diagnóstico veterinario denominado PROVETSUR. Este laboratorio que nace para mejorar el diagnostico veterinario del cono sur cuenta con apoyo técnico de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y bajo esa cooperación la FCV logra obtener un excelente laboratorio de diagnostico veterinario.

Los primeros trabajos se centraron en caracterizar genéticamente el ganado Criollo adquirido de EE. El trabajo no fue realizado en solitario, en el entendido de que de nada sirve conservar e investigar si los productores no están involucrados. Por lo tanto, se trabajó con la Asociación de Ganado Criollo (ASOCRIOLLO). A continuación se listan los trabajos realizados:

El primer trabajo consistió en determinar si la diversidad genética del hato adquirido era representativo del hato original. Esto se realizó debido a que el hato original contaba con 600 vientres seleccionados por más de 30 años consecutivos y además tenían registros de datos reproductivos impresionantes. Por ejemplo: existían vacas criollas criadas en pastos naturales que habían parido 10 años consecutivamente y destetaron vivos todos sus terneros. De todos esos valiosos vientres la FCV apenas pudo adquirir 120 animales. Era necesario saber si las vacas adquiridas representaban genéticamente al hato original. Para ello se trabajó a nivel de ADN mitocondrial lo que determinó que la variabilidad del hato adquirido era una muestra representativa del hato original. Esto permitió seguir con el proyecto de conservación de este hato. Se estableció por lo tanto un programa de

conservación *ex situ* de ganado criollo Yacumeño fragmentando el hato original. Con el fin de evaluar el efecto de la fragmentación, sobre la diversidad mitocondrial, se analizaron 28 secuencias del D-loop mitocondrial de 14 individuos muestreados previamente en el año 1998 y 14 en el año 2010. El cálculo de la diversidad nucleotídica y la media de diferencias entre pares de secuencias en el bovino Criollo Yacumeño fueron de 0,110 ± 0,073 y 1,757 ± 1,051, respectivamente. Ninguna de estas dos estimaciones mostró valores superiores al muestreo del año 2010 (0,124 ± 0.083 y 1,978 ± 1,188). Por lo tanto, se puede afirmar que no existió una pérdida de diversidad mitocondrial en el hato fragmentado. Por otro lado, el estudio determinó que los haplogrupos europeo (T3) y africano (T1) se hallan representados por 11 haplotipos en el hato Yacumeño, uno de ellos es privativo del criollo Yacumeño (Pereira *et. al.*, 2011).

El segundo trabajo molecular también se realizo con el hato de criollo Yacumeño ya que cuando se cuenta con una población tan pequeña mantener la variabilidad genética se convierte en un gran problema. Para ello se secuenciaron genéticamente los animales Criollo Yacumeños y se determinaron linajes genéticos de hembras y machos. El ADN se extrajo partir de muestras de sangre de los 149 animales del hato y se procedió a genotipificar todos los individuos utilizando 18 microsatélites y 7 marcadores del cromosoma Y. Los resultados obtenidos permitieron identificar dos grandes grupos genéticos de vacas y 3 linajes paternos. Con esta información se crearon dos grupos de hembras y tres de machos que en estos momentos están siendo utilizados para hacer cruzamientos en el hato cerrado evitando así un aumento de consanguinidad y tratando de mantener la variabilidad genética del hato de conservación (Pereira y col, 2012). El trabajo de secuenciación fue realizado conjuntamente con la Universidad Nacional de La Plata - Argentina.

El tercer trabajo consistió en potenciar al ganado criollo en especial al Yacumeño demostrando objetivamente sus capacidades intrínsecas al ser en esencia un *Bos taurus*. Se comienzo a investigar con la ayuda del laboratorio PROVETSUR genes asociados a la terneza de carne como son la Calpaina y la Calpastatina (Koohmaraie *et al.*, 1995; Corva *et. al.*, 2007; Juszczuk-Kibiack y col., 2008; Cuetia *et. al.*, 2011). Este trabajo abarco además del ganado criollo las otras dos razas que se utilizan en Bolivia para producir carne. Por lo tanto, se trabajó en los hatos bovinos de las razas Criollo, Nelore y Brahman. Gracias a este trabajo se lograron importantes resultados que pueden ser utilizados por los ganaderos para poder genotipificar sus animales y así lograr no solo una mejora cuantitativa (ganancia de peso) sino también cualitativa (mejora de la terneza de la carne).

La producción de carne en Bolivia se basa en dos genotipos: *Bos taurus* (criollo) y *Bos indicus* (cebuinos) y el único criterio de selección utilizado hasta ahora fue la ganancia de peso. Sin embargo, la calidad de carne y en especial la terneza de la misma deben ser incorporadas en los procesos de selección. La terneza de la carne está en parte determinada por el sistema proteico calpaína (CAPN1) / calpastatina (CAST). El tercer trabajo fue determinar la frecuencia alélica y genotípica del gen CAPN1 en las razas Criolla, Brahman y Nelore. Se obtuvieron muestras de sangre de 96 criollos, 92 Brahman y 137 Nelore. Se extrajo ADN utilizando el kit comercial Wizard® Genomic Purification, y posteriormente se tipificaron tres polimorfismos (CAPN1-316, CAPN1-4751 y CAPN1-530) del gen CAPN1 mediante los métodos: ARMS-PCR y PCR-RFLP. La frecuencias alélicas y genotípicas fueron calculadas mediante el software MS-Tools. Las frecuencias de los alelos asociados a mayor terneza para Criollo, Brahmán y Nelore fueron: 22%, 0% y 10 % para el alelo C del SNP CAPN1-316; 76%, 14% y 2% para el alelo C del CAPN1-4751 y 81% para el alelo G del CAPN1-530, solo para criollo (Pereira *et. al.*, 2015). Los resultados demostraron que los bovinos criollos poseen mayor frecuencia de las variantes asociadas a mayor terneza de la carne que los cebuinos. Esta ventaja puede ser utilizada en programas de mejoramiento de la calidad de la carne del hato bovino boliviano, ya sea mediante selección dentro del Criollo o mediante cruzamientos con el ganado Cebú.

A este trabajo se sumaron otros hatos de ganado criollo de Santa Cruz como ser el del centro de investigación de la Gobernación del Departamento de Santa Cruz que tiene ganado criollo doble propósito y el criollo del chaco cruceño (área semiárida donde el criollo predomina).

El siguiente trabajo fue extender estos trabajos de conservación a otras áreas de Santa Cruz como ser el Chaco antes ya mencionado y a los valles interandinos cruceños, un reducto donde el criollo aparentemente se mantiene a través de los años sin mayores cambios. Para ello se hacen trabajos de caracterización genética que abarcan a todos los criollos del departamento de Santa Cruz. La caracterización genética fue necesaria para determinar objetivamente cual es la situación real del ganado criollo del departamento. Esto para observar el grado de erosión genética que pueda haber sufrido el hato criollo del departamento en el entendido de que a partir de mediados del siglo 20 se trabajó con cruzamientos indiscriminados introduciendo genes de bovinos índicos y europeos (Holstein y Pardo Suizo) lo que hizo que el número de ganado criollo puro se reduzca considerablemente. En el departamento del Beni prácticamente el ganado criollo se ha reducido a su mínima expresión dando campo al ganado Nelore como único recurso genético en esa vasta área de praderas naturales.

En Bolivia existen tres tipos de bovinos criollo: del altiplano, de Los Valles y de Los Llanos. El ganado de los valles es una población aislada y poco estudiada. El objetivo fue caracterizar genéticamente el criollo de los valles de Santa Cruz. Se analizaron 17 microsatélites (STRs) autosómicos, cinco STRs y un indel del cromosoma Y, y un fragmento de la región de control de la replicación del ADN mitocondrial. Se extrajo ADN de 98 muestras de animales de raza criolla: 25 de los Valles, 35 individuos de criollo Yacumeño, 17 criollo Saavedreño y 21 criollo del Centro de Ecología Aplicada Simón I. Patiño (Ceasip). Los 17 loci autosómicos estudiados fueron polimórficos. El número de alelos promedio por locus fue de 5,18, variando entre 2 y 10. Los valores de Heterocigosis Esperada observados en los STRs estudiados variaron entre 0,083 y 0,898, resultando en una heterocigosis promedio de 0,664. El análisis de los marcadores del cromosoma Y permitió la detección de dos haplotipos uno de origen *Bos taurus* (haplogrupo Y2 - Val1) y otro de origen *B.indicus* (haplogrupo Y3). El análisis de los linajes maternos permitió detectar diez haplotipos mitocondriales, tres pertenecientes al haplogrupo europeo y siete al africano. Los análisis de distancias genéticas y de componentes principales, basados en los datos de los microsatélites, evidenciaron que la población estudiada presentó un mayor grado de divergencia con respecto al resto de las poblaciones de bovinos criollo bolivianos. La composición genética materna evidencia un origen mixto europeo y africano. Por último, el análisis del cromosoma Y, así como, el de asignación racial mostró que la población de bovinos criollo del valle presenta introgresión de genes de ganado Zebu. El presente estudio puede constituir la base para la puesta en marcha de programas de conservación de este importante recurso zoogenético de los Valles de Santa Cruz (Pereira *et. al.*, 2017)

Este mismo trabajo (realizado mediante microsatélites) fue realizado nuevamente mediante el uso de polimorfismos de nucleótido simple (SNP). Este trabajo secuencio las muestras obtenidas utilizando un microarray de alta densidad. Para lograr esto se trabajó conjuntamente con el laboratorio de Genética de la Universidad Nacional de La Plata, lugar donde se secuenciaron las muestras.

El objetivo de este trabajo fue realizar la primera caracterización genética de diferentes poblaciones de ganado Criollo del Departamento de Santa Cruz (Bolivia) mediante el análisis de un set de 196 marcadores de tipo SNP (polimorfismos de nucleótido simple. Se estudiaron tres biotipos de ganado Criollo: el Saavedreño, el Yacumeño y el ganado Criollo del Ceasip. Para ello se tomaron 30 muestras 10 de cada biotipo de ganado Criollo y se compararon con 249 muestras de siete razas diferentes entre ellas el Criollo argentino y la raza índica Brahman. Las muestras de ADN se tipificaron mediante el uso del Microarrays de alta densidad Axiom BOS1. Los resultados obtenidos ponen en evidencia que la mayoría de los SNPs tipificados son polimórficos en las tres poblaciones de criollos boliviano. El número de alelos promedio por locus fue de 1,94 (Yacumeña), 1,96 (Ceasip) y 1,97 (Saavedreña). Los valores de H_e observados para los SNPs analizados fue de 0,409, 0,410 y 0,421 Yacumeña, Ceasip y Saavedreña, respectivamente; mientras que la H_o resultó ser de 0,418 en la raza criolla Yacumeña, 0,442 en la raza Saavedreña y 0,457 en la población de Criollo del Ceasip.). En los árboles construidos con el método UPGMA o con el método NJJ las diferentes razas de Criollo se agruparon perfectamente, diferenciándose de los

índicos y de los demás grupos raciales no Criollo. El análisis de asignación racial mostró que las poblaciones de bovinos Criollo de Bolivia han presentado bajo nivel de introgresión de genes índicos, probablemente mediado por machos. El presente estudio puso en evidencia que aún se puede llevar a cabo programas de conservación del ganado Criollo ya que este posee alta variabilidad genética y poca introgresión de razas cebuinas.

Actualmente se están desarrollando más técnicas asociadas a mejora de la calidad como la leptina, tiroglobulina y el gen slick asociado a adaptación al trópico. Se espera con este último estudio en proceso (gen Slick) potenciar más al ganado criollo y demostrar las ventajas de este importante recurso zoogenético que debido a falta de políticas gubernamentales se está perdiendo a paso acelerado.

Los logros más importantes en la era genómica son:

- Implementación del laboratorio molecular de PROVETSUR
- Desarrollo de técnicas moleculares para que sean utilizadas por los ganaderos.
- Determinación de técnicas que hacen posible caracterizar genéticamente las poblaciones de ganado bovino.
- Consolidación del programa de conservación de ganado Criollo Yacumeño utilizando técnicas moleculares.

Conclusiones

- Los últimos 25 años han sido de impacto para el hato bovino del departamento de Santa Cruz. Posicionándolo como el más importante de Bolivia
- La Facultad de Ciencias Veterinarias fue la que marcó las pautas para el proceso de mejoramiento genético regional.
- Se consolidó un programa de conservación de ganado criollo Yacumeño.
- Se logró instalar un laboratorio molecular donde se desarrollaron diversos estudios que potenciaron al ganado criollo.
- Se caracterizó genéticamente al ganado criollo Yacumeño, Saavedreño, del Chaco y de los valles interandinos.
- A la fecha se han desarrollado y validado las técnicas para detectar genes asociados a la terneza que involucran la calpaina y la calpastatina.
- Falta aun mucho por realizar. Este trabajo debe ser necesariamente en conjunto entre Instituciones públicas y asociaciones de productores a nivel regional.

Literatura Citada

Corva, P. M, L. Soria, A. Schor, E. Villarreal, M. Perez Cenci, M. Motter, C. Mezzadra, L. Melucci, C. Miquel, E. Pavan, G. Depetris, F. Santini, and J. G. Naon. 2007. Association of CAPN1 and CAST gene plomorphisms with meet tenderness in *Bos taurus* beef cattle. Argentin. Genetics Mol. Biol. 30:1064-1069

Cuetia, J. A, A. M. Posso, D.Y. Hernandez, M. F. Ariza, J. E. Muñoz, y L. A. Álvarez. 2011. Polimorfismos de los genes calpaína y calpastatina en diez razas bovinas criollas mediante siete marcadores de polimorfismo de nucleótido simple (SNP). Actas Iberoam. Conservación Anim. AICA 1:191-194.

De Alba, J. 2011. El libro de los Bovinos Criollos de América. Ediciones Papiro Omega, Mexico.

FAO. 2009. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Italia- Roma.

Juszczuk-Kibiack E., J. Wyszynska-Koko, K. icinska, and S. Rosochacki. 2008. A novel polymorphisms in intron 12 of the bovine calpastatin gene. Molecular Biol. Rep. 35:29-35.

Koohmaraie M, J. Killefer, D. Bishop, S. D. Schackelford, T. L. Wheeler, and J. R. Arbona. 1995. Calpastatin-based methods for predicting meat tenderness. In: Expression of muscle proteinases and regulation of protein degradation as related to meat quality. The Netherlands. pp. 395-412.

Pereira, J. A. C. y D. Calderon. 2002. Pruebas de ganancia de peso en base a pasturas en gando Nelore en el trópico boliviano. XVI Reunión Nacional de ABOPA Forrajes y Producciòn Animal. Cochabamba. pp. 305-314.

Pereira, J. A. C., M. H. Carino, R. Hoyos, A. Rogberg-Muñoz, A. Loza, J. P. Liron, T. Mamani, M. V. Ripoli, y G. Giovambattista.

2012. Diseño de un programa de conservación de un hato de Criollo Yacumeño por marcadores geneticos en Santa Cruz- Bolivia. Actas Iberoamericanas de Conservacion Animal. II:155-159.

Pereira, J. A.C., A. H. Falomir- Lockhart, A. Loza, E. E. Villegas-Castagnasso, P. Rojas, M. Carino, M. Ripoli y G. Giovambattista. 2015. Comparación de frecuencias alélicas y genotípicas de los polimorfismos CAPN1-316 y CAPN1-4751 del gen de la calpaína en tres poblaciones de ganado Criollo Boliviano. AICA 6(2015):156-164.

Pereira, J. A. C., L. Gutiérrez, M. Siancas, J. Orellana, A. J Loza, A. Rogberg-Muñoz, N. S. Castillo, D. M. Posik y G. Giovambattista. 2017. Caracterización genética mediante marcadores autosómicos, mitocondriales y del cromosoma Y de bovinos criollos de los valles del Departamento de Santa Cruz, Bolivia. AICA 10(2017):41-50.

Pereira, J. A. C., R. Hoyos y P. Rojas. 2008. Conservación *ex situ* de ganado bovino Criollo Yacumeño en el tropico boliviano. IX Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos. II:495-499.

Pereira, J. A. C., R. Hoyos y P. Rojas. 2011. Evaluación del efecto de la fragmentación poblacional del bovino Criollo Yacumeño sobre la diversidad mitocondrial. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal. I:157-160.