

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Colección Transformación del Agro



Banco de germoplasma animal para la alimentación y la agricultura

Carolina González Almario
Hugo Rodolfo Jiménez Sabogal
Luisa Alejandra Rugeles Barandica
Diego Hernán Bejarano Garavito



El campo
es de todos

Minagricultura



Banco de germoplasma animal para la alimentación y la agricultura

Carolina González Almario

Investigadora PhD asociada,
Departamento de Agrobiodiversidad
Sede central

Correo: cgonzaleza@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8596-3751>

Hugo Rodolfo Jiménez Sabogal

Investigador PhD asociado,
Departamento de Agrobiodiversidad
Sede central

Correo: hjimenez@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7277-8132>

Luisa Alejandra Rugeles Barandica

Profesional de aseguramiento de recursos
biológicos, Coordinación de Recursos Biológicos
Sede central

Correo: lrugeles@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3364-1974>

Diego Hernán Bejarano Garavito

Investigador máster,
Red de Ganadería y Especies Menores
Centro de Investigación Tibaitatá

Correo: dhbejarano@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8981-0274>

Mosquera, Colombia, 2020

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Banco de germoplasma animal para la alimentación y la agricultura / Carolina González Almario [y otros tres] – Mosquera, (Colombia) : AGROSAVIA, 2020.

30 páginas (Colección Transformación del Agro)

Incluye fotos, gráficos, tablas

ISBN E-book: 978-958-740-408-1

1. Agrobiodiversidad 2. Seguridad alimentaria 3. Recursos genéticos animales 4. Conservación de recursos genéticos 5. Mejoramiento animal. I. González Almario, Carolina II. Jiménez Sabogal, Hugo Rodolfo III. Rugeles Barandica, Luisa Alejandra IV. Bejarano Garavito, Diego Hernán.

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura Agrovoc
Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
(AGROSAVIA)

Colección Transformación del Agro

Primera edición: 100 ejemplares

Publicado en Bogotá, Colombia, septiembre de 2020

Preparación editorial

Editorial AGROSAVIA

editorial@agrosavia.co

Editora: Liliana Gaona García

Diagramación: Oficina Asesora de Comunicaciones,
Identidad y Relaciones Corporativas, AGROSAVIA

Citación sugerida: González Almario, C., Jiménez Sabogal, H. R., Rugeles Barandica, L. A., & Bejarano Garavito, D. H. (2020). *Banco de germoplasma animal para la alimentación y la agricultura*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.brochure.7404081>

Línea de atención al cliente: 018000121515

atencionalcliente@agrosavia.co

<http://www.agrosavia.co/>

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones e información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, y declaran, en este último supuesto, que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.



https://co.creativecommons.org/?page_id=13

Contenido

¿Qué son los bancos de germoplasma?	5
¿Por qué conservar los recursos genéticos animales de Colombia?	5
Historia de los bancos de germoplasma animal (BGA)	7
Conformación y regulación normativa de los BGA	9
¿Qué estrategias de conservación se utilizan, qué razas se conservan y dónde están ubicadas?	11
Banco de germoplasma bovino <i>in vivo</i>	13
Banco de germoplasma porcino <i>in vivo</i>	15
Banco de germoplasma ovino <i>in vivo</i>	17
Banco de germoplasma <i>in vitro</i>	17
¿Qué se investiga en el banco de germoplasma animal?	19
¿Qué se ha logrado con el banco de germoplasma animal?	20
Referencias	23

Lista de figuras

Figura 1	Hato de ganado BON en el Centro de Investigación El Nus	8
Figura 2	Diseño del sistema de apareamiento circular cíclico para una población de ocho familias	11
Figura 3	Tendencia del índice de consanguinidad en el banco de la raza BON, de 1980 a 2019	12
Figura 4	Hembra del banco de germoplasma de la raza Romosinuano	13
Figura 5	Machos de la raza Costeño con Cuernos	13
Figura 6	Hembras del banco de germoplasma	14
Figura 7	Banco de germoplasma de la raza Sanmartinero	15
Figura 8	Hembras del banco de germoplasma de la raza Hartón del Valle	15
Figura 9	Hembra de cría en el banco de germoplasma de la raza Casco de Mula, en el Centro de Investigación La Libertad	16
Figura 10	Hembra de cría en el banco de germoplasma de la raza Sampredreño, en el Centro de Investigación El Nus	16
Figura 11	Banco de razas ovinas criollas en el Centro de Investigación Obonuco	17
Figura 12	Sistemas de almacenamiento de pajillas y embriones mediante criopreservación en el banco <i>in vitro</i> , utilizando nitrógeno líquido en un ambiente a -180 °C	18

¿Qué son los bancos de germoplasma?

Los bancos de germoplasma son lugares físicos donde se mantienen colecciones biológicas y se protege la biodiversidad colombiana asociada a la alimentación y la agricultura (agrobiodiversidad), a través de un manejo especializado que garantiza su viabilidad, distribución y uso. Son una fuente de información esencial para el desarrollo de la investigación científica, y su conservación y mantenimiento contribuyen a un mayor aprovechamiento de los recursos biológicos y al mejoramiento de la seguridad alimentaria de la población.

Estos sitios buscan garantizar la conservación y viabilidad a largo plazo de la agrobiodiversidad del país, al consolidarse como un soporte para el desarrollo de investigaciones dirigidas a la obtención de variedades vegetales con características de interés, líneas de animales con buena adaptación, rusticidad y eficiencia productiva, así como bioproductos de interés nacional, entre otros.

En estos espacios se previene la desaparición o extinción de especies animales y vegetales que han dejado de usarse o que han sido desplazadas gradualmente por el ingreso de nuevos materiales genéticos, la reconversión de los sistemas de producción, la expansión de la frontera agrícola o los avances tecnológicos. Adicionalmente, son lugares donde se protege la agrobiodiversidad frente a eventos catastróficos como desastres naturales, guerras o enfermedades emergentes de alto impacto.

¿Por qué conservar los recursos genéticos animales de Colombia?

Colombia ha sido catalogada como uno de los países con mayor agrobiodiversidad de la región, pues, gracias a su ubicación geográfica y a sus condiciones topográficas, cuenta con una gran diversidad de ecosistemas, que tienen diferentes condiciones medioambientales. Esto permitió que, a

través de procesos de selección natural, se formaron varias razas de animales adaptadas localmente, siendo la población bovina una de las más diversas, con ocho razas criollas reconocidas por el gobierno local.

Entre esas razas se encuentran el Romosinuano (Romo) y el Costeño con Cuernos (ccc), que se formaron en las planicies húmedas y secas de la zona norte del país (Costa Atlántica); el Blanco Orejinegro (BON) y el Chino Santandereano (Chino) en las zonas montañosas de clima medio; el Hartón del Valle (Hartón) en el valle del río Cauca, y el Casanare y el Sanmartinero, en las planicies inundables de Casanare y en la altillanura de la Orinoquía colombiana, respectivamente.

Adicionalmente, existe la raza Caqueteña, que se formó en la región de la Amazonía colombiana (Hernández, 1981; Martínez, 2010). En otras especies, como cerdos, ovinos y caprinos, también existe una diversidad racial importante, con seis razas reconocidas y otras que están en proceso de caracterización.

Estas razas criollas se formaron como resultado de un proceso de selección natural de más de 500 años, a partir de las poblaciones de bovinos *Bos taurus* que ingresaron con los españoles durante la época de la conquista, entre finales del siglo xv y principios del xvi. En la actualidad, estos bovinos criollos presentan características importantes de adaptación y eficiencia reproductiva (Hernández, 1986).

Lo anterior se evidencia en cualidades sobresalientes, como menor susceptibilidad a enfermedades y parásitos (Martínez, Gallego et al., 2005; Martínez, Tobón & Gallego, 2012), mayor eficiencia alimenticia para aprovechar forrajes de baja calidad nutricional (Ovalle, Herrera et al., 2014; Ovalle, Rodríguez et al., 2015), mayor capacidad de termorregulación (tolerancia al calor) (Hammond et al., 1996; Scharf et al., 2010), buena habilidad materna y alta fertilidad (intervalos entre partos inferiores a 470 días) (Grajales,

2001; M-Rocha et al., 2012; Martínez-Villate et al., 2009; Ossa et al., 2013; Vásquez, Martínez, Rodríguez et al., 2007), así como una gran longevidad y temperamento dócil (Chase Jr. et al., 1997). Estas características hacen de las razas criollas un recurso genético importante para desarrollar sistemas de producción sostenibles, con un menor impacto sobre el ecosistema de las regiones ganaderas.

El ganado criollo fue la base de la producción ganadera del país hasta inicios del siglo xx, cuando empezó la importación de otras razas. A partir de 1914, los productores comenzaron a hacer cruzamientos indiscriminados con ganado cebú, lo cual ocasionó una reducción drástica del inventario del ganado criollo. Esta situación llevó a que, en un periodo de 25 años (1914-1939), muchas de las razas criollas desaparecieran o se consideraran en peligro de extinción (Hernández, 1981; Martínez, 2010; Pinzón, 1984).

La consecuencia directa de estas acciones fue la pérdida de la variabilidad genética dentro de las poblaciones de razas criollas, lo cual incrementó el riesgo de erosión o pérdida de genes de importancia económica. En este escenario, siendo consciente de la importancia del germoplasma criollo, el gobierno colombiano gestionó la conformación y sostenimiento de núcleos puros de conservación, con el fin de proteger algunas de las razas criollas y salvaguardar el patrimonio genético de la nación.

Historia de los bancos de germoplasma animal (BGA)

Colombia fue el primer país de Latinoamérica que inició un programa de protección de sus recursos genéticos animales. Como medida de precaución, para evitar la extinción de las razas de ganado criollo, en 1935 el gobierno nacional empezó a conformar núcleos de conservación en granjas experimentales ubicadas en diferentes regiones del país, inicialmente para bovinos, pero que luego se extenderían a otras especies (ovinos y cerdos).

En el año 1936, el gobierno compró la hacienda La Granja en Montería, en el valle del río Sinú, al noroeste de la Costa Atlántica, y la destinó para ubicar

los primeros núcleos de conservación de las razas Romo (256 animales) y CCC (110 animales) (Pinzón, 1981), que fueron trasladados, en 1962, al Centro de Investigación Turipaná, en el municipio de Cereté (Córdoba) (Ossa et al., 2013). En 1940, se estableció el núcleo de la raza BON en la Estación Pecuaria El Nus, ubicada en la zona montañosa de la cordillera Central del departamento de Antioquia (figura 1).



Foto: Banco de fotos AGROSAVIA

Figura 1. Hato de ganado BON en el Centro de Investigación El Nus.

Posteriormente, en 1950, se constituyó el primer núcleo de conservación de ganado Sanmartinero en la granja Iracá, ubicada en San Martín (Meta), en el piedemonte llanero de la cordillera Oriental. En 1959, el hato de Sanmartinero fue dividido, y una parte se trasladó al Centro de Investigación La Libertad, en Villavicencio, en el mismo departamento (Martínez & Chaves, 2001).

Recientemente, se incorporaron dos nuevas razas: Hartón del Valle, cuyo núcleo se conformó en 2013, en el Centro de Investigación Palmira (Valle del Cauca), y el núcleo de la raza Chino Santandereano, que se estableció en 2016, en el Centro de Investigación El Nus.

En cuanto a las razas de cerdos criollos, en 1970 se constituyó el primer núcleo de conservación para el cerdo Zungo, la raza de la Costa Atlántica, en el Centro de Investigación Turipaná. Posteriormente, en 1995, se conformó el núcleo de la raza Casco de Mula, conocida como el cerdo de los Llanos Orientales, en el Centro de Investigación Carimagua, de Puerto Gaitán (Meta), que en 2005 se trasladó al Centro de Investigación La Libertad. Finalmente, en San José del Nus, se estableció un núcleo de cerdo Sampedreño, la raza de las zonas de Antioquia y el Viejo Caldas.

Con respecto a la conservación de razas ovinas, en el año 1944 se constituyó el núcleo de ovinos criollos de lana, en el Centro de Investigación San Jorge, del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), ubicado en Soacha (Cundinamarca). A partir de esta población, en 1985 se generó la variedad Mora, que tiene como particularidad la lana de color negro, apetecida por la industria artesanal. En 2004, por condiciones de manejo administrativo y acatando recomendaciones sanitarias, se decidió trasladar el núcleo de conservación de ovinos criollos de lana al Centro de Investigación Obonuco, en el municipio de Pasto (Nariño), donde permanece actualmente.

Conformación y regulación normativa de los BGA

Dentro de la normatividad que regula la conformación y administración de los bancos de germoplasma, es importante considerar que el Estado colombiano ha suscrito tratados internacionales de biodiversidad y ha generado una serie de disposiciones legislativas que propician la protección y conservación de los recursos genéticos locales.

En el ámbito internacional, en 1992, en Río de Janeiro (Brasil), Colombia suscribió el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), mediante el cual se reconoció la soberanía de las naciones sobre sus recursos genéticos, y que compromete a cada país miembro a emprender acciones efectivas para preservar y utilizar racionalmente todos los recursos genéticos que posee.

Colombia ratificó los compromisos de este convenio con la Ley 165 de 1994, por la cual el país se compromete a fomentar la conservación, el conocimiento y el uso sostenible de la biodiversidad. A partir de este momento, el país estableció formalmente un Sistema Nacional de Bancos de Germoplasma de la Nación Colombiana (SNBGNC), integrado por tres subsistemas: animal, vegetal y microorganismos.

El gobierno facilitó la conformación del SNBGNC a partir de las colecciones de trabajo y los núcleos de conservación existentes en el ICA, cuyo manejo se ha delegado a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), con apoyo financiero estatal.

Adicionalmente, en 2007, durante la celebración de la Conferencia Técnica Internacional sobre los Recursos Zoogenéticos para la Agricultura y la Alimentación, en Interlaken, Suiza, el país firmó el compromiso que contemplaba los objetivos y estrategias que delinearon la formulación y puesta en marcha del Plan Nacional de Acción para la Conservación, Mejoramiento y Utilización Sostenible de los Recursos Genéticos Animales de Colombia (Martínez, 2010), en el cual se considera que los bancos de germoplasma animal son uno de sus pilares estratégicos.

En lo que respecta al marco normativo actual, el 6 de agosto de 2018 el gobierno nacional expidió el Decreto 1470, el cual señala que el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), además de las funciones descritas en el artículo 3 del Decreto 1985 de 2013, administrará los Bancos de Germoplasma para la Alimentación y la Agricultura propiedad de la nación colombiana, y que puede delegar su administración en otras entidades.

Dado lo anterior, mediante la Resolución 327 del 30 de agosto de 2018, el MADR delegó en AGROSAVIA la función de administración de los bancos de germoplasma. Esta resolución comenzó a regir a partir de su publicación (31 de agosto de 2018) y se mantiene vigente hasta la fecha.

¿Qué estrategias de conservación se utilizan, qué razas se conservan y dónde están ubicadas?

El banco de germoplasma animal utiliza dos sistemas de conservación: *in vivo* e *in vitro*. El banco *in vivo* corresponde a animales conservados en el ambiente natural de las regiones donde se formaron. Bajo este sistema se conservan diez colecciones de razas criollas (seis bovinas, tres porcinas y dos de ovinos), que se encuentran en centros de investigación ubicados en diferentes regiones del país.

Teniendo en cuenta que la adaptación de los animales está ligada a la heterocigosis y, por ende, a la variabilidad genética, la estrategia de conservación en el banco *in vivo* se basa en un esquema de apareamiento circular cíclico entre grupos o familias (figura 2). Este método ha mostrado ser efectivo para mantener bajos los niveles de consanguinidad en poblaciones cerradas (Nomura & Yonezawa, 1996).

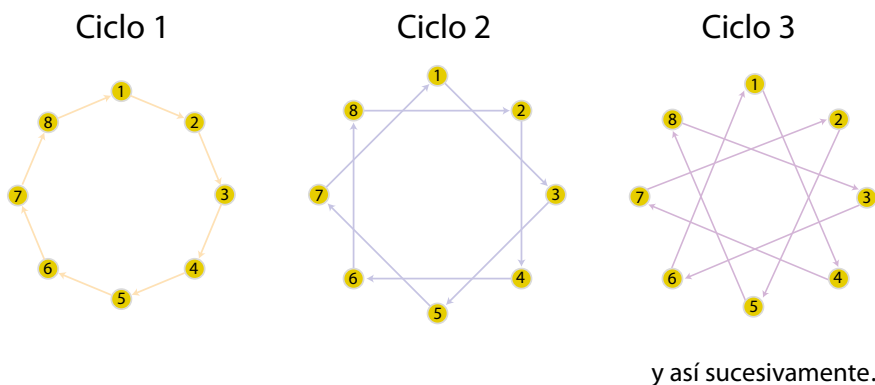


Figura 2. Diseño del sistema de apareamiento circular cíclico para una población de ocho familias.

Fuente: Martínez, León & Vásquez (2012)

En este esquema se divide la población en familias de acuerdo con el grado de relación o parentesco entre los animales, y se programa el apareamiento circular, que inicia con el apareamiento de machos de la familia 1 con hembras

de la familia 2, los machos de la familia 2 con hembras de la familia 3, y así sucesivamente, hasta cerrar el círculo.

Cada vez que se completa un intervalo generacional se hace rotación, hasta regresar al esquema original (figura 2). Para cada apareamiento se seleccionan los machos que tengan los menores índices de consanguinidad transmisible a su progenie (< 4 %) y valores genéticos cercanos a la media poblacional.

Con el fin de tener un mejor control del apareamiento circular cíclico, en el banco de germoplasma animal se ha implementado un modelo de monta estacional, con un único periodo de monta en el año. Además de facilitar el manejo del apareamiento, esta estrategia permite concentrar los partos en los meses de verano, lo que garantiza condiciones que favorecen la sobrevivencia de las crías, y contribuye al control productivo de los animales, al concentrar los diferentes eventos en épocas definidas del año.

Para monitorear el mantenimiento de la variabilidad genética en las poblaciones bajo conservación, anualmente se estima el índice de consanguinidad (figura 3) y se evalúan las tendencias fenotípicas y genéticas de cada población, con el fin de detectar cambios en el desempeño productivo de los animales que puedan estar relacionados con la depresión por consanguinidad.

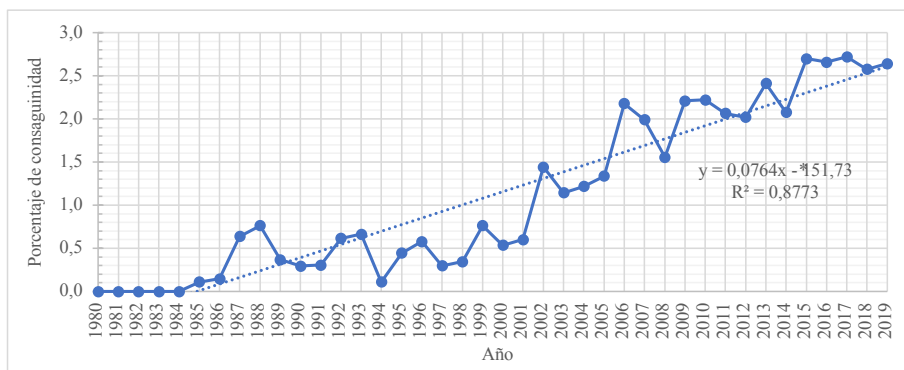


Figura 3. Tendencia del índice de consanguinidad en el banco de la raza BON, de 1980 a 2019.

Fuente: Bejarano et al. (2019)

Banco de germoplasma bovino *in vivo*

Los bancos de germoplasma de las razas Romosinuano y Costeño con Cuernos (figuras 4 y 5) están ubicados en el Centro de Investigación Turipaná, en un área de 313 hectáreas. Cada banco está conformado por ocho familias y un inventario promedio de 430 animales por raza.



Foto: Víctor A. Sarmiento

Figura 4. Hembra del banco de germoplasma de la raza Romosinuano.



Foto: Víctor A. Sarmiento

Figura 5. Machos de la raza Costeño con Cuernos.

El banco de germoplasma de la raza BON y el núcleo de conservación de la raza Chino Santandereano (figura 6) se encuentran en el Centro de Investigación El Nus, en un área asignada de 350 hectáreas. En el caso de la raza BON, hay ocho familias que conforman el banco, con un inventario promedio de 450 animales, mientras que, en el núcleo del Chino Santandereano, constituido en 2016, se mantiene un inventario de 32 animales.



Fotos: Banco de fotos AGROSAVIA y Víctor A. Sarmiento

Figura 6. Hembras del banco de germoplasma. a. Raza BON; b. Raza Chino Santandereano.

El banco de germoplasma de la raza Sanmartinero (figura 7) está ubicado en el Centro de Investigación La Libertad, en un área de 236 hectáreas, para el manejo de las diez familias que lo conforman, con un inventario promedio de 520 animales.

El banco de germoplasma de la raza Hartón del Valle (figura 8) está ubicado en el Centro de Investigación Palmira, en un área de 48 hectáreas, asignadas para el sostenimiento de las seis familias del banco, con un inventario actual de 226 animales. Es importante resaltar que este es el único banco en el que se realiza control lechero, ya que esta ha sido una de las razas criollas que ha mostrado un mayor potencial para la producción de leche.



Fotos: Víctor A. Sarmiento y Banco de fotos AGROSAVIA

Figura 7. Banco de germoplasma de la raza Sanmartinero. a. Hembra; b. Macho reproductor.



Foto: Banco de fotos AGROSAVIA

Figura 8. Hembras del banco de germoplasma de la raza Hartón del Valle.

Banco de germoplasma porcino *in vivo*

En el banco *in vivo* se conservan tres razas porcinas: la raza Zungo, la Casco de Mula y la Sampedreño. El núcleo del cerdo Zungo se encuentra en el Centro de Investigación Turipaná, y está conformado por siete familias y un inventario promedio de 120 animales. Por otro lado, está la raza Casco de Mula, en

el Centro de Investigación La Libertad, con cinco familias y un inventario promedio de 110 animales (figura 9), mientras que la raza Sampedreño se encuentra en el Centro de Investigación El Nus, que cuenta con seis familias y un inventario promedio de 100 animales (figura 10).



Foto: Banco de fotos AGROSAVIA

Figura 9. Hembra de cría en el banco de germoplasma de la raza Casco de Mula, en el Centro de Investigación La Libertad.



Foto: Banco de fotos AGROSAVIA

Figura 10. Hembra de cría en el banco de germoplasma de la raza Sampedreño, en el Centro de Investigación El Nus.

Banco de germoplasma ovino *in vivo*

Este banco está ubicado en el Centro de Investigación Obonuco, en Pasto (Nariño). Cuenta con dos núcleos en conservación: uno de la raza criolla colombiana, conformado por seis familias y un inventario actual de 140 animales, y otro de la variedad Mora, constituido también por seis familias, con un inventario actual de 93 animales (figura 11).



Foto: Banco de fotos AGROSAVIA

Figura 11. Banco de razas ovinas criollas en el Centro de Investigación Obonuco.

Vale la pena resaltar que en abril de 2020 este banco obtuvo la recertificación en buenas prácticas ganaderas (BPG), con una vigencia de tres años, luego de haber sido la primera granja ovina certificada en BPG en el departamento de Nariño, en 2015.

Banco de germoplasma *in vitro*

Se trata de una estrategia de conservación *ex situ*, que permite la conservación, bajo condiciones de criopreservación, de material germinal, en forma de semen y embriones de cada una de las razas bovinas y ovinas del banco *in vivo* (figura 12).



Fotos: Banco de fotos AGROSAVIA

Figura 12. Sistemas de almacenamiento de pajillas y embriones mediante criopreservación en el banco *in vitro*, utilizando nitrógeno líquido en un ambiente a -180°C .

Este banco representa un respaldo de la conservación del germoplasma de animales criollos, que ofrece la posibilidad de recuperar en el futuro alguna de las razas que se encuentran en riesgo de extinción, así como de utilizar el material criopreservado dentro de las colecciones del banco *in vivo*, para mantener un flujo constante de genes en la población y evitar el incremento en los índices de consanguinidad (Martínez, Ávila et al., 2005).

El banco *in vitro* está estructurado con un banco base, ubicado en el Centro de Investigación Tibaitatá, donde se almacena la mayor cantidad de muestras de la colección, y un banco satélite, en el Centro de Investigación La Libertad, donde se almacenan muestras de seguridad del material criopreservado en el banco base. Actualmente, el banco *in vitro* está constituido por 68.139 pajillas de semen bovino y 7.489 de semen ovino, 1.118 embriones bovinos y 139 ovinos, para un total de 76.885 muestras.

El material almacenado en el banco cuenta con una completa descripción de calidad, así como de información genealógica y productiva de los donadores. Adicionalmente, el material es evaluado de manera periódica, con el fin de determinar su calidad de conservación, para lo cual se descongelan dos pajillas por lote y se determinan parámetros como motilidad, morfología, viabilidad y resistencia, dos y cuatro horas después de la descongelación.

¿Qué se investiga en el banco de germoplasma animal?

En el banco se han realizado procesos de caracterización productiva y genética de las poblaciones bajo conservación, para evaluar aspectos como crecimiento (peso a diferentes edades) (Bejarano, 2016; Martínez, Gómez & Rocha, 2014; Martínez, Rocha et al., 2016), conformación de la canal y calidad de carne (ultrasonido) (Flórez et al., 2014; Martínez, Quiceno et al., 2012), eficiencia reproductiva (Fernández et al., 2019; M-Rocha et al., 2012), producción y calidad de leche (en algunas razas) (Onofre et al., 2015), evaluación de tipo (clasificación lineal), resistencia a parásitos (Gómez, 2013; Martínez, Gallego et al., 2005), y adaptación y respuesta al estrés ambiental (De León et al., 2019). Con esta información se ha podido determinar el potencial productivo de las razas criollas y cuáles son sus principales ventajas.

Hay un avance importante en la caracterización molecular de las poblaciones, mediante el uso de técnicas moleculares de última generación, a través de las cuales se puede identificar el genotipo para una gran cantidad de marcadores moleculares (polimorfismos de nucleótido simple [SNPs]).

La disponibilidad de este tipo de información, en conjunto con el uso de nuevas herramientas estadísticas, permite evaluar la estructura poblacional y la diversidad genética presente en las razas que se encuentran bajo conservación. Estos resultados hacen posible optimizar las estrategias de conservación y el manejo genético de las poblaciones.

A partir de la información molecular también se han desarrollado algunos análisis de asociación genómica, que brindan información acerca de la estructura genética que regula la expresión de características productivas que son de interés en este tipo de razas (Bejarano, 2016; Fernández et al., 2019; Martínez, Gómez & Rocha, 2014; Martínez, Rocha et al., 2016).

¿Qué se ha logrado con el banco de germoplasma animal?

Se ha logrado conservar la variabilidad genética de seis razas criollas de bovinos, tres de porcinos y dos de ovinos de lana, salvaguardando el patrimonio zoogenético del país y asegurando una fuente importante de genes de interés productivo que pueden apoyar programas de mejoramiento genético.

Se han generado bases de datos de información genealógica y productiva, con registros históricos desde la década de los ochenta. Esta información se ha integrado con la base de datos genómicos de animales de varias razas criollas (4.200 bovinos, 148 ovinos y 220 porcinos genotipados), para crear un sistema de información que permita hacer seguimiento a la diversidad genética de las poblaciones y apoyar las evaluaciones genéticas anuales, que son la base de los programas de mejoramiento genético promovidos por AGROSAVIA.

En temas de manejo sanitario, es importante resaltar que se pudo obtener y mantener la certificación de predio libre de *Brucella* y tuberculosis para las razas bovinas, y se inició el proceso para la certificación en buenas prácticas ganaderas de todos los bancos, que hasta el momento se ha podido lograr para los núcleos de la raza bovina BON, ovinos criollos, y cerdos Sampedreño y Casco de Mula.

A partir de los subproductos o excedentes de animales generados por el banco, se han apoyado programas de fomento y mejoramiento genético,



como el plan de fomento de razas criollas, que inició en 2005 y finalizó en 2011, y que permitió entregar núcleos de hembras y reproductores a un número importante de ganaderos interesados en trabajar con estas razas (131 núcleos), logrando un incremento bastante significativo en el inventario poblacional de las razas criollas Romosinuano, BON, Sanmartinero y Costeño con Cuernos, con 6.264 animales registrados a lo largo del proyecto (Vásquez, Martínez, Onofre et al., 2015).

En 2013, a partir de subproductos del banco de germoplasma, se conformaron los núcleos de selección para el mejoramiento de cuatro razas criollas bovinas. Estos núcleos, ubicados en centros de investigación de AGROSAVIA, son independientes de los bancos de germoplasma, por lo cual no existen restricciones que limiten la selección de características de interés productivo.

Actualmente, el banco de germoplasma animal representa una fuente importante de material genético para los productores interesados en incorporar animales de razas criollas a sus hatos, como una alternativa de producción sostenible para las condiciones climáticas del trópico colombiano.



Referencias

- Bejarano, D. (2016). *Estudio de asociación genómica para características de crecimiento en las razas bovinas criollas Blanco Orejinegro y Romosinuano* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Universidad Nacional. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/58127>
- Bejarano, D. H., Abuabara, Y. J., & Ocampo, R. J. (2019). *BGA: conservación en campo: razas bovinas* [Informe técnico final]. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA.
- Chase Jr., C. C., Hammond, A. C., Olson, T. A., Murphy, C. N., Tewolde, A., & Griffin, J. L. (1997). Introduction of Romosinuano in the USA. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 5(4), 57-71.
- De León, C., Manrique, C., Martínez, R., & Rocha, J. F. (2019). Genomic association study for adaptability traits in four Colombian cattle breeds. *Genetics and Molecular Research*, 18(3). <http://dx.doi.org/10.4238/gmr18373>
- Fernández, J. C., Pérez, J. E., Herrera, N., Martínez, R., Bejarano, D., & Rocha, J. F. (2019). Genomic association study for age at first calving and calving interval in Romosinuano and Costeño con Cuernos cattle. *Genetics and Molecular Research*, 18(2). <http://dx.doi.org/10.4238/gmr18258>
- Flórez, H., Martínez, G., Ballesteros, H., León, L., Castañeda, S., Moreno, E., Arias, L., Torres, J. C., Rodríguez, C., Peña, F., & Uribe, A. (2014). Rendimiento en carne de bovinos criollos y europeos y sus cruces con Cebú en las condiciones de la Orinoquia colombiana. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 4, 12-15.
- Gómez, Y. (2013). Marcadores de ADN asociados con tolerancia a parásitos externos, hemoparásitos y enfermedades en bovinos criollos. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 26(4), 401.

- Grajales, H. (2001). *Comportamiento reproductivo de grupos raciales bovinos en el trópico cálido húmedo colombiano: pubertad, ciclo estral, preñez, posparto, niveles de hormonas esteroides y su relación con la eficiencia reproductiva* [Tesis doctoral]. Universidad Nacional de Colombia.
- Hammond, A. C., Olson, T. A., Chase Jr., C. C., Bowers, E. J., Randel, R. D., Murphy, C. N., Vogt, D. W., & Tewolde, A. (1996). Heat tolerance in two tropically adapted *Bos taurus* breeds, Senepol and Romosinuano, compared with Brahman, Angus, and Hereford cattle in Florida. *Journal of Animal Science*, 74(2), 295-303. <https://doi.org/10.2527/1996.742295x>
- Hernández, B. (1981). Las razas criollas colombianas para la producción de carne. En B. Müller-Haye, & J. Gelman (Eds.), *Recursos genéticos animales de América Latina. Ganado criollo y especies de altura* (pp. 22-52). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
- Hernández, G. (1986). Plan de mejoramiento genético en ganado criollo. En A. Bejarano, G. Hernández, & G. Rico (Eds.), *Proyecto de desarrollo ganadero con base en el uso de las razas criollas y colombianas (1986-1996)* (pp. 45-49). Ministerio de Agricultura.
- M-Rocha, J. F., Gallego, J. L., Vásquez, R. F., Pedraza, J. A., Echeverri, J., Cerón-Muñoz, M. F., & Martínez, R. (2012). Estimation of genetic parameters for age at first calving and calving interval in Blanco Orejinegro (BON) breed cattle populations in Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25(2), 220-228.
- Martínez, G. (2010). *Plan nacional de acción para la conservación, mejoramiento y utilización sostenible de los recursos genéticos animales de Colombia*. FAO; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Martínez, G., & Chaves, G. (2001). *Ganado criollo sanmartinero. Alternativa genética sustentable para la producción bovina en la Orinoquía*. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).
- Martínez, R., Ávila, O., Pérez, J., Gallego, J., & Onofre, H. (2005). Estructura y función del banco de germoplasma *in vitro* en Colombia. *Archivos de Zootecnia*, 54, 545-550.

- Martínez, R., Gallego, J., Burbano, M., Tobón, J., Toro, R., Montoya, F., & Ariza, F. (2005). Evaluación genética para resistencia a brucelosis en ganado criollo colombiano BON. *Archivos de Zootecnia*, 54, 333-340.
- Martínez, R., Gómez, Y., & Rocha, J. F. (2014). Genome-wide association study on growth traits in Colombian creole breeds and crossbreeds with Zebu cattle. *Genetics and Molecular Research*, 13(3), 6420-6432. <https://doi.org/10.4238/2014.August.25.5>
- Martínez, R., León, J. L., & Vásquez, R. (2012). *Estrategias de conservación y mantenimiento de la variabilidad genética de la raza BON*. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/19540>
- Martínez, R., Quiceno, J., Gallego, J. L., Mateus, H., Rodríguez, O., Medina, P., & Ballesteros, H. (2012). Desempeño de toretes de las razas criollas Blanco Orejinegro y Romosinuano en prueba de crecimiento en pastoreo. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25(1), 36-45.
- Martínez, R., Rocha, J. F., Bejarano, D., Gómez, Y., Abuabara, Y., & Gallego, J. (2016). Identification of SNPs in growth-related genes in Colombian creole cattle. *Genetics and Molecular Research*, 15(3). <https://doi.org/10.4238/gmr.15038762>
- Martínez, R., Tobón, J., & Gallego, J. (2012). Resistencia a enfermedades en la raza BON. En R. Martínez, R. Vásquez, & J. Gallego (Eds.), *Eficiencia productiva de la raza BON en el trópico colombiano* (pp. 88-108). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Martínez-Villate, G. C., Martínez-Correal, G., & Manrique-Perdomo, C. (2009). Estimación de parámetros genéticos de edad al primer parto e intervalo entre partos de vacas criollas Sanmartineras (SM). *Orinoquia*, 13(2), 113-125.
- Nomura, T., & Yonezawa, K. (1996). A comparison of four systems of group mating for avoiding inbreeding. *Genetics Selection Evolution*, 28(2), 141. <https://doi.org/10.1186/1297-9686-28-2-141>
- Onofre, G., Parra, J., Martínez, R., Cassalet, E., & Velásquez, H. (2015). Potencial productivo y calidad de la leche de razas criollas Blanco Orejinegro, Hartón del Valle y Sanmartinero en el piedemonte colombiano. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 5, 15-17.

- Ossa, G., David, A., Santana, M., Reza, S., Pérez, J., & Abuabara, Y. (2013). Formación, desarrollo y caracterización fenotípica de los caracteres productivos y reproductivos del ható Romosinuano del banco de germoplasma de Colombia. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 14(2), 231-243.
- Ovalle, J., Herrera, R., Jiménez, H., González, C., & Rodríguez, F. (2014). Aislamiento y caracterización molecular de bacterias anaerobias ruminales de la especie bovina criollo Casanare con potencial celulolítico y hemicelulolítico. *Hechos Microbiológicos*, 2, 159.
- Ovalle, J., Rodríguez, F., Herrera, R., González, C., & Jiménez, H. (2015). *In the hunting for novel anaerobic cellulolytic vibrios from Colombian native cattle* [Póster]. Anais do 10º Simpósio de Recursos Genéticos para a América Latina e o Caribe, Bento Gonçalves, Brasil.
- Pinzón, M. E. (1981). Vacuno Romosinuano. *Suplemento Ganadero. Banco Ganadero*, 2(2), 60.
- Pinzón, M. E. (1984). Historia de la ganadería bovina en Colombia. *Suplemento Ganadero. Banco Ganadero*, 4(1), 208.
- Scharf, B., Carroll, J. A., Riley, D. G., Chase, C. C., Jr., Coleman, S. W., Keisler, D. H., Weaber, R. L., & Spiers, D. E. (2010). Evaluation of physiological and blood serum differences in heat-tolerant (Romosinuano) and heat-susceptible (Angus) *Bos taurus* cattle during controlled heat challenge. *Journal of Animal Science*, 88(7), 2321-2336. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2551>
- Vásquez, R., Martínez, R., Onofre, H., Abuabara, Y., & Gallego, J. (2015). Contribución del plan de fomento de razas criollas al tamaño poblacional de las razas para producción de carne en Colombia. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 6, 411-418.
- Vásquez, R., Martínez, R., Rodríguez, O., Ballesteros, H., Ossa, G., Abuabara, Y., Pérez, J., Neira, J., Onofre, G., Polanco, N., Rodríguez, G., Gallego, J., Moreno, F., & Jiménez, F. (2007). *Manual de conservación, multiplicación y mejoramiento de las razas bovinas criollas colombianas*. Corporación Colombiana de Investigación Colombiana Corpoica.





**Banco de germoplasma
animal para la alimentación
y la agricultura**

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

