Capítulo 7

CONSERVACIÓN, PROMOCIÓN Y FOMENTO DE LA RAZA CRIOLLA ROMOSINUANO

Martínez, R. • Abuabara, Y. • Pérez, J.E. • Vásquez, R. • Ballesteros, H.

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria –Corpoica– ha sido encargada de preservar, mantener y fomentar el uso de los recursos genéticos de animales domésticos del país conformados por las razas criollas bovinas, ovinas y porcinas. Para ello dispone de los bancos de germoplasma animal (*in vivo* o *in situ*), es decir, núcleos de población seleccionados y agrupados por su pureza genética, además de bancos de germoplasma *in vitro* o *ex situ* en donde se conserva el semen (pajillas) y los embriones de las razas criollas, proyecto financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en convenio con el Instituto Colombiano Agropecuario ICA.

Con relación a los bovinos criollos de la raza Romosinuano, el núcleo de conservación se encuentra en el Centro de Investigación (C.I.) Turipaná, ubicado en el Valle del Sinú y está compuesto por cerca de 400 ejemplares, machos y hembras, de todas las edades. Con el fin de dar el mejor manejo a este valioso recurso genético se han diseñado algunas estrategias de las que se ocupa este capítulo.

El banco de germoplasma *in situ* de la raza Romosinuano

La adaptación de los animales está íntimamente ligada a la heterocigosis (Variabilidad genética entre individuos dentro de poblaciones y entre poblaciones (Heywood & Watson, 1995)) y, por tanto, a la variabilidad genética. En consecuencia, la estrategia básica de conservación se fundamenta en un sistema de apareamientos que evite el aumento excesivo de la consanguinidad (*inbreeding*) y la pérdida de variabilidad genética.

Las poblaciones de la raza criolla Romosinuano tradicionalmente han sido de tamaño pequeño y han permanecido aisladas, lo cual ha creado cierto grado de deriva genética que incrementa la homocigosis (similitud genética) y disminuye la heterocigosis. Estos núcleos criollos permanecieron durante muchos años sin un plan definido de apareamientos que mantuviera al

mínimo la pérdida de variabilidad genética, aunque afortunadamente no han sufrido un proceso intensivo de selección artificial que hubiera mermado su nivel de adaptación al trópico.

Actualmente, Corpoica propaga un núcleo de conservación cercano a 400 animales en el C.I. Turipaná, ubicado en el Valle del Sinú, con el cual se busca conservar la variabilidad genética de la raza y realizar actividades de investigación, promoción y fomento. Las actividades relacionadas con la conservación de la variabilidad genética de la raza se rigen por las siguientes estrategias y conceptos: tamaño efectivo de la población, manejo genético, número de machos reproductores, apareamiento circular cíclico, mantenimiento de la familia, tamaño constante de la población, monitoreo de los índices de consanguinidad y selección y evaluación de los reprodutores machos y hembras.

Tamaño efectivo de la población

El tamaño efectivo de una población es el promedio de individuos que contribuyen con genes a las siguientes generaciones. El tamaño efectivo es más pequeño que el tamaño del grupo de animales en apareamiento debido a que muchos individuos no dejan descendencia mientras la descendencia de otros animales no sobrevive hasta la madurez sexual. Para calcular el tamaño efectivo de una población de animales domésticos se ha utilizado la fórmula:

$$E_e = \frac{4(N_m \cdot N_f)}{N_m + N_f}$$

Donde, N_m es el número de machos en apareamiento y N_f el número de hembras.

Los siguientes factores disminuyen el tamaño efectivo de una población:

- La variación en el número de descendientes de los reproductores machos y hembras.
- La variación en el tamaño de la población a través de las generaciones.
- El alto grado de consanguinidad de la población.

Manejo genético

De acuerdo a lo expuesto hasta ahora, el manejo genético de los bancos de germoplasma se basa en los siguientes pilares:

1. Uso de la mayor cantidad posible de reproductores machos.
2. Apareamiento circular cíclico.
3. Mantenimiento del tamaño de las familias.
4. Tamaño constante de la población o banco a través de las generaciones.

A. Número de machos reproductores

En las poblaciones de animales domésticos los dos sexos no están igualmente representados como reproductores, ya que es más conveniente utilizar menos machos que hembras. El tamaño efectivo de una población depende mucho más del sexo que tiene el menor número que del sexo más numeroso. Se sabe que el aumento del número de reproductores machos es el factor más importante para evitar el crecimiento de los niveles de consanguinidad y, por tanto, para conservar la variabilidad genética. El incremento de la consanguinidad por generación (ΔF) se puede calcular mediante la fórmula:

$$\Delta F = \frac{1}{8(N_m)} + \frac{1}{8(N_h)}$$

Donde, N_m es el número de machos que se usan y N_h es el número de hembras.

El sistema de manejo del banco de germoplasma de la raza Romosinuano está diseñado para que cada año se utilicen dos reproductores por familia como mínimo, con lo cual se estarán utilizando 16 reproductores (existen 8 familias) que dejan un número similar de descendientes. Así, por intervalo generacional (de 4 años que es la edad promedio de los padres cuando nace su descendencia), se tendría un total de 64 machos reproductores utilizados por generación y, en consecuencia, el valor de ΔF se mantiene constante en el tiempo.

B. Apareamiento circular cíclico

Consiste en dividir el hato o rebaño en familias de acuerdo con el grado de relación o parentesco existente entre ellos. El número de familias en que se divide el grupo de animales depende de las facilidades o infraestructura que se tenga, como lo es la división de lotes para el manejo de un alto número de machos y hembras en reproducción, siendo el número mínimo de cuatro (4) machos por familia. Entre mayor sea el número de familias o grupos de apareamiento permanentes será más efectivo el control de la consanguinidad. Se considera que un número de ocho (8) familias es el adecuado.

Una vez conformadas las ocho familias o lotes de apareamiento se marcan de 1 a 8 procurando que las familias más relacionadas entre sí no queden seguidas. El apareamiento circular cíclico comienza 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. El diseño del apareamiento se cambia cuando los primeros animales nacidos del apareamiento vigente están en capacidad de reproducirse. En el caso de los bovinos, cada diseño de apareamientos dura 3 años. El siguiente diseño consiste en saltar una familia en la rotación de los machos, lo que significa que los reproductores de la familia 1 se aparean con vacas de la familia 3, los machos de la familia 3 con vacas de la familia 5, así sucesivamente, siempre en forma circular. En el diseño que sigue se saltan 2 familias y así hasta que se llega al primer diseño en donde se inicia un nuevo ciclo. En la Figura 19 se muestra el diseño del sistema de apareamiento circular cíclico para las ocho (8) familias y dos diseños.

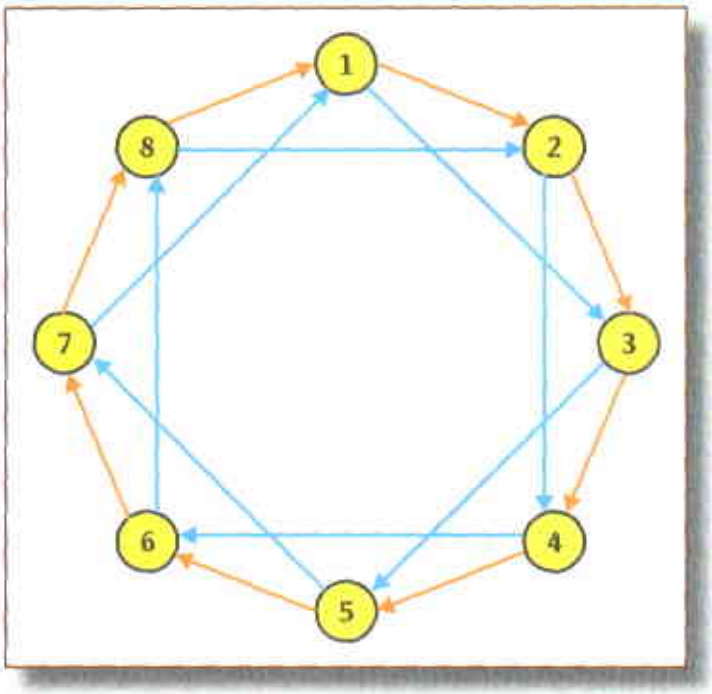


Figura 19.
Esquema del apareamiento circular cíclico utilizado en el banco de germoplasma animal de Corpoica; en naranja se observa el primer ciclo y en azul el segundo ciclo.

Cada familia o grupo de apareamiento debe ser lo suficientemente grande para asegurar su propia persistencia y la de los otros grupos; por lo tanto, debe producir machos reproductores suficientes. El tamaño de cada familia se puede reducir siempre y cuando se mejore considerablemente la nutrición. Los machos se deben cambiar frecuentemente para impedir la formación de familias numerosas de hermanos medios, lo cual aumenta la consanguinidad.

En este banco de germoplasma de la raza Romosinuano se implementa un esquema de apareamiento estacional que utiliza cada año, por lo menos, dos reproductores por familia. El objetivo es programas una época del año en la cual se presenten todos los partos.

C. Mantenimiento del tamaño de la familia

El tamaño de una familia se puede definir como el número de hijos que engendra un progenitor individual o una pareja de progenitores; es lógico que si todos los miembros machos y hembras de una población dejan igual número de descendientes, el nivel de consanguinidad no se incrementa. Por tanto, una estrategia para controlar la consanguinidad es el empleo de la mayor cantidad posible de machos y de hembras, procurando que cada progenitor macho o hembra deje igual o similar número de descendientes (Figura 20). El tamaño de las familias debe ser también lo más uniforme posible, ya que la efectividad del control de la consanguinidad depende en gran parte de la reducción de la variación de su tamaño, como lo expresa la fórmula para calcular el tamaño efectivo de una población:

$$N_e = \frac{4N-2}{2 + \sigma_f^2}$$

Donde, N_e es el número efectivo de individuos en la población, N el número real y σ_f^2 es la varianza del tamaño de las familias. Es claro que si se disminuye σ_f^2 el número efectivo estará más cerca del número real. Por las razones anteriores los machos se deben usar el menor tiempo posible, mientras es conveniente utilizar la mayor cantidad posible de hembras.

D. Tamaño constante de la población

Cuando el tamaño de las poblaciones cambia de generación en generación y hay un descenso grande en el número de animales en una o más generaciones,

Figura 20.
Familia de animales de la raza Romosinuano en el C.I. Turipaná de Corpoica (Cereté, Cordobá). Se observa la excelente conformación del macho (izquierda).

se produce un cambio considerable en el número efectivo final, tal como se puede suponer al aplicar la siguiente fórmula :

$$\frac{1}{N_e} = \frac{1}{t}\left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \cdots \frac{1}{N_t}\right)$$

Donde, N_e es el tamaño efectivo final, t es el número de generaciones y N_1, N_2... es el número real de individuos en cada generación. Por tanto, el tamaño efectivo final de la población es el promedio armónico de las diferentes generaciones. El tamaño efectivo de la población estará cerca del número real en las generaciones que han sufrido la máxima reducción. Por ejemplo, si en cuatro (4) generaciones el tamaño de una población fue de 50, 200, 500 y 1.000 individuos, el tamaño efectivo es sólo de 142, sin importar que el tamaño de la población en la última generación sea de 1.000. La composición genética de poblaciones futuras dependerá entonces de los genotipos de los pocos animales que se reprodujeron en una generación dada.

De acuerdo con lo anterior, el tamaño ideal del banco de germoplasma de la raza Romosinuano consiste en 20 hembras reproductoras por familia (es decir, 160 hembras en las 8 familias) y 2 machos en reproducción (lo que significa 16 machos en las 8 familias) cada año, independientemente de los reemplazos que deben alcanzar el 30% en las hembras; con ello se logra la renovación total del hato cada 3 ó 4 años y mantener la consanguinidad en un nivel bajo.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

E. Monitoreo de los índices de consanguinidad

Anualmente se realiza la evaluación de la variabilidad genética de las poblaciones de conservación, mediante el cálculo individual de los valores de consanguinidad utilizando la metodología de Wright (citado por Warwig y Legates, 1992), para lo cual se utiliza el programa MTGSAM (*Multi Trait Gibbs Sampling Animal Model*) desarrollado por Van Tassel y Van Bleck (1996). Se utiliza la información individual y se predicen los valores promedio de los descendientes de cada reproductor para la selección de los machos de la siguiente generación.

En la Figura 21 se observan las tendencias de los valores promedio de consanguinidad por año para la raza Romosinuano; Se nota que en el año 1997 se encuentra el mayor valor promedio con 3.4% , el cual ha descendido en los últimos años, debido a la metodología de selección de los reproductores.

F. Escogencia de animales para reproducción

Tanto machos como hembras deben iniciar la reproducción a los 24 meses de edad. A los reproductores de reemplazo se les toma una muestra de semen para el banco *in vitro* antes de venderlos. A continuación se describen los principales parámetros de escogencia en machos.

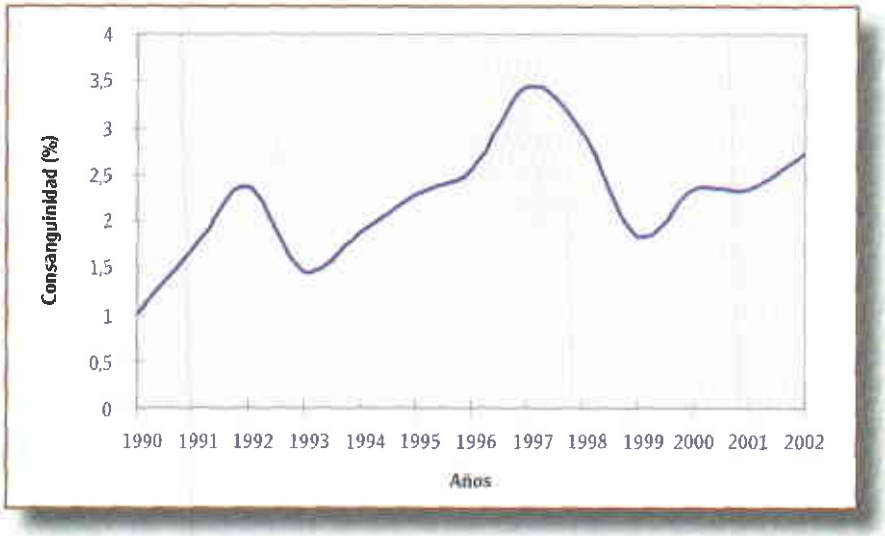


Figura 21.
Tendencia de los valores de consanguinidad del banco de germoplasma de la raza Romosinuano (1990 - 2002).

Evaluación de los reproductores. A los machos Romosinuano que se han seleccionado para reproducción se les practica un minucioso examen físico-reproductivo y espermático antes de iniciar el apareamiento. Además, se toman muestras de sangre sin anticoagulante para diagnóstico en laboratorio clínico a fin de descartar enfermedades de la reproducción como brucellosis y leptospirosis. Anualmente se seleccionan reproductores de cada raza bovina y ovina para ser utilizados en programas de criopreservación y para su almacenamiento en el banco de germoplasma *in vitro*; la selección de estos individuos también se realiza atendiendo su genealogía y condiciones sanitarias.

Respecto de aquellas razas que no se contemplan en los programas de conservación *in situ*, como el Chino Santandereano, el Casanareño y el Hartón del Valle, se realizan actividades de selección de reproductores y criopreservación de semen para su almacenamiento en el banco de germoplasma *in vitro*.

El banco de germoplasma *in vitro* de la raza Romosinuano

La conservación *ex situ* de los recursos genéticos implica el mantenimiento de animales vivos fuera de su ambiente natural o la conservación de material germinal que en un futuro de la oportunidad de regenerar un individuo o una población (Hammond y Leitch, 1996). El banco de germoplasma *in vitro* es un soporte y herramienta para la conservación de la raza Romosinuano y, en general, de las demás razas criollas colombianas que se encuentran con inventarios reducidos. Este banco mantiene material germinal (semen y embriones) de siete razas bovinas criollas bajo condiciones de ultracongelación; además se almacena material germinal de las razas ovinas criollas. Actualmente, este banco de germoplasma *in vitro* funciona con un banco central y dispone de tres bancos satélites ubicados en los sitios donde se manejan los bancos de germoplasma *in situ*. En total se tiene un inventario para la raza de 4.793 pajillas procedentes de 30 donantes de semen de la especie bovina y 66 embriones de 14 hembras donadoras (Tabla 37).

El material almacenado en el banco cuenta con una completa descripción de la calidad del material almacenado (Tabla 38), además de la información genealógica y productiva de los donantes. En este sentido se ha realizado procesos de evaluación productiva de las poblaciones que cuentan con banco de germoplasma *in vivo* y esta información ha permitido enriquecer la documentación del banco de germoplasma *in vitro*, para lo cual se han clasificado los individuos donantes del banco en cada una de las razas de acuerdo a su comportamiento productivo y sus valores genéticos. El material almacenado

Tabla 37.
Estado actual e inventario del banco de germoplasma *in vitro* central ubicado en el C.I. Tibaitatá (2005).

Raza	No. Toros	No. dosis
Banco central	21	3.746
Banco satélite	9	1.047
Total	30	4.793

Banco de embriones	No. Hembras donadoras	No. embriones
Romosinuano	14	66

Tabla 38.
Promedios para las características de calidad del material criopreservado de la raza Romosinuano.

Raza	Número de lotes	Pajillas evaluadas	Motilidad post descongelación	Viabilidad	Concentración post Descongelación - percoll	Motilidad post Descongelación - percoll	Viabilidad	Motilidad luego de 3 horas
Romosinuano	21	123	32.00	34.30	89.20	50.50	62.80	24.00

en el banco es posteriormente utilizado en las poblaciones vivas con el objeto de mantener un flujo constante de genes en dichas poblaciones y evitar el incremento en los índices de consanguinidad; además, el banco sustenta el desarrollo de procesos de promoción y fomento de las razas criollas colombianas en prácticas de reproducción asistida.

Estos programas de conservación son financiados totalmente por el Estado a través del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y en convenio con el Instituto Colombiano Agropecuario ICA que desde 1994 ha venido asignando un presupuesto anual para la conservación *in situ* e *in vitro* de las diferentes especies de razas criollas colombianas. Es preciso anotar que estos planes de conservación de la biodiversidad están enmarcados bajo un artículo de la constitución colombiana que obliga al Estado a financiar dichas actividades; por lo tanto, dicha financiación se tendría garantizada a futuro (Gutiérrez y *col.*, 2003).

Actividades de promoción y fomento de la raza

Corpoica ha tenido durante los últimos 10 años la responsabilidad de salvaguardar la variabilidad genética de las razas y especies criollas mediante la conservación

de los bancos de germoplasma, los cuales han sido financiados por el Ministerio de Agricultura para su mantenimiento, incremento, descripción y documentación.

Actualmente se lleva a cabo una estrategia de redimensionamiento de los bancos de germoplasma en virtud de la cual se reduce el tamaño de los núcleos de conservación y los excedentes se destinan a programas de fomento de las razas criollas. En consecuencia, a cada empresa ganadera beneficiada se le hace entrega en participación de núcleos bovinos con 15 hembras y 2 machos por lo menos; por su parte, la empresa ganadera adquiere el compromiso de realizar el manejo en forma pura, llevar el registro completo de la información productiva y reproductiva, y participar en los planes de mejoramiento genético planteados dentro del proyecto.

Para esto se plantea el desarrollo de pruebas de comportamiento de los toretes seleccionados mediante evaluaciones genéticas (Figura 22), lo que

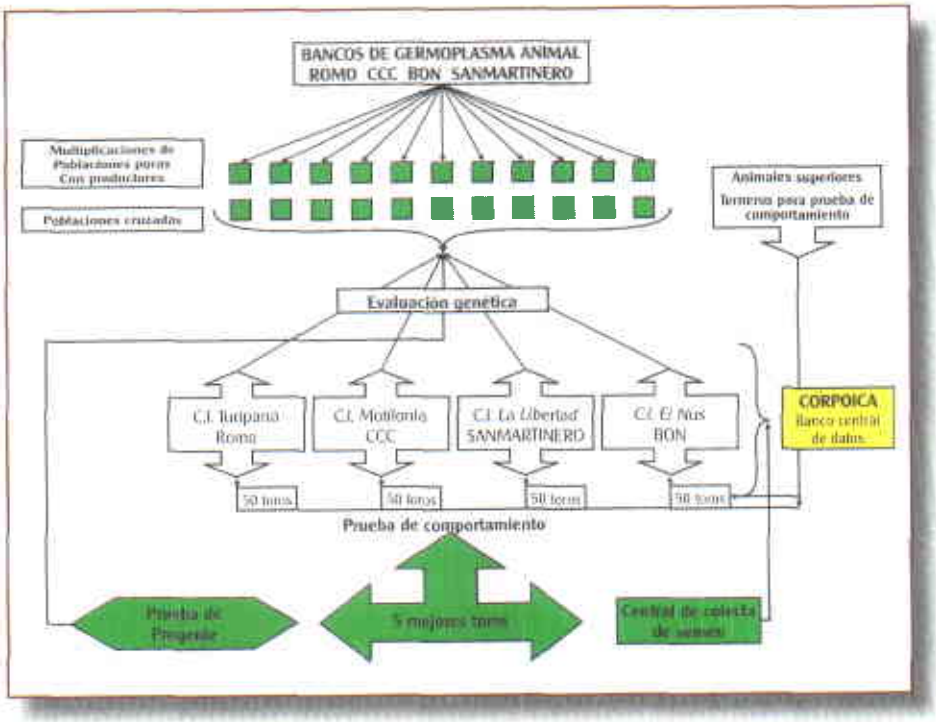


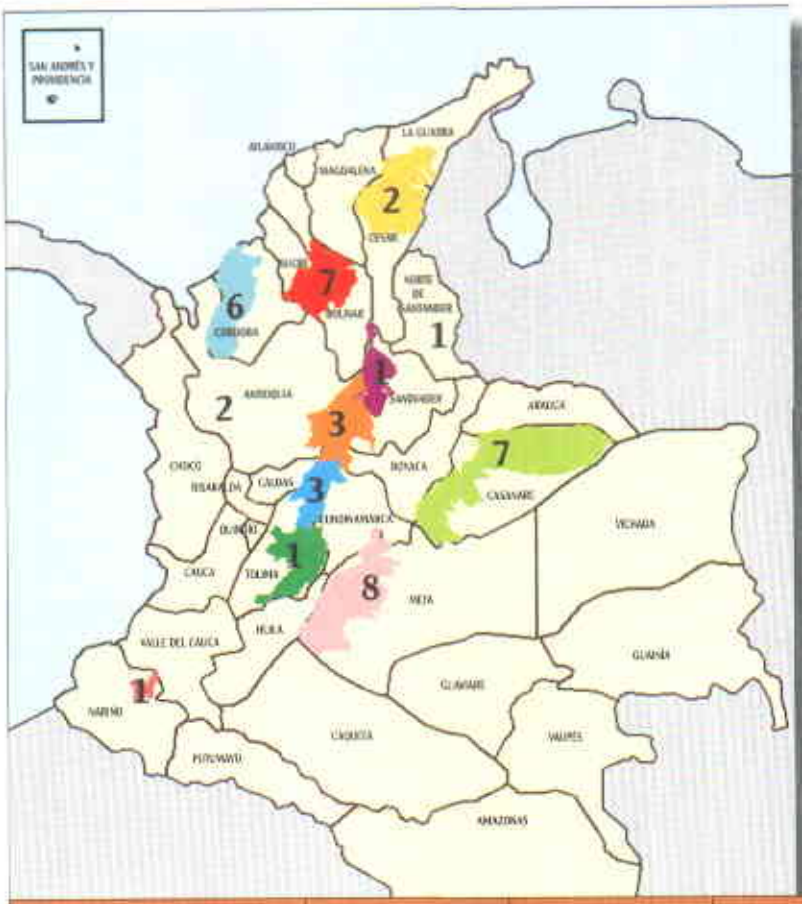
Figura 22.
Estrategias de promoción y fomento de las razas criollas colombianas con base en los bancos de germoplasma bovino que administra Corpoica.

permitirá seleccionar los toros élite; éstos se integran en una prueba de progenie que tiene lugar en las mismas empresas ganaderas participantes y en otras empresas ganaderas que hagan uso del cruzamiento para la producción de carne o doble propósito, donde se evaluarán las poblaciones mediante modelos de evaluación genética.

La estrategia delineada es un proyecto que permitirá multiplicar de una manera participativa, en conjunto con las empresas ganaderas, las poblaciones de ganados criollos, promoviendo su uso eficiente y demostrando su gran potencial para producción de carne de calidad. Esta iniciativa ha sido desarrollada por las tres entidades: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Instituto Colombiano Agropecuario ICA y Corpoica.

TAMAÑO ACTUAL Y DISTRIBUCIÓN DE LA RAZA ROMOSINUANO

En la Figura 23 se ilustra la distribución geográfica de los productores de ganado Romosinuano en Colombia. Allí se puede observar que la región Caribe cuenta con 15 empresas ganaderas lo que corresponde al 35.7% de los productores, lo cual se explica porque en esta región se ubican las microregiones Valle del Cesar (2 empresas), Depresión Momposina (7 empresas) y Valle del Sinú (6 empresas). En los Llanos Orientales se cuenta con 15 empresas (35.7%) distribuidas en las microregiones Piedemonte del Meta (8 empresas) y Piedemonte Casanareño (7 empresas). La región Andina cuenta con 8 empresas lo que corresponde al 19.0% de los productores; los núcleos de esta región se ubican en las microregiones Norte del Magdalena Medio (1 empresa), Centro del Magdalena Medio (3 empresas), Sur del Magdalena Medio (3 empresas) y Norte del Alto Magdalena (1 empresa). En el Anexo 2 se encontrará un directorio con 47 propietarios de núcleos puros y comerciales de la raza criolla Romosinuano.



MICRORREGIÓN	DEPARTAMENTO	NUMERO DE EMPRESAS	% DE PARTICIPACIÓN POR MICRORREGIÓN
Valle del Cesar	Cesar	2	4.8
Depresión Momposina	Bolívar	7	16.7
Valle del Sinú	Córdoba	6	14.3
Norte del Magdalena Medio	Santander	1	2.4
Centro del Magdalena Medio	Santander	3	7.1
Sur del Magdalena Medio	Caldas	1	7.1
	Cundinamarca	2	
Norte del Alto Magdalena	Tolima	1	2.4
Piedemonte del Meta	Meta	8	19.0
Piedemonte Casanareño	Casanare	7	16.7
Valle del Patía	Nariño	1	2.4
	Antioquia	2	4.8
	Norte de Santander	1	2.4

Figura 23.
Distribución geográfica de los productores de la raza Romosinuano.
Número de empresas ganaderas por departamento.