

ESTIMACIÓN DE LA HEREDABILIDAD PARA EL PESO AL NACIMIENTO Y EL PESO AL DESTETE EN LA RAZA CHINO SANTANDEREANO Y SUS CRUCES EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER

DIANA MARCELA RUIZ CASTRO

Trabajo de Investigación para optar al Título de Especialista en Mejoramiento Genético

Director

Adriana Patricia Galeano Rivera. Zoot. MSc.

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
ESPECIALIZACION EN MEJORAMIENTO GENETICO
BUCARAMANGA
2014**

AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso por hacer posible cada día que esta meta se cumpliera para satisfacción personal y crecimiento profesional.

CONTENIDO

	Pág.
1. REVISION DE LITERATURA	1
1.1. Origen de la raza Chino Santandereano	2
1.2. Descripción de la raza Chino Santandereano	3
1.2.1. Características productivas.	6
1.2.2. Características reproductivas.	7
1.2.3. Situación actual de la raza.	7
1.3. Los programas de mejoramiento genético animal	12
1.3.1. Parámetros genéticos.	14
1.3.1.1.1. <i>Partición de la varianza fenotípica.</i>	15
1.3.1.1.2. <i>Estimación de la heredabilidad.</i>	17
1.3.1.1.3. <i>Valores de la heredabilidad.</i>	17
1.3.2. Metodología de Evaluación Genética Animal.	19
2. ESTIMACION DE LA HEREDABILIDAD PARA EL PESO AL NACIMIENTO Y EL PESO AL DESTETE EN LA RAZA CHINO SANTANDEREANO Y SUS CRUCES, EN LAS PROVINCIAS GUANENTINA Y MARES DE SANTANDER	21
2.1. Introducción	21
2.2. Materiales y métodos	23
2.2.1. Localización.	23
2.2.2. Descripción de los datos.	26
2.2.3. Análisis de datos.	27
2.2.4. Análisis estadístico.	27
2.3. Resultados	30
2.3.1. Peso al nacimiento.	30
2.3.2. Peso al destete.	32
2.4. Discusión	36
2.4.1. Peso al nacimiento.	36

2.5. Conclusiones	46
REFERENCIAS	49

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. HEMBRA PURA DE LA RAZA CHINO SANTANDEREANO	5
FIGURA 2. REPRODUCTOR PURO DE LA RAZA CHINO SANTANDEREANO “PAMPERO”.....	5
FIGURA 3. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN DEL GANADO CRIOLLO COLOMBIANO EN LOS CENSOS DEL AÑO 1999 Y DEL AÑO 2003 (TOTAL POR RAZA).....	8
FIGURA 4. UBICACIÓN DE EJEMPLARES CHINO SANTANDEREANO EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	11
FIGURA 5. MAPA DEL MUNICIPIO DE SAN GIL (SANTANDER)	23
FIGURA 6. UBICACIÓN DE LA GANADERÍA OJO DE AGUA.....	24
FIGURA 7. MAPA DEL MUNICIPIO DE SABANA DE TORRES (SANTANDER).....	24
FIGURA 8. UBICACIÓN DE LA GANADERÍA LAS PAMPAS	25
FIGURA 9. MEDIA REPORTADA PARA EL EFECTO AÑO SOBRE EL PESO AL NACIMIENTO (PN) EN TERNEROS CRIOLLOS CHINO SANTANDEREANO (2008 – 2012).....	31
FIGURA 10. EFECTO DE LA FINCA SOBRE EL PESO AL DESTETE EN LOS TERNEROS CHINO SANTANDEREANO	34
FIGURA 11. EFECTO DE LA FINCA SOBRE EL PESO AL DESTETE EN LOS TERNEROS CHINO SANTANDEREANO	35

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1. <i>PROMEDIOS DE PESO (KG) Y GANANCIA DIARIA (GR/D) EN LA RAZA CHINO SANTANDEREANO</i>	6
TABLA 2. <i>VALORES DE HEREDABILIDAD PARA CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO EN GANADO DE CARNE</i>	18
TABLA 3. <i>RESUMEN: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PESO AL NACIMIENTO EN GANADO CHINO SANTANDEREANO</i>	30
TABLA 4. <i>PROMEDIOS AJUSTADOS DE PESO AL NACIMIENTO (KG) EN TERNEROS CHINO SANTANDEREANO, DE ACUERDO CON EL AÑO DE NACIMIENTO.</i>	31
TABLA 5. <i>COMPONENTES DE VARIANZA PARA EL PESO AL NACIMIENTO EN TERNEROS CHINO SANTANDEREANO</i>	32
TABLA 6. <i>HEREDABILIDAD ESTIMADA PARA EL PESO AL NACIMIENTO EN TERNEROS CHINO SANTANDEREANO</i>	32
TABLA 7. <i>RESUMEN: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PESO AL DESTETE EN GANADO CHINO SANTANDEREANO</i>	33
TABLA 8. <i>PROMEDIOS AJUSTADOS DE PESO AL DESTETE (KG) EN TERNEROS CHINO SANTANDEREANO, DE ACUERDO CON LA FINCA</i>	33
TABLA 9. <i>PROMEDIOS AJUSTADOS DE PESO AL DESTETE (KG) EN TERNEROS CHINO SANTANDEREANO, DE ACUERDO CON LA COMPOSICIÓN RACIAL</i>	34
TABLA 10. <i>COMPONENTES DE VARIANZA PARA EL PESO AL DESTETE EN TERNEROS CHINO SANTANDEREANO</i>	36
TABLA 11. <i>HEREDABILIDAD ESTIMADA PARA EL PESO AL DESTETE EN TERNEROS CHINO SANTANDEREANO</i>	36

RESUMEN

Con el objetivo de estimar los componentes de varianza y valores de heredabilidad para el peso al nacimiento y el peso al destete en ejemplares de la raza criolla Chino Santandereano (CH), se analizaron 277 registros entre los años 2008 y 2012 pertenecientes a las ganaderías Ojo de Agua y Las Pampas en el Departamento de Santander. Se utilizó un modelo animal mixto que incluyó los efectos fijos de año de nacimiento y destete, finca, sexo, época de nacimiento y destete, número de parto, composición racial y el efecto aleatorio del padre; los análisis se realizaron empleando los procedimientos GLM y MIXED del programa estadístico (SAS®, 9.0). Para el peso al nacimiento se observó un promedio general de $27,20 \pm 7,5$ kg, encontrándose un efecto significativo del año de nacimiento. Para el peso al destete se obtuvo un promedio general de $160,46 \pm 62,9$ kg, con efectos significativos de la finca y la composición racial. No se encontró un efecto significativo del padre en la expresión de ninguna de las dos características analizadas. Las estimaciones de heredabilidad para el peso al nacimiento y el peso al destete fueron de $0,38 \pm 0,19$ y $0,18 \pm 0,14$ respectivamente. Se concluye que es apropiado realizar selección genética para la característica peso al nacimiento, aunque se requiere mejorar las condiciones medioambientales durante la fase del predestete a fin de obtener una mayor respuesta productiva.

PALABRAS CLAVES: Chino Santandereano, heredabilidad, peso al nacimiento, peso al destete

ABSTRACT

In order to estimate the variance components and heritability values for birth weight and weaning weight in specimen of the Chino Santandereano breed (CH), 277 records between 2008 and 2012 were analyzed belonging to herds Ojo de Agua and Las Pampas in the Department of Santander. A mixed animal model that included the fixed effects of year of birth and weaning, farm, sex, date of birth and weaning, parity, racial composition and the random effect of the sire was used; analysis were performed using the GLM and MIXED (SAS ® 9.0) statistical program procedures. For birth weight an overall average of 27.20 ± 7.5 kg was observed, finding a significant effect of year of birth. Weaning weight for an overall average of 160.46 ± 62.9 kg, with significant effects of the farm and the racial composition was obtained. No significant effect of the father in the expression of any of the two characteristics analyzed was found. Heritability estimates for birth weight were 0.38 ± 0.19 and for weaning weight of 0.18 ± 0.14 . It concludes that it is appropriate to conduct genetic selection taking into account the characteristic birth weight and improvement of environmental conditions during the preweaning to obtain more productive response.

KEYWORDS: Chino Santandereano, heritability, birth weight, weaning weight

OBJETIVOS

GENERAL

Estimar la heredabilidad para características de crecimiento (peso al nacimiento y peso al destete) en la raza Chino Santandereano y sus cruces, en las haciendas Ojo de Agua y Pampas de las Provincias Guanentina y Mares del Departamento de Santander.

ESPECÍFICOS

- Determinar los factores ambientales que influyeron significativamente en la expresión del peso al nacimiento y el peso al destete de la raza Chino Santandereano en las haciendas Ojo de Agua y Pampas del Departamento de Santander.
- Determinar la heredabilidad del peso al nacimiento y el peso al destete en ejemplares de la raza Chino Santandereano y sus cruces en las haciendas Ojo de Agua y Pampas del Departamento de Santander.
- Aportar información fundamental para el desarrollo de programas de conservación, documentación y fomento de la raza Chino Santandereano y sus cruces, en el país.

1. REVISION DE LITERATURA

1.1. Origen de la raza Chino Santandereano

Las razas bovinas criollas constituidas en Colombia son el producto de un largo proceso de selección natural que inició tras la introducción de bovinos de las razas autóctonas españolas por Cristóbal Colón en el año 1493. La Raza Chino Santandereano tiene sus estirpes en dichas razas ibéricas, en orden de mayor a menor prevalencia se subrayan las razas introducidas: la Gallega, la Tudanca y la Pirenaica; pero no solo estas razas conformaron el Chino pues se adhirieron otros ganados como lo fueron el Casanareño, formado en los Llanos Orientales, el Venezolano hoy conocido como el Limonero y el Costeño con cuernos proveniente de la Costa Atlántica. (Pinzón, 1979).

El primer núcleo ganadero en el país se formó durante la conquista a partir de la llegada de animales a Santa Marta que provenía de la Isla La Española hoy Santo Domingo (Primo, 1992), distribuyéndose en el centro-norte de la Cordillera Oriental de Colombia que corresponde a los departamentos del Norte de Santander, siendo los municipios de influencia: (Bohalema gramalote, Salazar, Chinacota, Durania, Ragombalia, Sardinata, Ocaña y Cúcuta) y en Santander: (Barichara, San Gil, Cabrera, Guane, Socorro, Pinchote, Curití, Ocamonte, Guadalupe, Guapotá, Simacota, Chima, Galán, Palmas, La fuente, Zapatoca, El Palmar, Matanza, Rionegro, Piedecuesta, Girón, Bucaramanga) y parte de Boyacá. (Banco Ganadero, 1996). Es en estos lugares los descendientes de esas importaciones coloniales adquirieron características adaptativas de gran importancia, lo que incrementó su valor como recurso

genético (Pinzón, 1984).

1.2. Descripción de la raza Chino Santandereano

Las características fenotípicas de la raza Chino se derivan de sus ancestros, la selección natural y la adaptación durante aproximadamente 400 años de evolución en el ambiente tropical de la Montaña Santandereana. Como resultado de dicho progreso, la raza desarrolló cualidades fisiológicas especiales, como una constitución vigorosa y sana, manifestada en la tolerancia a fuertes variaciones climáticas, mínimo estrés calórico por su pelo ralo y corto (un signo de su eficiencia orgánica en la lucha contra el calor ambiental), resistencia a enfermedades de tipo parasitario e infecciones reproductivas, alta longevidad y fertilidad, baja mortalidad y morbilidad en animales jóvenes, alta capacidad de pastoreo en suelos pobres y pastos de baja calidad, presentes en la topografía accidentada del departamento Santandereano, así como la facilidad de digerir y asimilar forrajes toscos para su supervivencia. (Pinzón, 1979).

Esta raza presenta una conformación similar a la de las razas criollas Costeño con Cuernos y Hartón del Valle, además fue considerada una raza de triple utilidad (carne, leche y trabajo) para la sociedad campesina, ya que se destacaba por su producción cárnica al igual que las razas Romosinuano y Hartón del Valle; debido a su alto poder biológico se ha empleado en los cruzamientos tanto con razas lecheras como de carne. (Vargas, 2011).

Su nombre proviene de la vereda la China en la región de Barichara Santander, donde también se instaló dicha raza. Presenta un pelaje colorado con tonalidades bayas, anaranjadas y

hoscas, rara vez presentan manchas blancas en el vientre o en otras partes del cuerpo; el color más frecuente es el hosco y se distingue por un color rojo castaño con extremidades oscuras o quemadas hasta más arriba de las rodillas y corvejones, cabeza, orejas, ojos, extremo del escroto y borla de color oscuro, mucosas y pezuñas bien pigmentadas. Piel delgada y suelta, cabeza de aspecto primigenio, frente ancha, testuz plano de tamaño pequeño o mediano, perfil recto y cara fina, magra y expresiva que denota una apariencia tranquila y noble; cuernos delgados y finos de color blanco con puntas negras dirigidos hacia fuera, hacia delante y hacia arriba. Las Orbitas son algo salientes y separadas, conjuntiva pigmentada y con arrugas muy netas que rodean los ojos vivos y expresivos. Las orejas son ovaladas, de tamaño pequeño, móviles y del mismo color del cuerpo en los animales bayos y bien oscuras en los animales hoscos. El hocico es bien conformado y amplio, las mandíbulas fuertes con maseteros bien netos y firmes. (Pinzón, 1979).

El cuello es fuerte, de mediana longitud, bien implantado en el tronco, con papada de mediano desarrollo y con músculos cervicales muy desarrollados en el macho. La cruz es fuerte y cerrada en buena armonía con el dorso. El dorso es fuerte pero algo ensillado en algunos animales, y un poco más levantado en la parte posterior al nivel de la grupa. (Pinzón, 1979).

El tronco es voluminoso, de buena capacidad corporal, la grupa es amplia y levantada, el lomo es recto y carnudo en el macho, la cola es de inserción alta, delgada y de escasa borla especialmente en los machos; los miembros son de mediana longitud, de hueso fino, bien aplomados y de pezuñas fuertes. (Vargas, 2011).

En las hembras la ubre es glandulosa, visiblemente irrigada, con buena inserción y desprendimiento posterior alto. Se presenta un desarrollo desigual tanto de los cuartos posteriores como de los anteriores, debido a un equilibrio defectuoso, (figura 1). En el macho los testículos están bien colocados, son parejos, de buen tamaño y del mismo color del cuerpo del animal, generalmente con el extremo inferior negro donde el escroto termina en forma de horqueta, (figura 2). Vargas (2011).



Figura 1. Hembra pura de la raza Chino Santandereano

Fuente: Autor, (2013). Ganadería Las Pampas.



Figura 2. Reproductor puro de la raza Chino Santandereano “Pampero”.

Fuente: Autor, (2013). Ganadería Las Pampas.

1.2.1. Características productivas.

Según Pinzón (1979), la producción promedio de leche para la raza es de 950 litros en lactancias de 225 días en ordeño con ternero, es decir un promedio de 4 litros diarios; en la Finca Ojo de Agua los registros de producción indican un promedio de 3 litros/vaca/día y en los cruces con Pardo suizo y Holstein entre 6 a 8 litros/vaca/día. En cuanto a composición fisicoquímica presenta un porcentaje de grasa de 3%, 3,6% de proteína y 12,25% de sólidos totales, teniendo poca diferencia con la raza Holstein Friesian. Vargas (2011).

En cuanto a las características de crecimiento Pinzón, (1979) señala pesos al nacimiento en machos de 29,3 kg y 28,7 kg para las hembras, pesos a los nueve meses (destete) en machos de 214 kg y en hembras de 211 kg, y en los machos adultos pesos de 658 kg y alzada de 145 cm; en las hembras adultas 487 kg y alzada de 141 cm. En tabla 1 se presentan algunos parámetros de crecimiento en la raza Chino Santandereano.

Tabla 1. Promedios de peso (kg) y ganancia diaria (gr/d) en la raza Chino Santandereano

CLASE	Edad Promedio	Peso Promedio (kg)	Ganancia diaria (gr/d)
Machos Lactantes	5.9 meses	130	856
Novillas de Vientre	30.2 meses	331	327
Hembras Lactantes	5.4 meses	117	853
Machos Levante	23.1 meses	374	739
Destetos Machos	9 meses	214	692
Destetos Hembras	9 meses	211	681
Toro Adulto	-	780	-

Vacas preñadas Lactando	7.5 años	445	310
Vacas lactando vacías	6.8 años	402	212
Vacas Secas Preñadas	8.8 años	453	347

Tomado de: Vargas, C. (2011).

1.2.2. Características reproductivas.

Poco se conoce de su desempeño reproductivo; algunos datos oficiales del Fondo Ganadero de Santander, sostienen un promedio de intervalo entre partos (IEP) de 400 días, y tasas de natalidad cercanas al 85%. (Carta Fedegan, 2009). Pinzón (1979) reporta una edad promedio al primer parto de 39,5 meses, un intervalo entre partos de 427 días, tasas de natalidad del 65% y fertilidad del 83%.

1.2.3. Situación actual de la raza.

En el año 2005 el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) realizó un informe acerca de la situación de los bovinos criollos en Colombia teniendo en cuenta el estado de amenaza de la población con base en el número de hembras en estado reproductivo y la relación entre sexos; según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, ninguna de las razas criollas se encuentra clasificada en estado *normal* (10.000 hembras; relación entre sexos superior a 50:1 o 1.000 hembras y 20 machos) o *insegura* (entre 5.000-10.000 hembras; relación 50:1), pero sí en peligro (100-1.000 hembra; relación inferior 30:1) y crítica (menos de 100 hembra; relación no inferior 5:1) (Martínez, 1999). Para el caso de la raza Chino Santandereano el estado actual es crítico; en la figura 3 se presenta el comportamiento del

tamaño poblacional del ganado criollo colombiano entre los años 1999 y 2003, en donde se observa que de 606 ejemplares de la raza Chino en el año 1986 se paso a 368 en el año 1999 y a 393 en el año 2003 (ASOCRIOLLO, 2003).

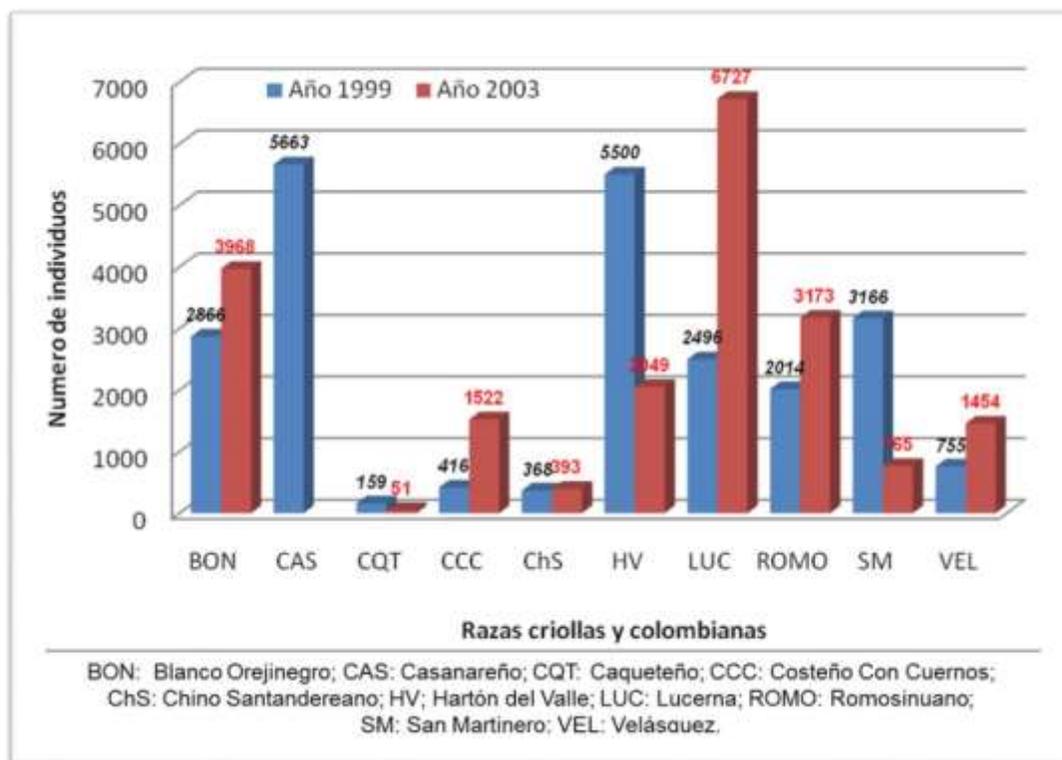


Figura 3. Distribución de la población del ganado criollo colombiano en los censos del año 1999 y del año 2003 (Total por raza).

Fuente: Martínez, (1999); MADR-ASOCRIOLLO, (2003).

Con base en éstos resultados se determinaron las medidas prioritarias y programas de repoblamiento que han de adoptarse para utilizar y conservar la amplia gama de razas bovinas criollas; de esta manera el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el Instituto Colombiano Agropecuario, y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria entre otros entes gubernamentales, han direccionado acciones y estrategias para la recuperación, conservación y

mejora de los recursos genéticos criollos; ejemplo de ello es el establecimiento del banco de Germoplasma in Vitro cuyo inventario a finales del 2005 se acercaba a las 30.000 pajillas de semen de toros nativos puros, y alrededor de 400 embriones de las diferentes razas criollas. (CORPOICA, 2005).

En la actualidad los mejores resultados en cuanto a conservación y mayor inventario de embriones, pajillas y número de ejemplares se han obtenido en las razas Romosinuano, Blanco Orejinegro y San Martinero, las cuales se encuentran fuera de peligro de recaer en extinción como si lo está la Raza Chino Santandereano. (CORPOICA, 2005). En el X Simposio Iberoamericano de Recursos Zoo genéticos Nativos realizado en la ciudad de Palmira en el año 2009, se reporta que el departamento de Santander cuenta con menos de 150 ejemplares puros de la raza nativa Chino Santandereano, por lo cual la consideran como una raza inminente en vía de extinción.

Hasta el momento no se cuenta con un conocimiento firme acerca de su fisiología reproductiva y de sus características genéticas con potencial zootécnico. (Jiménez, et al.2009). Aunque se han adelantado algunos estudios con miras a caracterizar parámetros productivos y reproductivos de la raza, algunos de estos proyectos se han desarrollado en pisos térmicos bajos y áreas donde la raza no ha tenido toda su adaptación, alterando y desconociendo la potencialidad que puede ser expresada.

Por otra parte, la Asociación de Ganado Criollo y el Fondo Ganadero de Santander vienen desarrollando el proyecto de replicación del material genético de la raza, empleando la

transferencia de embriones obtenidos de vacas Chinas calificadas en vientres aportados por asociaciones ganaderas, con el objetivo de iniciar con el proceso de recuperación de la raza aumentando el inventario de animales, e incrementando la competitividad de los sistemas de producción de ceba y doble propósito en la región Santandereana.

La distribución de ejemplares de la raza Chino en el Departamento de Santander de acuerdo al número de individuos por finca, y según información suministrada por la Universidad Cooperativa de Colombia en el año 2013 se presenta en la figura 3; el núcleo más importante clasificado en la posición número uno se localiza en las provincias Guanentina y Comunera, conformado por las fincas Ojo de Agua y Los Pozos del municipio de San Gil, y las fincas La Ponderosa y El Tulipán del municipio de Socorro; en segundo lugar se encuentra en la provincia Guanentina, el núcleo del Fondo Ganadero de Santander a cargo de La Finca Payandé en el Municipio de Pinchote, y La Finca Macanal en el municipio de Ocamonte; en tercer lugar en la provincia de Mares, se encuentra la ganadería Las Pampas en el Municipio de Sabana de Torres; en cuarto lugar en la provincia de Vélez, se encuentra la ganadería Oro en Cimitarra; en el quinto y sexto lugar se encuentran en la provincia Guanentina, las fincas El Choro de Villanueva y Sudán, y La Pradera de Barichara; por ultimo en la provincia comunera, se encuentra la Finca Agua Fría de Guadalupe.

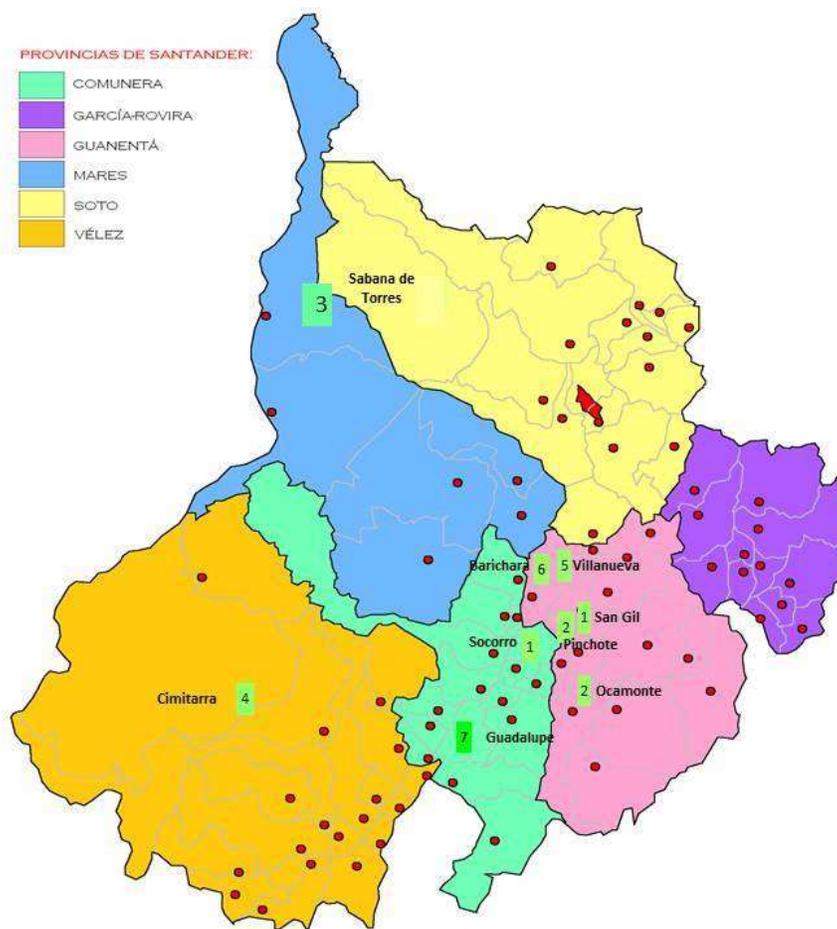


Figura 4. Ubicación de ejemplares Chino Santandereano en el Departamento de Santander.

Fuente:

https://www.google.com.co/search?q=mapa+politico+de+santander&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ei=989PU6PTK_LUsATe54DIBQ&ved=0CAYQ_AUoAQ&biw=1821&bih=859&dpr=0.75#q=mapa+con+provincias+de+santander&tbn=isch

Dichos núcleos comprometidos en ejecutar planes de mejoramiento con asesoría del Fondo Ganadero de Santander, están trabajando para evitar su extinción a través de la aplicación de técnicas reproductivas como la inseminación artificial, y empleando cruzamientos con otras razas especializadas en la producción de leche como Holstein, Pardo Suizo y Jersey; tal es el caso de la finca Payandé en donde se ha logrado una mejora en la producción de leche pasando de 3 a 6 u 8 litros, producto de los esquemas de cruzamiento empleados.

Por otra parte la finca Las Pampas localizada en el Municipio de Sabana de Torres, trabaja en la recuperación de la raza con ejemplares obtenidos a través del núcleo del fondo ganadero de Santander hace varios años; como resultado se mencionan pesos al nacimiento y al destete propios de una raza criolla (20 kg y 150 kg respectivamente); el levante en las hembras es lento, y puede llevarse a los 18 meses con 300 kg para su primer servicio. En cuanto a los cruces con ganado *Bos indicus*, se han obtenido vacas F1 sobresalientes en producción de carne y leche, las cuales a su vez se han inseminado con toros Simmental, generando crías con fenotipo taurino cuyo desarrollo se ve drásticamente afectado por las adversidades del clima; actualmente estas hembras trihíbridas se inseminan con ejemplares de la raza Chino Santandereano nuevamente para mejorar la resistencia a los efectos climáticos.

1.3. Los programas de mejoramiento genético animal

Montaldo, (1998 en Piñeira et. al 2009) define el mejoramiento genético como el uso de herramientas biológicas y matemáticas tendientes a aumentar la frecuencia de aquellos genes relacionados con caracteres que se consideran favorables en una población de animales

domésticos; este proceso tiene una historia muy antigua en todo el mundo, la cual inicia con la acción del hombre en la creación de las primeras razas de animales, más la contribución de la selección natural.

Ossa et al. (2003) afirma que la implementación de los sistemas de apareamiento y los métodos de selección, ha llevado a los programas de mejoramiento genético animal a convertirse en una de las herramientas fundamentales dentro de las explotaciones ganaderas, cuyo objetivo ha sido el de alterar la frecuencia deseable de genes de interés económico, ya sean de tipo productivo o reproductivo; los sistemas de apareamiento permiten planear los apareamientos de los individuos de una o varias razas, cuyos componentes genéticos hacen posible maximizar la producción; mientras que la selección consiste básicamente en la eliminación sistemática de animales indeseables y la propagación preferencial de animales deseables, con el objetivo de cambiar genéticamente la población en una dirección deseada, generalmente determinada por las condiciones económicas de la producción (Cardellino y Rovira, 1987).

Dentro de los Programas de Mejoramiento Genético Animal el primer paso es fijar el objetivo; qué característica o características se desean mejorar genéticamente, y así direccionar sobre ellas las estrategias del programa. El segundo paso es la identificación de los animales de mayor potencial genético, considerando el fenotipo y las condiciones del medio ambientales que afectan tanto positiva como negativamente la expresión de las características a mejorar, para lo cual se emplean herramientas como los parámetros genéticos, las pruebas de desempeño y las pruebas de progenie, entre otros. Por último se seleccionan aquellos animales que reúnen las mejores

condiciones para ser utilizados como reproductores a través de los diferentes sistemas de apareamiento, con el objetivo de obtener las mejores progenies desde el punto de vista genético. (Manrique, 2008).

1.3.1. Parámetros genéticos.

Los parámetros genéticos son los pilares del diseño de cualquier programa de mejoramiento genético, ya que constituyen los instrumentos utilizados para la obtención de respuestas directas y correlacionadas a la selección, elaboración de índices de selección y predicción de los valores genéticos de los animales (De Lira et al., 2008) en Montes 2009, generando así información que permitirá identificar aquellos animales sobresalientes o con merito genético, capaces de producir eficientemente y de transmitir su potencial a su descendencia.

Existen muchos procesos para estimar los componentes de la variación presente en una característica determinada, sin embargo la técnica más utilizada es la estimación de valores genéticos que conlleva a la toma decisiones en cuanto a la forma de seleccionar los animales, para así lograr su uso intensivo en los sistemas productivos. Manrique (2008) afirma que esto es más relevante si estos animales poseen genéticas provenientes de diferentes grupos raciales.

1.3.1.1. Heredabilidad.

La heredabilidad es considerada como el parámetro de máxima utilidad e importancia para los programas de mejoramiento genético animal a través de la selección, puesto que determina la fracción de la varianza fenotípica total de una característica que es atribuida al efecto aditivo de los genes, es decir a la herencia, mientras que el resto es debido al medio ambiente. (Camargo, 2008).

Desde el punto de vista de su aplicación al mejoramiento animal la heredabilidad (h^2) se define como la superioridad de los padres que es transmitida a la progenie; si una característica tiene h^2 alta entonces los padres con buena producción tendrán hijos también con buena producción y viceversa. Es así que la h^2 actúa como un filtro de una generación a otra, permitiendo que la superioridad fenotípica u observada de los padres se transmita en forma parcial a la progenie. (Henaó, 1994).

Estadísticamente la h^2 se define como el cociente de la varianza genética aditiva sobre la varianza fenotípica: $h^2 = V_A / V_P$ (Falconer, 1983).

1.3.1.1.1. Partición de la varianza fenotípica.

La varianza es la medida matemática empleada para el estudio genético de la variación de un carácter métrico o cuantitativo; para su estudio se debe desglosar en los componentes atribuibles a diferentes causas. Por lo tanto la varianza fenotípica (V_P) se puede descomponer en

varianza genética (V_G) atribuida a diferencias causadas por efectos genéticos, y varianza ambiental (V_E) debida a efectos ambientales. (Camargo, 2008).

$$V_P = V_G + V_E$$

A su vez la varianza genética puede fraccionarse según sus diferentes componentes en: varianza genética aditiva (VA), la cual comprende los efectos aditivos de los genes sobre el fenotipo; en varianza genética por dominancia (VD) relacionada con los efectos no aditivos que se producen por interacción entre alelos de un locus, y en varianza por interacción génica (VI) que se produce por interacciones no alélicas entre todos los pares de genes que determinan el carácter en un individuo. En resumen, es la sumatoria de dichos efectos de todos los genes lo que determina el genotipo de un individuo para un carácter determinado. $V_G = VA + VD + VI$. (Camargo, 2008).

En cuanto a los efectos del medio ambiente, estos actúan de manera independiente al genotipo del individuo y ocasionan desviaciones del valor fenotípico; se destacan los efectos permanentes (VEP) como aquellos que actúan sobre el individuo y afectan su desempeño durante toda la vida, por ejemplo: una nutrición deficiente provoca alteraciones de crecimiento afectando el peso en un animal adulto. Y los efectos temporarios (VET) que actúan sobre el genotipo de un individuo de manera transitoria tales como alimentación, sanidad, condiciones climáticas y manejo, entre otros. (Camargo, 2008).

Si se consideran todos los componentes descritos anteriormente, se puede expresar el modelo genético de la siguiente manera:

$$VP = VA + VD + VI + VEP + VET$$

1.3.1.1.2. Estimación de la heredabilidad.

De acuerdo con Camargo (2008), se distinguen dos tipos de h^2 : la heredabilidad en sentido amplio que mide la contribución de la varianza genética a la varianza fenotípica total, es decir que incluye los efectos de la varianza por dominancia y la varianza epistática: $h^2 = V_G / V_P$. Y la heredabilidad en sentido restringido o estricto que mide la proporción de la varianza fenotípica total debida exclusivamente a la varianza genética aditiva, siendo la principal causa de la semejanza entre parientes: $h^2 = V_A / V_P$; se considera que esta última es útil para la mejora de especies animales y vegetales ya que son los caracteres con acción aditiva los que mejor se manipulan, y por otra parte logra medir el impacto de la selección ya que a mayor valor de h^2 mayor será el cambio del carácter en la generación siguiente.

Por lo anterior la h^2 se calcula como:

$$h^2 = \frac{V_A}{V_A + V_D + V_I + V_E}$$

1.3.1.1.3. Valores de la heredabilidad.

Los valores de h^2 pueden variar en una escala de 0 a 1, en donde valores menores a 0,25 son considerados bajos e indican que los factores ambientales pueden tener un mayor impacto sobre la variación fenotípica de la característica, lo cual se expresa en una baja posibilidad de ganancia genética por medio de la selección. Por otra parte, valores de h^2 que se encuentren entre el rango de 0,25 a 0,50 son considerados como medios, indicando una moderada posibilidad de ganancia genética por medio de la selección. Mientras que valores de h^2 mayores a 0,50 son considerados

altos, e indican que gran parte de la variación de una característica se pueden atribuir a factores genéticos, lo cual refiere una alta posibilidad de ganancia genética por medio de la selección. (Gemghini et al., 2002) en Camargo 2008.

La mayoría de los caracteres de crecimiento, eficiencia y características atribuidas a la canal presentan heredabilidades medias, por lo que las metas de los productores de ganado de carne se enfocan en el desarrollo de cualidades que den por resultado valores altos de conversión alimenticia. En la tabla 2 se muestran las estimaciones de heredabilidad en ganado de carne en Colombia, publicadas por diferentes autores.

Tabla 2. Valores de heredabilidad para características de crecimiento en ganado de carne

PESO AL NACIMIENTO			PESO AL DESTETE			FUENTE
hd^2	hm^2	ht^2	hd^2	hm^2	ht^2	
0.1						CASTAÑO et al. (2003)
0.17	0.087					OSSA et al. (2005 ^a)
0.48			0.45			MANRIQUE (2003)
0.16			0.37			MONTES et al. (2008)
0.08			0.26			OSSA et al. (2002)
0.39			0.18			GALLEGO et al. (2006)
0.16	0.18		0.09	0.09		ELZO et al. (1999)
0.24	0.14		0.1	0.13		ELZO et al. (1998)
0.26	0.29		0.18	0.11		ELZO et al. (2003)
0.3	0.36		0.08	0.1		ELZO et al. (2003)
0.17	0.087		0.14	0.12		OSSA et al. (2005b)
0.25	0.06	0.28	0.34	0.19	0.43	MARTINEZ et al. (2006)
0.17	0.012	0.17	0.21	0.05	0.23	MARTINEZ et al. (2006)
			0.17	0.12		OSSA et al. (2005b)
			0.08	0.08		ARBOLEDA et al. (2007)
			0.10	0.09		QUINTERO et al. (2007)
			0.63	0.22		CAÑAS et al. (2008)
			0.23	0.15	0.19	VERGARA et al. (2009)

Tomado de: Forero, G. (2013).

hd^2 : heredabilidad directa, hm^2 : heredabilidad materna, ht^2 : heredabilidad total

De lo anterior se deduce que se pueden obtener diversas estimaciones de heredabilidad de caracteres productivos y reproductivos e incluso de un mismo carácter en distintas poblaciones o especie animal, lo cual se atribuye en parte a las diferentes condiciones ambientales o de la población en sí.

1.3.2. Metodología de Evaluación Genética Animal.

De acuerdo con Ruales et al. (2007 en Martínez 2011), la evaluación genética es entendida como un proceso que permite predecir el valor genético de los animales para una o más características en una población, y así seleccionar como reproductores aquellos con el mayor mérito genético y descartar los peores. Dentro de este proceso es necesario contar con las fuentes de información acerca del fenotipo, la genealogía, las circunstancias de producción, la naturaleza genética y ambiental y el valor económico absoluto y relativo del carácter, con lo cual se procede a aplicar el método de evaluación más apropiado.

Los métodos empleados para la evaluación genética de caracteres cuantitativos o métricos, tienen sus inicios en las ecuaciones del modelo mixto descritas por Henderson en 1973, quien adicionalmente contribuyó en el desarrollo de estrategias computacionales para que dichos modelos se implementaran en grandes conjuntos de datos (Elzo, 2001); adicionalmente se destaca la creación de un conocido algoritmo para invertir la matriz de parentesco, así como la separación de los efectos genéticos de los no genéticos (Manrique, 1995; Garrick y Golden, 2009 en Martínez 2011). Estos procedimientos fueron inicialmente aplicados a poblaciones de ganado lechero; las aplicaciones a poblaciones de ganado de carne tuvieron que esperar el desarrollo de

modelos que consideraran efectos propios de los animales (efectos directos), e influencia materna (efectos maternos) los cuales fueron desarrollados por Quaas y Pollak en 1980 (Pollak y Quaas, 1980 y 1981 en Martínez 2011).

Los avances han sido rápidos en las últimas décadas; de la predicción del valor genético de un individuo basado únicamente en su fenotipo, se ha pasado a la predicción genética incorporando la información genealógica a través de los índices de selección, y llegando a emplear toda la información de la genealogía conocida de un individuo a través de la metodología BLUP (best linear unbiased prediction o mejor predicción lineal insesgada), que permite una mejor corrección de los efectos ambientales sistemáticos a diferencia de los índices de selección tradicionales. (Piñeira et al., 2009)

Afortunadamente, en la actualidad el desarrollo y la universalización de las computadoras y la amplia difusión de los programas que se aplican al mejoramiento genético, han hecho posible que la más moderna metodología esté al alcance de todos.

1.3.2.1. Modelo Animal.

Actualmente el modelo animal es el método preferido para la predicción de valores genéticos (Clément *et al.*, 2001), ya que utiliza los estimadores genéticos individuales para una o varias características, los datos productivos, las genealogías, el manejo, el ambiente y las circunstancias que rodean el comportamiento de los animales (Díaz, 1994) en Martínez 2011, los cuales son plasmados y combinados en un modelo matemático mediante la aplicación de un método óptimo

de cálculo, para producir la predicción del valor genético de los animales que participan tanto con registros como con genealogía (Díaz et al.,2000) en Martínez 2011.

El modelo animal incluye en su metodología un efecto aleatorio por cada mérito genético aditivo tal como el efecto del animal, el efecto del padre, el efecto de la madre, el efecto del abuelo materno, etc. Por otra parte, los efectos no genéticos tienen en cuenta todos aquellos factores que afectan la expresión de esos registros; pueden ser efectos de año, sexo del animal, manejo de los animales (nutricional, reproductivo, sanitario, etc.), los cuales se consideran como efectos fijos en el modelo. Adicionalmente todos aquellos factores cuyos efectos no pueden ser controlados o medidos se toman como efecto residual dentro de la evaluación, lo cual afecta la confiabilidad con la que se obtienen las predicciones genéticas. (Manrique, 2008); de ahí la importancia de tener información confiable y válida para llevar a cabo estas evaluaciones.

2. ESTIMACION DE LA HEREDABILIDAD PARA EL PESO AL NACIMIENTO Y EL PESO AL DESTETE EN LA RAZA CHINO SANTANDEREANO Y SUS CRUCES, EN LAS PROVINCIAS GUANENTINA Y MARES DE SANTANDER

2.1. Introducción

La población de la raza Criolla Colombiana Chino Santandereano ha disminuido notablemente en los últimos dos siglos, debido a los notables cruzamientos absorbentes con razas de origen *Bos taurus* y *Bos indicus*; decayendo en pureza y adaptación al medio ambiente, con probabilidad de llegar a su desaparición, tal como lo asegura la Organización de las

Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), quien denomina a esta raza como una población en vía de extinción por su estado de amenaza y valor genético (Vargas, 2009); es por estas razones que se incluye en los programas de recuperación, conservación y multiplicación que adelantan entes gubernamentales nacionales y regionales, entre ellos el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el Instituto Colombiano Agropecuario, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, y el Fondo Ganadero de Santander en asociación con criadores de la región.

Por lo tanto en pro de rescatar el invaluable patrimonio genético de la raza Chino Santandereano que a través de años ha demostrado una fuerte adaptación al medio ambiente, rusticidad, mansedumbre, buena fertilidad y productividad cárnica, se considera necesario realizar estudios que provean información base que contribuya a mantener la variabilidad genética de la raza, y aportar a su descripción y documentación, lo cual permitirá en el futuro seleccionar reproductores que presenten los mejores valores genéticos para ser usados en hatos de fomento y cruzamientos con otras razas; en este contexto, el objetivo del presente trabajo fue estimar la heredabilidad para características de crecimiento (peso al nacimiento y peso al destete) en la raza Chino Santandereano y sus cruces, en las haciendas Ojo de Agua y Pampas de la Provincia Guanentina y Mares del Departamento de Santander.

2.2. Materiales y métodos

2.2.1. Localización.

La información analizada en el presente estudio corresponde a los registros productivos (pesos al nacimiento y pesos al destete) de algunos ejemplares de ganado Chino Santandereano provenientes de los dos núcleos más importantes en el departamento de Santander; la ganadería más tradicional en producción de ésta raza criolla: La hacienda Ojo de Agua ubicada en la vereda El Mochuelo del municipio de San Gil, en la provincia Comunera, localizada a 900 metros sobre el nivel del mar (msnm), con una temperatura media de 24° C, una máxima de 32° C y una mínima de 16° C; el régimen de lluvias oscila entre 600 a 1.800 milímetros al año con promedio de 1.200 milímetros (IDEAM 2012), topografía quebrada y extensión de 60 hectáreas.



Figura 5. Mapa del municipio de San Gil (Santander)

Fuente: Ubicación Geográfica San Gil. Recuperado de

http://www.google.com.co/imgres?imgurl=http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9d/Colombia_-_Santander.



Figura 6. Ubicación de la Ganadería Ojo de Agua

Fuente: Ubicación Geográfica San Gil. Recuperado de

http://www.google.com.co/imgres?imgurl=http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9d/Colombia_-_Santander.

La ganadería Las Pampas, cuyos animales se obtuvieron a partir del núcleo del Fondo Ganadero de Santander, se encuentra localizada en la vereda Villa Eva del municipio de Sabana de Torres provincia de Mares, a una altura de 110 msnm, temperatura promedio de 28,5 ° C, precipitación media anual de 2.200 milímetros (IDEAM 2012); cuenta con una topografía plana y una extensión de 120 hectáreas.



Figura 7. Mapa del municipio de Sabana de Torres (Santander)

Fuente: Ubicación Geográfica San Gil. Recuperado de http://en.wikipedia.org/wiki/File:Colombia_-_Santander_-_Sabana_de_Torres.svg



Figura 8. Ubicación de la Ganadería Las Pampas

Fuente: Ubicación Geográfica San Gil. Recuperado de [http://www.sabanadetorres-santander.gov.co/mapas_municipio.shtml?apc=bcMapas Geográficos-1-&x=1363564](http://www.sabanadetorres-santander.gov.co/mapas_municipio.shtml?apc=bcMapas%20Geogr%C3%A1ficos-1-&x=1363564)

Los dos núcleos de animales en estudio han sido mantenidos en condiciones de pastoreo rotacional sobre praderas de pasto Pará (*Brachiaria humidicola*), Angleton (*Dichantium aristatum*) y pasto Estrella (*Cynodon plectostachium*). El manejo reproductivo es circular cíclico, con el objetivo de evitar consanguinidad tanto en los animales puros como en los que han sido sometidos a algún tipo de cruzamiento con razas indicas como Brahmán, y taurinas como Pardo Suizo, Simmental, Limousine, Holstein y Jersey, donde la finalidad es probar su eficiencia cárnica y láctea. También se realizan algunos cruzamientos con otras razas criollas como el Hartón del Valle, e ibéricas como el Rubio Gallego con el objetivo de refrescar la raza.

2.2.2. Descripción de los datos.

Los datos de peso al nacimiento y peso al destete de los terneros Chino Santandereano y sus cruces, fueron obtenidos a partir de los registros productivos disponibles tanto en las tarjetas individuales como en el programa electrónico Software Ganadero versión 2008, para un periodo consecutivo de 5 años comprendido entre los años 2008 y 2012.

Inicialmente se elaboró una base de datos en el programa Microsoft Excel, para lo cual se tomaron únicamente los animales que presentaron información completa relacionada con los siguientes factores: finca, identificación del padre y de la madre, composición racial, época de parto (seca-lluvia), identificación de la cría, número de parto, sexo, fecha de nacimiento, peso al nacimiento, fecha al destete y peso al destete. Posteriormente se realizó el proceso de depuración y selección de la información, eliminando de la base de datos los padres que contaban con menos de dos registros, y se ajustaron los pesos al destete a 270 días debido a la dispersión de la edad al destete; para ello se empleó la siguiente fórmula: $P_{270} = [(PD - PN)/ED] \times 270 + PD$.

De esta manera se obtuvieron un total de 277 registros para cada una de las características analizadas, correspondientes a 17 padres distribuidos en las fincas Ojo de Agua y Pampas del Departamento de Santander.

2.2.3. Análisis de datos.

La metodología del modelo animal empleado, considera la inclusión de factores medio ambientales entre los cuales se encuentran la finca, el sexo de la cría, el número de parto, el año de parto/destete y la época de parto/destete; teniendo en cuenta la distribución de los datos se procedió a crear categorías para el número de partos de la siguiente manera: 1= vacas de primer parto; 2= vacas de segundo parto; 3 = vacas de tercer parto; 4 = vacas de cuarto parto; 5= vacas de quinto parto y 6= vacas con 6 o más partos. Debido a que las épocas de parto/destete no se encontraban especificadas en las bases de datos originales, se procedió a generar la información teniendo en cuenta la distribución de las lluvias reportada para la región, según la cual las épocas de mayor precipitación se dan durante los meses de abril, mayo, septiembre y octubre. (IDEAM 2012).

Adicionalmente fue necesario crear categorías para la composición racial de acuerdo al grado de pureza con respecto a la raza Chino Santandereano, de la siguiente manera: 1= 100% Chino Santandereano; 2= 12,5 % Chino Santandereano; 3= 25% Chino Santandereano; 4= 50% Chino Santandereano; 5= 75% Chino Santandereano.

2.2.4. Análisis estadístico.

El modelo mixto es un modelo estadístico que contiene tanto los efectos fijos y los efectos aleatorios; por esta razón se aplica en este estudio con el fin de determinar los

efectos de tipo no genético que influyeron significativamente ($p < 0,05$) en la expresión de las características analizadas, así como para la estimación de los componentes de varianzas requeridos para el cálculo de la heredabilidad.

Para lo cual se empleó un modelo animal mixto a través del procedimiento MIXED del programa Statistical Analysis System (SAS®, 9.0), que incluyó como efectos fijos el año de nacimiento/destete, la época de nacimiento/destete, el sexo del ternero, la finca, el rango de parto y la composición racial; y como efecto aleatorio el efecto genético del padre, además del efecto residual.

El modelo estadístico empleado fue el siguiente:

$$Y_{ijklmnq} = \mu + A_i + E_j + F_k + S_l + R_m + C_n + P_q + e_{ijklmnq}$$

Donde:

$Y_{ijklmnq}$ = Es el peso (nacimiento/destete) del ternero.

μ = Media general del peso (nacimiento/destete).

A_i = Efecto fijo del i -ésimo año de nacimiento/destete del ternero, variando i de 1 a 5.

E_j = Efecto fijo de la j -ésima época de nacimiento/destete del ternero, variando j de 1 a 2 siendo: 1 (Seca); 2 (Lluvia).

F_k = Efecto fijo de la k -ésima finca, variando k de 1 a 2.

S_l = Efecto fijo del l -ésimo sexo del ternero, variando l de 1 a 2 siendo: 1 (macho); 2 (Hembra).

R_m = Efecto fijo del m -ésimo rango de parto de la vaca, variando m de 1 a 6 siendo: 1 (primero); 2 (segundo); 3 (Tercero); 4 (Cuarto); 5 (Quinto); 6 (Sexto y más).

C_n = Efecto fijo de la n -ésima composición racial del ternero variando n de 1 a 5 siendo: 1 (100% Ch); 2 (75% Ch); 3 (50% Ch); 4 (25% Ch); 5 (12.5% Ch).

P_q = Efecto genético aleatorio del padre.

$e_{ijklmnq}$ = Efecto residual

Con los componentes de varianza genéticos y ambientales obtenidos, se estimaron los valores de heredabilidad para cada una de las características objeto de estudio, entendida como la fracción de la varianza fenotípica total que es debida a la variación genética del animal (varianza aditiva). Los errores estándar de las estimaciones realizadas fueron obtenidos de acuerdo con la metodología descrita por Ossa (2003):

$$EE (h^2) = 4 \times \frac{\sqrt{2(n-1)(1-t)^2 (1+(k-1)t)^2}}{k^2 (n-s) (s-1)}$$

Donde:

n = Suma total de individuos

k = Promedio de los hijos por padre

S = Número de padres

t = Correlación intraclase

Adicionalmente se estimaron las medias ajustadas por mínimos cuadrados con sus respectivos errores estándar y un nivel de confianza de 95% para los efectos fijos que influyeron significativamente en la expresión de cada una de las características analizadas, a través del procedimiento LSMEANS de SAS; y se realizó una prueba de comparación múltiple de medias de Tukey, con el objetivo de determinar las diferencias presentes entre los diferentes niveles de cada uno de éstos efectos.

2.3. Resultados

2.3.1. Peso al nacimiento.

La media general de los datos analizados para ésta característica fue de 27.20 ± 7.5 Kg. Por otra parte, en el presente estudio no se encontró un efecto significativo del padre ($P > 0,05$) en la expresión del Peso al Nacimiento en los terneros Chino Santandereano; aunque se determinó que dentro de los factores de tipo no genético que influyeron significativamente ($P < 0,05$) se encuentra el efecto del año de nacimiento, tal como se presenta en el análisis de varianza de la tabla 3.

Tabla 3. Resumen: análisis de varianza para el Peso al Nacimiento en ganado Chino Santandereano

Efectos de Variación	G.L	P>F
FINCA	1	0.99
SEXO	1	0.12
EPOCA DE NACIMIENTO	1	0.86
AÑO DE NACIMIENTO	4	<.0001*
RANGO DE PARTO	5	0.30
COMPOSICION RACIAL	4	0.14

* Valores significativos ($P < 0,05$)

Con base en éstos resultados, en la Tabla 4 se presentan los promedios ajustados de Peso al Nacimiento de acuerdo al año de nacimiento, en donde se puede observar que los mejores pesos se expresaron durante los años 2010, 2009 y 2011 con 29.6 kg, 28.8 kg y 28.6 kg, respectivamente.

Adicionalmente a la tabla 4 se presenta la figura 9 que muestra el comportamiento del peso al nacimiento durante los diferentes años de estudio.

Tabla 4. Promedios ajustados de Peso al Nacimiento (Kg) en terneros Chino Santandereano, de acuerdo con el año de nacimiento.

Año	Número de observaciones	Media *	Error Estándar
2008	17	27.57 a	0.99
2009	53	28.88 ab	0.84
2010	80	29.65 b	0.70
2011	76	28.64 ab	0.72
2012	51	25.13 c	0.77

* Medias con letras distintas son estadísticamente diferentes ($P < 0,05$, Tukey)

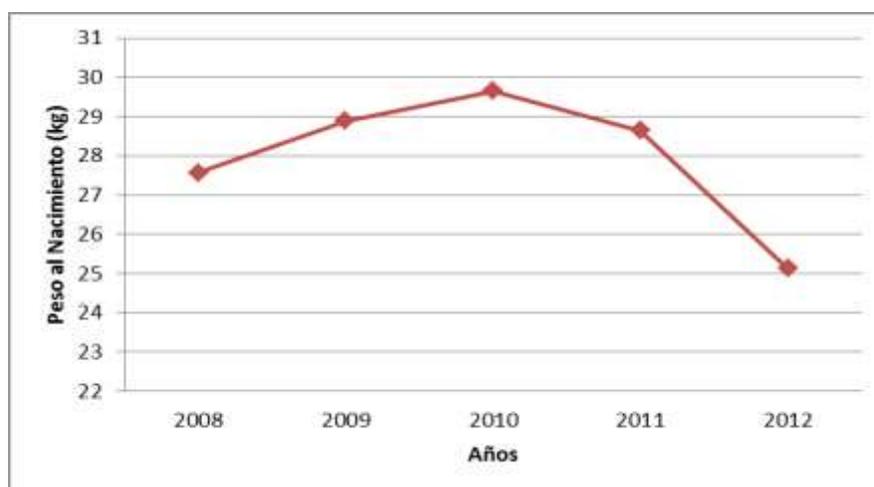


Figura 9. Media reportada para el efecto año sobre el peso al nacimiento (PN) en terneros criollos Chino Santandereano (2008 – 2012).

A partir del 2008 hasta el 2010 se observa una tendencia creciente presentándose el peso más alto, luego una disminución notable hasta el 2012.

En las tablas 5 y 6 se presentan los componentes de varianza genéticos y ambientales, y el valor de heredabilidad estimado para esta característica en ganado Chino Santandereano, respectivamente.

Tabla 5. Componentes de varianza para el Peso al Nacimiento en terneros Chino Santandereano

Componentes de varianza			
Característica	Padre	Residual	Fenotípico
Peso al nacimiento	1.17	11.14	12.31

Tabla 6. Heredabilidad estimada para el Peso al Nacimiento en terneros Chino Santandereano

Característica	Heredabilidad	Error estándar
Peso al nacimiento	0.38	±0.19

2.3.2. Peso al destete.

La media general obtenida para el peso al destete de los terneros Chino Santandereano analizados fue de 160.46 ± 58.7 kg. En el presente estudio no se encontró un efecto significativo del padre ($P > 0,05$) para la expresión de ésta característica, aunque se obtuvieron efectos

significativos ($P < 0,05$) de la finca y la composición racial, tal como se presenta en el análisis de varianza en la tabla 7.

Tabla 7. Resumen: análisis de varianza para el peso al destete en ganado Chino Santandereano

Efectos de Variación	G.L	P>F
FINCA	1	0.001*
SEXO	1	0.26
EPOCA DE DESTETE	1	0.83
AÑO DE DESTETE	5	0.15
RANGO DE PARTO	5	0.76
COMPOSICION RACIAL	4	0.003*

* Valores significativos ($P < 0,05$)

Con base en estos resultados, en las tablas 8 y 9 se presentan los promedios ajustados de peso al destete para los terneros Chino Santandereano de acuerdo con la finca y la composición racial, respectivamente.

Así como las figuras 10 y 11, se presenta un comparativo de los promedios de peso al nacimiento por efecto de la finca y compara las medias de peso al destete por efecto de la composición racial, respectivamente.

Tabla 8. Promedios ajustados de Peso al Destete (Kg) en terneros Chino Santandereano, de acuerdo con la finca.

Finca	Número de observaciones	Media*	Error Estándar
Ojo de Agua	70	191.71 a	7.14
Las Pampas	207	165.54 b	5.94

* Medias con letras distintas son estadísticamente diferentes ($P < 0,05$, Tukey)

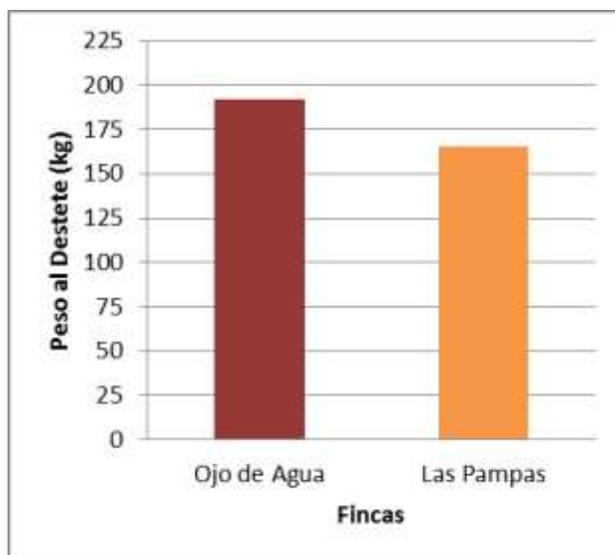


Figura 10. Efecto de la finca sobre el peso al destete en los terneros Chino Santandereano

La finca Ojo de Agua fue superior respecto a la finca Las Pampas, donde se reportó un peso promedio de 191.71kg, con una diferencia estadística significativa ($P < 0,05$).

Tabla 9. Promedios ajustados de Peso al Destete (Kg) en terneros Chino Santandereano, de acuerdo con la composición racial.

Composición racial	Numero de observaciones	Media*	Error Estándar
100% CHINO	65	159.60 a	6.13
75 % CHINO	37	168.07 ab	6.16
50 % CHINO	157	169.03 ab	4.99
25 % CHINO	15	197.29 c	8.60
12,5 % CHINO	3	199.12 bc	16.70

*Medias con letras distintas son estadísticamente diferentes ($P < 0,05$, Tukey)

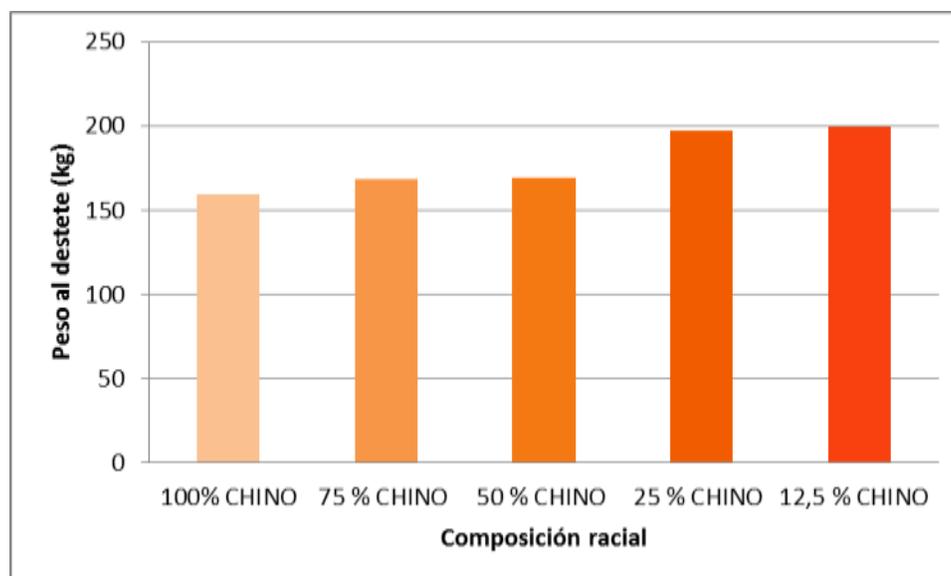


Figura 11. Efecto de la finca sobre el peso al destete en los terneros Chino Santandereano

Se puede observar que los mejores pesos al destete se obtuvieron en la finca Ojo de agua, en. Por otra parte, para los diferentes grupos genéticos evaluados se observó que los terneros con composición racial del 25% y 12.5% Chino, fueron quienes presentaron los mejores pesos al destete; mientras que los animales con la composición racial del 100% Chino, fueron quienes presentaron los pesos al destete más bajos.

En las Tablas 10 y 11 se presentan los componentes de varianza genéticos y ambientales, al igual que el valor de heredabilidad estimado para el peso al destete en ganado Chino Santandereano, respectivamente.

Tabla 10. Componentes de varianza para el peso al destete en terneros Chino Santandereano

Componentes de varianza			
Característica	Padre	Residual	Fenotípico
Peso al destete	33.59	709.15	742.74

Tabla 11. Heredabilidad estimada para el Peso al Destete en terneros Chino Santandereano

Característica	Heredabilidad	Error estándar
Peso al destete	0,18	±0,14

2.4. Discusión

2.4.1. Peso al nacimiento.

Ossa et al. (2005) se refiere al peso al nacimiento como el primer registro que se obtiene de un animal para comenzar su vida productiva. Está asociado a pesos posteriores, y es de gran importancia para la selección genética, en donde el objetivo se basa en evitar partos distócicos y alcanzar pesos al sacrificio en un periodo más corto.

En el presente estudio se obtuvo un peso promedio al nacimiento de 27.20 ± 7.5 Kg, y no se encontró un efecto estadísticamente significativo ($P > 0.05$) del sexo en la expresión de esta característica, por cuanto se obtuvieron pesos promedio de 27.1 ± 7.2 Kg, y 27.29 ± 7.8 Kg en

hembras y machos respectivamente; sin embargo, en estudios realizados en la raza Chino Santandereano por Pinzón (1979) se reportan pesos promedio al nacimiento de 29.3 Kg para los machos, y 28.7 Kg para las hembras. Adicionalmente, en estudios realizados por Cañas et al. (2008) en Blanco Orejinegro, Martínez et al. (2006) en Costeño con cuernos y Ossa et al. (2005) en ganado Romosinuano, se presenta este efecto como una fuente de variación altamente significativa sobre el peso al nacimiento.

El peso promedio al nacimiento obtenido en la presente investigación se encuentra dentro del rango (26.75 a 33 Kg) reportado en los estudios de las razas criollas en Colombia por Tovar y Varela, (1989), Ossa et al. (2005), Gutiérrez, (2003), Martínez y Pérez, (2006), Martínez et al. (2009) y León et al. (2006); en los que las diferencias encontradas se atribuyen a las razas utilizadas y a las condiciones de manejo entre los diferentes sistemas de producción.

Por otra parte tampoco se encontró un efecto significativo ($P>0.05$) de la época de nacimiento en la expresión de ésta característica, a pesar que la zona se vio afectada levemente a consecuencia de los sucesos naturales provocados por las sequías del fenómeno hídrico del Niño entre los años 2009 y 2010, y el fenómeno de la Niña entre Agosto del 2010 y mayo del 2011, impidiendo reconocer el orden de la presentación tradicional de las épocas de sequía y lluvia en la región. Se pudo observar que estos dos fenómenos ligados íntimamente por las amenazas y daños causados a la actividad ganadera, no afectaron los pesos al nacimiento; resultados que pueden ser reflejo de la tolerancia de la raza a las altas temperaturas y al estrés calórico, así como su buena digestibilidad frente a forrajes toscos y de baja calidad en el verano.

El número de parto es considerado por algunos autores como Ossa et al. (2005) y Martínez et al. (2006), como una de las fuentes de variación que influyen en la expresión del peso al nacimiento en la mayoría de razas criollas Colombianas, siendo menos pesados los hijos de las novillas de primer parto y las vacas viejas; esto se debe en parte a que las vacas jóvenes tienen mayores requerimientos de nutrientes para su propio desarrollo, y las vacas viejas por el desgaste fisiológico paren y crían terneros menos pesados que las vacas de edad intermedia (Rodríguez et al., 2009). Sin embargo en el presente estudio no se determinó un efecto significativo ($P>0.05$) de éste factor sobre el peso al nacimiento de los terneros Chino Santandereano, probablemente debido a que el 50% de las vacas analizadas se encontraban entre los dos primeros partos y el octavo y onceavo parto, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Montes et al. (2009) en terneros de la raza Brahmán.

Adicionalmente no se encontró un efecto significativo ($P>0.05$) de la finca en la expresión de esta característica, lo cual puede atribuirse a que el manejo reproductivo y alimenticio fue similar, empleando el mismo sistema de pastoreo rotacional sobre praderas de pasto Pará (*Brachiaria humidicola*), Angleton (*Dichantium aristatum*) y pasto Estrella (*Cynodon plectostachium*).

Así mismo tampoco se determinó un efecto significativo ($P>0.05$) de la composición racial sobre el peso al nacimiento de los terneros Chino Santandereano, y a pesar de que los hijos de madres de razas cárnicas puras generalmente son más pesados que los criollos, en el presente estudio este no fue un factor determinante ya que el 34% del total de los animales analizados poseen una proporción entre el 100 y 75% de composición racial de la raza Chino, y un 59.5%

posee entre el 62% y 50% de ésta composición racial, predominando la raza Cebú y Pardo Suizo como razas de biotipo cárnico entre dichos cruces. Por otra parte, en el presente estudio se encontró un efecto significativo ($P < 0.05$) del año sobre el peso al nacimiento de los terneros Chino Santandereano, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Ossa et al. (2005) en ganado Romosinuano, León et al. (2006) y Cañas et al. (2008) en ganado Blanco Orejinegro, Martínez et al. (2006) en ganado Costeño con cuernos, Gutiérrez (2003) y Martínez et al. (2009) en ganado San Martinero, y Montes et al. (2009) y Martínez (2011) en ganado Brahmán.

El mejor comportamiento se presentó durante el año 2010 (29.6 kg), a pesar de que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas con respecto a los años 2009 (28.8 kg) y 2011 (28.6 kg), este resultado puede ser atribuido a las condiciones ambientales que influyeron en la disponibilidad y calidad del forraje, así como al manejo aplicado en los sistemas de pastoreo. Los menores pesos al nacimiento se evidenciaron durante los años 2012 (25.1 kg) y 2008 (27.5kg), probablemente debido a la influencia de las graves inundaciones que se presentaron en los periodos de Septiembre del 2007 a julio del 2008 y de Octubre del 2011 a abril del 2012 que pusieron en riesgo la actividad agropecuaria tras la aparición de plagas y enfermedades, y la baja producción de forraje necesario para la madre gestante en el último tercio de la gestación.

Heredabilidad del peso al nacimiento

El estimador de heredabilidad en caracteres de importancia económica como el peso al nacimiento es de suma relevancia, ya que posteriormente serán el apoyo en la estructuración de

los planes de mejoramiento animal. El valor obtenido en este estudio fue de 0.38 ± 0.19 calificado como medio lo cual indica que el 38% de la variación fenotípica de la característica se debe al efecto directo de los genes, y el restante 62% a efectos del medio ambiente tales como el sistema de alimentación empleado, la sanidad, las condiciones climáticas y el manejo administrativo, entre otros.

Dicho valor es semejante al reportado en algunas razas criollas Colombianas por autores como León et al. (2003) quien obtuvo un valor de heredabilidad directa para peso al nacimiento de 0.39 en la raza Blanco Orejinegro, Martínez et al. (2009) quien reporta una heredabilidad de 0.26 en ganado San Martinero, y Vergara et al. (2009) quien obtuvo una heredabilidad de 0.24 en una población multirracial con ganado Brahmán. Por otra parte, el resultado obtenido difiere de los reportados por Martínez y Pérez (2006), Ossa et al. (2005), y Gutiérrez (2003) quienes obtuvieron valores inferiores en el rango de 0.17 a 0.19 para ésta característica en las razas Costeño con cuernos, Romosinuano y San Martinero respectivamente.

2.4.2. Peso al destete.

El peso al destete es el registro que refleja en gran medida la productividad láctea de la vaca y su habilidad para criar terneros (De Lira et al., 2008), en Montes 2009, además de la capacidad de desarrollo posterior del ternero siendo este un punto importante para la selección animal, ya que alrededor de los 8 meses de edad se destetan con aproximadamente del 42 al 50% de su peso adulto (Ossa et al. 2005; Cañas et al. 2008).

En el presente estudio el peso promedio al destete fue de 160.46 ± 58.7 Kg con un coeficiente de variación de 15.87%, el cual es inferior al obtenido por Vargas (2011) quien reporta un promedio general de 212.5 kg a los 9 meses para esta misma raza. Sin embargo este valor se encuentra dentro del rango (156.77 a 165 Kg) reportado por autores como León et al. (2006), Gutiérrez (2003), Martínez et al. (2009), y Martínez y Pérez (2006) para otras razas criollas Colombianas.

En la presente investigación no se encontró un efecto significativo ($P > 0.05$) del sexo sobre el peso al destete de los terneros Chino Santandereano, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Montes et al. (2009) en la raza Brahmán. Sin embargo, en estudios desarrollados por Pinzón (1979) en la raza Chino Santandereano se reportan pesos de 214 Kg y 211 Kg en machos y hembras respectivamente; de igual manera en otros estudios desarrollados en razas criollas Colombianas (Cañas et al. (2008) en Blanco Orejinegro, y Martínez et al. (2009) en San Martinero) también se obtuvieron diferencias significativas para esta característica por efectos del sexo de la cría. La literatura atribuye la capacidad genética de los machos a presentar mayores índices de crecimiento pre y pos-natal, como fuente de variación en los pesos a diferentes edades debido a la acción precoz de la hormona testosterona en el macho, la cual determina una tasa metabólica acentuada desde el período gestacional (Ledic *et al.* (1985) citados por Ossa *et al.* (2005).

Con respecto a la no significancia ($P > 0.05$) de la época sobre el peso al destete en este estudio, probablemente puede atribuirse a la disponibilidad de forraje a lo largo del año y a la suplementación de las madres durante la época seca. Resultados similares fueron reportados por

Cañas et al. (2008) en Blanco Orejinegro, Ossa et al. (2005), Martínez y Pérez (2006) en Romosinuano y Montes et al. (2009) en ganado Brahmán.

Adicionalmente no se encontró un efecto significativo ($P > 0.05$) del número de parto sobre el peso al destete, lo cual también ha sido observado por algunos investigadores en razas criollas colombianas como Cañas et al. (2008) y Martínez y Pérez (2006); este efecto puede explicarse en parte por la poca variación en el nivel de producción láctea entre las vacas analizadas.

Los efectos provenientes del año de destete no influyeron de manera significativa ($P > 0.05$) en el peso al destete de los terneros Chino Santandereano analizados; mientras que un efecto contrario ha sido reportado por autores como Ossa et al. (2005) en la raza Romosinuano, y Martínez et al. (2009) en la raza San Martinero en donde el efecto del año si ha afectado la expresión de dicha característica.

Por otra parte, en el presente estudio se encontró un efecto significativo ($P < 0.05$) de la finca sobre el peso al destete de los terneros, en donde los mejores pesos se presentaron en la finca Ojo de Agua (191.71 kg); este efecto puede ser explicado en gran parte por la situación geográfica de la finca, cuya topografía quebrada permite el drenaje en las épocas de intensa lluvia a diferencia de la finca Las Pampas cuya topografía plana predispone a las inundaciones, afectando de manera considerable el crecimiento de forraje en las zonas anegadas. Otra condición que favoreció al desarrollo de los terneros al destete, fue la disponibilidad de recursos alimenticios como el ensilaje durante las épocas secas en la finca Ojo de Agua. Resultados similares han sido

reportados por Ossa et al. (2005) en terneros de la raza Romosinuano, Montes et al. (2009) en la raza Brahmán, y Molina (1978) en cruces de la raza Romosinuano con ganado Cebú.

Otro efecto significativo ($P < 0.05$) en la expresión del peso al destete de los terneros analizados fue la composición racial, en donde los mayores resultados se obtuvieron con las proporciones 12.5% Chino (199.12 kg) y 25% Chino (197.29 kg) en la finca Las Pampas, lo cual puede ser atribuido a la contribución de la raza cárnica Simmental en asociación con la raza Brahmán. Por otra parte los menores pesos al destete se presentaron en el grupo racial 100% Chino (159.6 kg), lo cual puede explicarse en función a que el crecimiento en el ganado Chino Santandereano en su estado puro es lento.

Pesos intermedios se evidenciaron en la proporción 50% chino (169.03 kg), ya que se resalta el vigor híbrido por el efecto de la raza cárnica Brahmán, y los cruces con Limousine y Rubio Gallego en la ganadería Ojo de Agua; cabe aclarar que cerca del 56.6% de los animales analizados corresponden a este grupo racial, predominando en número de ejemplares en un 96% en la ganadería Las Pampas. Otro valor medio es el del grupo con 75% Chino (168.07 kg), el cual se compone de razas con habilidad lechera como Pardo Suizo y Guzerat, reflejados en animales trihíbridos con cebuinos Brahmán en la finca Las Pampas, mientras que en la finca Ojo de Agua se refleja en pocos cruzamientos de Chino por Jersey.

Aunque la raza influye en cuanto a la habilidad de producir terneros menos pesados o más pesados bajo ciertas condiciones ambientales, en muchos casos los efectos de la raza también están ligados a la producción láctea, ya que las vacas con biotipo lechero destetan terneros más

pesados; el mejor comportamiento productivo de los animales con una representación importante de razas taurinas, ha sido compartido en la mayoría de los estudios desarrollados en las regiones tropicales. Los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran que conforme aumenta el grado de cruzamiento con ganado Chino Santandereano, el peso al destete se reduce significativamente; resultados similares se han observado en estudios desarrollados por Molina (1978) en lo que se evaluaron cruces de Romosinuano con Cebú y Charolaise. Por otra parte no se encontraron reportes en la literatura de trabajos realizados en razas criollas y sus cruces, que involucren los efectos de la composición racial en la expresión de ésta característica.

Heredabilidad del peso al destete

La heredabilidad obtenida en el presente estudio para la característica peso al destete es considerada baja ($0,18 \pm 0.14$), lo cual indica que cerca del 82% de su variación se debe a la acción de los efectos no aditivos y el ambiente, y solo el 18% a los efectos directos de los genes. Este valor es similar al obtenido en algunos estudios desarrollados en razas criollas Colombianas como Blanco Orejinegro (0.18) por León et al. (2006), y Romosinuano (0.14) por Ossa et al. (2005) y Martínez et al. (2009); adicionalmente este valor no está muy distante en comparación con razas cárnicas cebuinas como Brahmán (0.10), en estudios desarrollados por Quintero et al. (2007).

Otros autores como Manrique et al. (1996) y Elzo et al. (2001), han reportado valores inferiores a los obtenidos en este estudio para las razas San Martinero (0.08) y Romosinuano (0.09), y Cebú (0.08) y San Martinero (0.10), respectivamente. Así mismo autores como Cañas

et al. (2008) reportan valores superiores al obtenido en la presente investigación (0,63) para la raza Blanco Orejinegro, Gutiérrez (2003) (0.37) en ganado San Martinero, Ossa y Pérez (2002) (0.26), y Martínez y Pérez (2006) (0.21) en la raza Costeño con cuernos.

En términos generales, la heredabilidad hallada para esta característica señala que es relativamente pequeña la variabilidad causada por los efectos directos de los genes que actúan sobre este carácter, con poca varianza genética aditiva y mayor influencia de variables de tipo medio ambiental; es así que para lograr mayores pesos al destete habría que tomar medidas sobre aquellas fuentes de variación que fueron significativas (finca y composición racial), ajustando el manejo general de los núcleos y la proporción de razas empleadas en los cruces, (especialmente la raza Simmental) la cual mostró los mejores pesos al destete. Así mismo incluir en el modelo estadístico el efecto materno, debido a que en la presente investigación no pudo ser estimado por no contar con suficiente información; según lo afirma Cañas et al., (2008) el desarrollo del ternero no solo es afectado por el genotipo propio del animal heredado de sus padres (efecto directo), sino también del medio ofrecido por su madre (efecto materno) es decir la capacidad lechera, la habilidad materna, y el efecto del ambiente permanente de la madre.

2.5. Conclusiones

La influencia del año sobre el peso al nacimiento de los terneros Chino Santandereano, refleja las variaciones climáticas causadas por los fenómenos del Niño y la Niña durante el periodo de tiempo analizado.

El valor de heredabilidad estimado para la característica peso al nacimiento es considerado medio, lo cual indica una buena asociación entre el fenotipo y el genotipo de los terneros Chino santandereano analizados, así como la posibilidad de seleccionar animales aprovechando al máximo el efecto aditivo de los genes en un programa de mejoramiento genético.

Para el peso al destete las influencias significativas se atribuyen a los efectos de la finca y la composición racial. Los mejores pesos se observaron en los terneros de la finca Ojo de Agua probablemente debido al manejo eficiente en el aspecto nutricional y general de la explotación. En cuanto a la composición racial, los cruzamientos con proporciones 12,5% y 25% Chino Santandereano mostraron los pesos más altos; mientras que la proporción 50% ocupa una posición intermedia, lo cual demuestra que conforme aumenta el grado de encaste con razas especializadas de carne el peso al destete aumenta significativamente.

La heredabilidad estimada para el peso al destete en la presente investigación es considerada baja, lo cual demuestra una fuerte influencia del medio ambiente en la expresión de ésta característica durante la fase de predestete; de ésta manera ésta característica no se constituye como un valor de referencia inmediato para la selección de animales en programas de mejoramiento genético.

Los resultados obtenidos en el presente estudio constituyen un aporte fundamental para los programas de conservación, documentación y fomento de la raza criolla Chino Santandereano y sus cruces en nuestro país.

2.6. Recomendaciones

Se considera importante implementar estrategias para el control de los factores climáticos que inciden sobre la fecundación, entre éstos la precipitación, los cuales causan un efecto indirecto a través de la disponibilidad y calidad del forraje afectando la nutrición de madres gestantes y los pesos al nacimiento de los terneros.

Se recomienda tener en cuenta el valor medio de heredabilidad estimada para el peso al nacimiento, como un insumo fundamental para la implementación de programas de mejoramiento genético que incrementen las ganancias genéticas por medio de la selección de los mejores ejemplares en cada una de las explotaciones analizadas.

Para obtener un mejor desempeño en los índices de crecimiento reflejado en los pesos al destete, se considera conveniente combinar las ventajas del efecto de la heterosis materna de las razas doble propósito, debido a su capacidad lechera y aptitud materna.

La baja heredabilidad estimada para el peso al destete indica que es necesario ajustar las condiciones de cría a nivel nutricional, sanitario y administrativo al interior de cada una de las fincas analizadas, así como optimizar el manejo de las condiciones climatológicas con el objetivo de incrementar los índices de producción para ésta característica.

Se requiere de estudios similares y complementarios para la raza Chino Santandereano que incluyan los efectos genéticos directos y maternos, la covarianza entre ellos, y los efectos maternos de ambiente permanente, lo cual permitiría obtener resultados más precisos sobre el comportamiento productivo y reproductivo de ésta raza criolla.

Es fundamental la divulgación de los resultados obtenidos en la presente investigación, no solo con el objetivo de despertar la conciencia de conservar y multiplicar la población de la raza Chino Santandereano como patrimonio genético en la región, sino también para aprovechar su respuesta fenotípica y genética a nivel productivo, al emplearla en cruzamientos con otras razas taurinas o cebuinas tipo carne.

REFERENCIAS

BANCO GANADERO. (1996) Folleto: *Razas Bovinas Criollas y Colombianas* (4ta. ed.).

Bogotá: Autor.

Camargo, M. (2008). *Módulo Mejoramiento Animal*. Programa Zootecnia, Universidad

Nacional Abierta y a Distancia. Bogotá.

Cañas Á, J., Ramírez T, J., Arboleda A, O., Ochoa S, J., Vergara G, O. & Cerón-Muñoz, M.

(2008). *Estimación de parámetros genéticos para peso al destete en ganado blanco*

orejinegro (Bon) en el noroccidente colombiano. REVISTA MVZ CÓRDOBA, 13(1) 1138-

1145. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69313105>

Cardellino, R. & Rovira, J. (1987). *Mejoramiento Genético Animal*. Montevideo: Editorial

Hemisferio Sur.

Carta Fedegan, (2009). *Chino Santandereano, en la Cuna de la Libertad (I)*. CIENCIA Y

TECNOLOGIA GANADERA, 115, 74-76.

Clément, V., B., Bibé, E., Verrier, J. M., Elsen, A., Manfredi, J. & Bouix, E. (2001). *Simulation*

analysis to test the influence of model adequacy and data structure on the estimation of

genetic parameters for traits with direct and maternal effects. Genet. 33, 369-395.

Corah, L.R. (2005). *How to Achieve Profitability in a Dynamic Beef Industry*. Proc. International Livestock Congress: 38-42. Recuperado de <http://www.livestockcongress.com/pdf/proceedings/Corahwhitepaper.pdf>.

CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA (2005). *Informe Financiero 2005*. . (pp. 48). Bogotá. Recuperado de <http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Documento/informe2005.pdf>

DANE. (2012). *Fenómenos de El Niño y La Niña*. Boletín mensual insumos y factores de producción. Colombia, (1). Recuperado de http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_julio14_2012.pdf

Elzo, M.A., Martínez, G., González, F. & Huertas, H. (2001). *Variabilidad y predicciones genéticas aditivas, no aditivas y totales para la producción de ganado de carne en el rebaño multirracial San Martinero-Cebú de la Libertad*. REVISTA CORPOICA. 3(2): 51-64.

Falconer, D.S. (1983). *Introducción a la Genética Cuantitativa*. CECSA México.

FAO. (2001). *Word Watch List for Domestic Animal Diversity*. FAO-Programa ONU para el Medio Ambiente (PNUMA). Roma.

Genghini, R., Bonvillani, A., Wittouck, P. & Echeverría, A. (2002). *Introducción al*

mejoramiento animal. Sitio Argentino de Producción Animal. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina. Recuperado de http://www.produccion-nimal.com.ar/genetica_seleccion_cruzamientos/genetica_en_general/05-introducción_al_mejoramiento_animal.pdf

Gutiérrez, W.R., Martínez R.A, Escobedo C.D. & Anzola H.J. (2003). *Situación de los recursos zoogenéticos*. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Bogotá, 134.

Henao, F.J. (1994). *Principios de Genética y Mejoramiento Animal*. Bogotá: Editorial UNISUR, Primera edición.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2012). Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Colombia. Recuperado de http://institucional.ideam.gov.co/jsp/centro-de-documentacion_257

Jiménez, A.; Bedoya, J. & CARDENAS A. (2009). *Simposio Iberoamericano de Recursos Zoo genéticos Nativos*. Programa para la caracterización y repoblamiento del recurso genético chino santandereano en sus zonas de origen. Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia grupo de investigación en ciencias animales. Palmira.

León G. J., Martínez, R. y León F. (2006). *Índice de consanguinidad y caracterización*

- fenotípica y genética de la raza bovina criolla Blanco Orejinegro*. REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS PECUARIAS, 7(1) 16-24. Recuperado de http://www.corpoica.org.co/sitioWeb/Archivos/Revista/2_Consanguinity_Coefficient_BON.pdf
- Manrique, C. (2008). *Programa de mejoramiento genético en bovinos*. Bogotá. Recuperado de http://www.suganado.com/noticias_detalle.php?Id_Noticia=85
- Martínez, C.A. (2011). *Evaluación genética de cruzamientos de ganado Brahmán para características de crecimiento y medidas de ultrasonido en la microrregión del Sur del Cesar*. Departamento de Producción animal, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá
- Martínez, C.G. (1999). *Censo y caracterización de los sistemas de producción del ganado criollo y colombiano*. Memorias del seminario organizado por Fedegan, Ica, Asobon y Pronatt. 23, 13-53.
- Martínez, R., Ávila, O., Pérez, J., Gallego, J. & Onofre, H. (2005). *Estructura y función del Banco de Germoplasma in vitro en Colombia*. 54 (206-207) 545-550. Recuperado de http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/22_19_53_EstructuraMartinez.pdf
- Martínez, G., Frahm R.R.; Buchanan D.S. & Geisert R.D. (1989). *Caracterización del ganado criollo colombiano Blanco Orejinegro (BON), Comportamiento reproductivo y parámetros genéticos del crecimiento predestete*. REVISTA ICA (Colombia). 24(3) 270-282.

- Martínez, R., Gallego, J., Onofre, G. & Pérez, J. (2004). *Variabilidad y Potencial Genético de las Poblaciones entregadas en el Programa Nacional de Fomento de Bovinos Criollos*. REVISTA INNOVACIÓN & CAMBIO TECNOLÓGICO, CORPOICA. Colombia 4(4).
- Martínez V.G., Martínez C.G. & Manrique P.C. (2009). *Estimación de parámetros genéticos de características de crecimiento predestete del bovino criollo de raza San martinero (SM)*. *Orinoquia*, 13(2) 101-112. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=89613728004>
- Martínez, R. & Pérez, J.E. (2006). *Parámetros y tendencias genéticas para características de crecimiento en el ganado criollo colombiano Romosinuano*. REVISTA CORPOICA. Bogotá.
- Martínez, R., Pérez J.E., & Herazo, T. (2006). *Evaluación fenotípica y genética para características de crecimiento en la raza criolla colombiana Costeño con Cuernos*. REVISTA CORPOICA, 7(2), 12-20. Recuperado de http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Revista/2_EvalFenotipGrowthCCC_RevCorpoica_v7N2_2006.pdf
- Montes, D., Vergara, O., Prieto, E., & Barragán W. (2009). *Estimación de la repetibilidad y factores que afectan el peso al nacer y al destete en ganado vino cebú Brahmán*. REVISTA COLOMBIANA CIENCIA ANIMAL MONTERÍA, 1(1). Recuperado de <http://www.recia.edu.co/documentos-recia/MONTES%20%20et%20al%20%202009.pdf>

- Meyer, K. (1989). *Estimation of genetic parameters*. Chapter 23 in *Evolution and Animal Breeding: Reviews on Molecular and Quantitative Approaches in Honour of A. Robertson*, (pp. 161-167). W. G. Hill and T. F. M. McKay.
- Molina, R. (1978). *Evaluación del potencial productivo de la raza Romosinuano y su uso en cruzamientos para ganado de carne*. Costa Rica.
- Ossa, S. G. (2003). *Mejoramiento aplicado a los sistemas de producción de carne*. Bogotá: Editorial Produmedios. p. 104.
- Ossa, S. G. & Pérez, G. J. (2002). *Efecto del medio y de la herencia sobre los pesos al nacer, destete y 16 meses de edad en la raza costeño con cuernos*. REVISTA MVZ CÓRDOBA, 7(1) 143-147. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69370101>
- Ossa G.J., Pérez J.E, & Martínez, G. (2011). *El ganado criollo colombiano Costeño con cuernos (CCC)*. REVISTA CORPOICA. Cereté Colombia. REVISTA ANIMAL GENETIC RESOURCES.
- Ossa S.G., Suárez, T.M, & Pérez, G.,J. (2005). *Efectos del medio y la herencia sobre el peso al destete de terneros de la raza Romosinuano*. REVISTA MVZ CÓRDOBA, 10(2) 673-683. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69310209>
- Pinzón, M. (1979). *Chino Santandereano*. BANCO GANADERO. Bogotá. (79).

Pinzón, M. (1984). *Historia de la ganadería bovina en Colombia. Suplemento ganadero.*

BANCO GANADERO. Bogotá.

Piñeira J., J.L. Riveros, R. Felmer. 2009. *Herramientas de última generación para mejoramiento genético animal y selección de reproductores.* INIA Carillanca. Tierra Adentro, Chile, (85) 42-45.

Primo, A. (1992). *El ganado bovino ibérico en las américas 500 años después.* Archivos de zootecnia. Brasil. 41(154). Recuperado de [http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/articulos/1992/145\(extra\)/pdf/primo_421_432.pdf](http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/articulos/1992/145(extra)/pdf/primo_421_432.pdf).

Quintero, J., Triana, J , Quijano, J. & Arboleda, E. (2007). *Influencia de la inclusión del efecto materno en la estimación de parámetros genéticos del peso al destete en un hato de ganado de carne.* REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS PECUARIAS, 20 (2) 117-123. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=295023034003>

Rodríguez, Y., Martínez, G.G. & Galíndez, R.G. (2009). *Factores no genéticos que afectan el peso al nacer en vacunos Brahmán registrados.* Zootecnia Trop. 27:383-391

Vargas, C., F. (1999). *Chino Santandereano. En Memorias del seminario: Censo y caracterización de los sistemas de producción del ganado criollo colombiano,* Bogotá. 19 (1) 38-48.

Vargas, C. (2011). *Chino Santandereano*. GANADO CRIOLLO COLOMBIANO. Bogotá

Recuperado de

<https://sites.google.com/a/ganadocriollocolombiano.com/ganadocriollocolombiano/razas-2/chino-santandereano-chino>

Vergara, O. & Geney, P. (1999). *Estimación de los para metros genéticos en bovinos de la raza*

Cebú. Universidad de Sucre, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Zootecnia, Colombia, pp. 79-84.

Vergara, D. M., Ramírez, E. J., Vergara, O. D., Restrepo, L. F., Arboleda, E. M. & Cerón, M. F.

(2009). *Parámetros genéticos para el control del peso al nacimiento en bovinos de carne: cruzados en el trópico bajo colombiano*. *Revista Lasallista de Investigación*, 6(2) 14-23.

Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69514278003>