

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS

ESCUELA DE ZOOTECNIA

Efecto del cruzamiento entre razas cebuínas sobre características productivas de ganado de engorde

Mónica Madrigal Valverde

Tesis presentada para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2013

Esta tesis fue aceptada por la Comisión de Trabajos Finales de Graduación de la Escuela de Zootecnia de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura.




Co directora de Tesis

Ph.D. Catalina Salas Durán



Co director de Tesis

Ph.D. Jorge Camacho Sandoval



Miembro del Tribunal

M.Sc. Rodrigo Rosales Rodríguez



Miembro del Tribunal

Lic. Esteban Jiménez Alfaro



Director Escuela de Zootecnia

M.Sc. Jorge Sánchez González



Sustentante

Bach. Mónica Madrigal Valverde

DEDICATORIA

Por todas las personas que no creyeron en mí, por las parejas que no deseaban sentirse menos por una universitaria, por los familiares que no movieron un dedo por mis estudios, por los amigos falsos y “serruchapisos”, por los amores ingratos y traidores, por los colegas envidiosos, por aquellos que hace 10 años no esperaban nada de mí, por los que desaparecieron, por los interesados, por los agresores, por las malas influencias, por las miradas juzgadoras y por las bocas viciadas de chisme.

Por los cobardes, por los machistas, por los ignorantes, por los mediocres, por la vida atenuante, por la enfermedad.

Por todo y todos ustedes dedico a mi transformación esta tesis, este éxito inmenso en mi vida, por que si ustedes no existieran, no hubiera luchado por demostrar el inmenso valor y capacidad que sabía habitaba dentro de mi, sin ustedes yo no hubiese deseado ser mejor persona, ser diferente a ustedes.

“Ni en sus sueños más imposibles la oruga, se imagino volando”

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi abuela materna por su tenacidad para brindarme siempre apoyo aunque la nieta que crió estuviese empecinada en cursar, amar y desempeñar una carrera de “hombres machistas y borrachos”.

Mi sincero agradecimiento al personal docente y administrativo de la Universidad de Costa Rica y más aún al de la Escuela de Zootecnia, por la formación de excelencia recibida por mi persona durante el paso por la institución.

A la señora Ana Ruth de Zamora de Corporación Pedregal por permitir realizar el presente estudio en pro de la investigación y progreso de la ganadería nacional, así mismo a la señora Indiana Ufión de Ganadería Pedregal por su tiempo y guía.

A mis tutores los doctores Catalina Salas y Jorge Camacho, por la fe depositada en el proyecto, por su tiempo, por su guía, por hacerme crecer con su conocimiento y sobre todo gracias por su paciencia.

A la encargada de Asuntos Estudiantiles de la Escuela de Zootecnia Agueda Serrano, por su oído atento, sus ojos abiertos y su sabiduría siempre a mí disposición.

A mis lectores Rodrigo Rosales y Esteban Jiménez por su vigilancia en que este trabajo no fuera menos que excelente.

A mi colega Ana Elena Soto, por su apoyo incondicional durante el bache de enfermedad que estuvo por truncar mis estudios y por su compañerismo.

A la Corporación Ganadera, por ser intermediaria en la realización de este proyecto.

A mis compañeros y compañeras de tantos cursos, a los profesores que ya no recuerdo, a los colegas del movimiento estudiantil, a mis estudiantes de arte y a todas las personas que se cruzaron en mi camino, para enriquecer el profesional y persona que soy y seré.

A la oficina de becas de la UCR, mis empleadores y a todas las personas que me brindaron su apoyo para culminar este sueño llamado educación superior.

ÍNDICE GENERAL

TRIBUNAL EXAMINADOR.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE GENERAL.....	v
INDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
INDICE DE ANEXOS.....	x
RESUMEN.....	xi
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS.....	3
a. General:.....	3
b. Específicos:.....	3
1. GENERALIDADES DE LA PRODUCCION CARNICA Y MEJORA GENETICA ANIMAL.....	4
1.1. Ganadería y Producción Cárnica Mundial.....	4
1.2. Ganadería y Producción Cárnica Nacional.....	6
1.3. Mejoramiento genético de hatos.....	7
1.4. Selección y el cruzamiento.....	8
1.4.1 Selección.....	8
1.4.2 Cruzamiento.....	9
1.5 Heterosis o Vigor Híbrido.....	14
2. GENERALIDADES DE LA FINCA.....	17
2.1. Ubicación y descripción de la finca.....	17
2.2. Manejo general de los animales.....	19
2.2.1. Ganadería Pedregal, Belén.....	19
2.2.2. Hacienda Solimar.....	21
2.3. Razas existentes en la finca.....	22
2.3.1. Raza Brahman.....	22
2.3.2. Raza Nelore.....	23
2.3.3. Raza Gucera.....	23

3.1.1. Líneas Puras.....	24
3.1.2. Línea Comercial.....	24
4. PROCEDIMIENTO Y METODOLOGIA.....	26
4.1. Recolección y Organización de los Registros.....	26
4.2. Evaluación de los registros.....	51
4.3. Análisis de las Características Productivas.....	32
4.3.1. Modelos Estadísticos para Peso al Nacimiento, Peso al Destete y Ganancia Diaria de Peso al Destete.....	33
4.3.2 Modelos Estadísticos para Peso al Año de Edad, Peso a los 18 Meses de Edad, Ganancia Diaria de Peso al año de Edad y 18 Meses de Edad.....	36
5. PROMEDIOS Y FUENTES DE VARIACIÓN DE LOS REGISTROS DE PRODUCCIÓN.....	39
5.1. Promedios de variables de importancia en características productivas según año de nacimiento, época de nacimiento y sexo.....	39
5.1.1. Año de Nacimiento.....	39
5.1.2. Época de Nacimiento.....	40
5.1.3. Sexo.....	42
5.2. Promedios y fuentes de variación de características productivas de las crías según su grupo racial de la cría y progenitores.....	44
5.2.1. Peso al Nacimiento.....	44
5.2.2. Peso al destete.....	48
5.2.3. Ganancia diaria de peso al destete.....	51
5.2.4. Peso al año de edad.....	52
5.2.5. Ganancia diaria de peso al año de edad.....	53
5.2.6. Peso a los 18 meses de edad.....	54
5.2.7. Ganancia diaria de peso a los 18 meses de edad.....	55
6. ESTIMACION DE HETEROSIS.....	57
6.1. Estimación de Heterosis Individual.....	57
6.2. Estimación de Heterosis Materna.....	59
CONCLUSIONES.....	62
LITERATURA CITADA.....	63
ANEXOS.....	69

ANEXO 1.....	70
ANEXO 2.....	71
ANEXO 3.....	74
ANEXO 4.....	81
ANEXO 5.....	84
ANEXO 6.....	85
ANEXO 7.....	88
ANEXO 8.....	89
ANEXO 9.....	92
ANEXO 10.....	99
ANEXO 11.....	102
ANEXO 12.....	106
ANEXO 13.....	109

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1	Balanza mundial de la producción y comercio de carnes	5
2	Indicadores de la oferta y la demanda mundial de carnes	6
3	Resumen resultados investigaciones en cruzamientos	13
4	Características de las fincas de Corporación Pedregal	18
5	Desglose de variables, niveles y valores, tomados en cuenta para el análisis.	31
6	Valores de peso promedio de las crías al nacimiento, a los 205 días (destete), 365 días (al año de edad) y 550 días (18 meses de edad) y ganancias diarias de peso, según época de nacimiento de la cría	41
7	Valores de peso promedio de las crías al nacimiento, a los 205 días (destete), 365 días (al año de edad) y 550 días (18 meses de edad) y ganancias diarias de peso, según sexo de la cría	43
8	Valores de peso promedio de las crías al nacimiento, a los 205 días (destete), 365 días (al año de edad) y 550 días (18 meses de edad) y ganancias diarias de peso según grupo racial de la cría	45
9	Valores de peso promedio de las crías al nacimiento, a los 205 días (destete), 365 días (al año de edad) y 550 días (18 meses de edad y ganancias diarias de peso, según grupo racial de la madre	47
10	Valores de peso promedio de las crías al nacimiento a los 205 días (destete), 365 días (al año de edad) y 550 días (18 meses de edad y ganancias diarias de peso y ganancias diarias de peso, según grupo racial del padre.	49
11	Porcentajes de Heterosis Individual, para peso al nacimiento, pesos ajustados y ganancias diarias de peso, para grupos raciales según crías.	58
12	Porcentaje de heterosis materna de peso nacimiento, pesos ajustados y ganancias diarias de peso, según grupo racial de la cría.	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Diagramas de los cruzamientos empleados en finca	26

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Título	Página
1	Valores de peso promedio para las crías, según año de nacimiento	70
2	Gráficos de valores de peso promedio para las crías, según año de nacimiento	71
3	Probabilidades de año de nacimiento según grupo racial de la cría	74
4	Gráficos de valores de peso promedio para las crías, según época de nacimiento	81
5	Probabilidades para pesos al nacimiento, pesos ajustados y ganancias diarias de pesos según época de nacimiento	84
6	Gráficos de valores de peso promedio para las crías, según sexo de la cría	85
7	Probabilidades para peso al nacimiento, pesos ajustados y ganancias diarias de pesos según sexo	88
8	Gráficos de valores de peso promedio para las crías, según grupo racial de la cría	89
9	Probabilidades para peso nacimiento, pesos ajustados y ganancias diarias de peso según grupo racial de la cría	92
10	Gráficos de valores de peso promedio para las crías, según grupo racial de la madre	99
11	Probabilidades de peso al nacimiento, pesos ajustados y ganancia de peso según grupo racial de la madre	102
12	Gráficos de valores de peso promedio para las crías, según sexo de la cría	106
13	Probabilidades de peso al nacimiento, pesos ajustados y ganancia de peso según grupo racial del padre	109

RESUMEN

El presente trabajo consistió en un análisis del comportamiento de características productivas en bovinos cebuínos de diferentes grupos raciales, para los pesos al nacimiento (PN), destete (PD, 205 ± 45 días), al año de edad (PA, 365 ± 45 días) y a los 18 meses de edad (P18, 550 ± 45 días), así como ganancia diaria de peso al destete (GDD, 205 ± 45 días), ganancia diaria de peso al año de edad (GDPA, 365 ± 45 días) y ganancia diaria de peso a los 18 meses (GDP18, 550 ± 45 días). La base de datos creada y editada para este análisis, se fundamenta en registros con una antigüedad de 10 años para la finca seleccionada, esta se ubica en la Región Chorotega a 86 msnm, con temperaturas que oscilan entre $22, 2^{\circ}\text{C}$ mínima, $32,8^{\circ}\text{C}$ máxima y un régimen de lluvias de 1200 mm/año. Los grupos raciales y zona analizada, fueron determinados por la claridad, cantidad y pertinencia para el análisis. Los grupos raciales incluidos en el estudio fueron: $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Gucerá, $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Nelore, $\frac{1}{4}$ Brahman $\frac{3}{4}$ Nelore, $\frac{1}{4}$ Nelore $\frac{3}{4}$ Brahman, Brahman puro, Nelore puro y Gucerá puro descritos en este estudio como Nelore, Brahman y Gucerá, este último como grupo de progenitor; todos los grupos en la Región Chorotega. Posterior al ajuste de pesos, se sometieron los datos a estimación de medidas de tendencia central, con sus respectivos factores de ajustes generados por un modelo Anova, con covariables, este procedimiento generó promedios de las características productivas según grupo racial tanto de la cría como de sus progenitores. A su vez, también se analizaron según sexo, época de nacimiento y año de nacimiento de la cría. El estudio concluyó que las variables que presentan un comportamiento constante es la del sexo de la cría y época de nacimiento, se pueden observar comportamientos definidos, el año de nacimiento poseen resultados muy fluctuantes. Al realizar un análisis de estos promedios se determina que el mayor peso al nacimiento corresponde al grupo racial $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Gucerá. Para las características al destete, el grupo de animales más pesados y con mayores ganancias son los del grupo Nelore puro. Para PA y GDPA, lidera el grupo $\frac{1}{4}$ Nelore $\frac{3}{4}$ Brahman, mientras que para P18 y GDP18, los mayores resultados corresponden a los animales $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Nelore. Para el análisis según el grupo racial de la madre, las hembras Brahman poseen crías más pesadas al nacimiento. Sin embargo, para PN, PD, PA, P18 y sus respectivas GDPD, GDPA y GDP18, las madres Nelore presentan los mejores rendimientos. En el caso de los promedios según el grupo racial del padre, la raza de padres Gucerá posee crías con mayor PN, los machos que poseen la progenie con mayores valores para PD y GDPD son los Brahman. Al año de edad el grupo de padres Nelore es líder, para la edad de 18 meses, los machos Brahman presentan la progenie con el mayor peso y ganancia diaria de peso. Con los datos anteriores es posible la estimación de heterosis individual y materna para los grupos de crías cruzadas, donde para la heterosis

individual los grupos que presentan la mayor heterosis son $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Nelore y $\frac{1}{4}$ Nelore $\frac{3}{4}$ Brahman. Por otra parte, los grupos incluidos en la estimación de heterosis materna fueron el $\frac{1}{4}$ Brahman $\frac{3}{4}$ Nelore y $\frac{1}{4}$ Nelore $\frac{3}{4}$ Brahman, siendo este último el grupo con mayores porcentajes positivos.

Los grupos Brahman, Nelore y $\frac{1}{4}$ Nelore $\frac{3}{4}$ Brahman se comportan de una manera similar, aportando altos pesos, mientras el grupo con los menores pesos de manera generalizada es el $\frac{1}{4}$ Brahman $\frac{3}{4}$ Nelore, siendo coincidente la heterosis encontrada en los grupos cruzados tanto individual como materna.

INTRODUCCIÓN

Las exigencias cada vez mayores de los mercados, requieren que los productores de carne enfoquen su empresa hacia la optimización de los componentes empresariales y tecnológicos. Se busca entonces una mayor competitividad la cual va de la mano con la tecnificación de la actividad.

En bovinos para producción de carne, el componente tecnológico del mejoramiento genético, orienta hacia el desarrollo de animales más productivos, eficientes y de menor impacto al medio ambiente, logrando con ello una producción más sostenible y rentable.

A nivel de campo, una de las herramientas que posee el criador de ganado comercial para ejecutar el mejoramiento genético en los hatos, es el sistema de cruzamiento. Dichos sistemas se basan en los principios de heterosis o vigor híbrido y complementariedad genética.

No obstante, los efectos del cruzamiento dependen de las condiciones ambientales en donde se encuentran los animales, por lo que los resultados no son idénticos de un país a otro, ni de una zona a otra. De tal manera, el adecuado manejo de la selección y el cruzamiento para direccionar el hato hacia el objetivo de la productividad, permite la continuidad de características positivas en la progenie, donde la información sobre los resultados de cruces en razas utilizadas a nivel de país, se convierte en una herramienta fundamental para tomar determinaciones a nivel de finca.

Por lo anterior un análisis de cruzamientos, es de suma importancia a nivel de sector.

Este análisis permite el conocimiento del comportamiento de un grupo racial en una zona geográfica específica, obteniendo así resultados sobre los rendimientos de individuos con diferentes proporciones de razas para las mismas características.

Estos análisis de rendimientos de animales cruzados y razas puras en un hato nacional, contribuyen a la determinación del comportamiento de los grupos raciales,

lo cual permite al productor elegir con esta información el cruce a ejecutar según las necesidades de su finca. Además refleja la importancia de realizar este tipo de estudios donde se cuantifiquen y analicen los aportes en mejoras de productividad.

OBJETIVOS

a. General:

Evaluar el efecto de la heterosis en características de crecimiento en cruzamientos de razas Brahman, Gucerá y Nelore

b. Específicos:

1. Determinar y analizar el comportamiento de las características productivas en diferentes grados de cruzamientos raciales en la Hacienda Solimar S.A
2. Determinar y analizar el efecto de la heterosis individual y materna en características de crecimiento en cruzamientos de las razas Brahman y Nelore de la Hacienda Solimar S.A

1. GENERALIDADES DE LA PRODUCCIÓN CÁRNICA Y MEJORA GENÉTICA ANIMAL

1.1. Ganadería y Producción Cárnica Mundial

Los alimentos de origen animal son preferidos por gran cantidad de personas en muchas sociedades, pues aportan sabor, textura, variedad a la dieta y un alto valor nutricional (Carvajal 2001, FAO 2012a). Algunos de ellos tienen una función social y cultural específica y en otros casos, existe una prohibición de su consumo por normativas culturales. El ganado que origina estos alimentos aporta directamente alrededor de 12,9 % de las calorías mundiales y del 27,9 % de las proteínas en forma de carne, leche, huevos y despojos, además la producción animal contribuye a los sistemas de cultivos suministrando transporte y estiércol (FAO 2012a).

Adicionalmente, la ganadería forma parte de la estrategia familiar para la gestión del riesgo, el establecimiento de amortiguadores sociales y económicos contra las crisis, y la estabilidad alimentaria (FAO 2012a).

El aporte de la ganadería como amortiguador social y su papel como gestor de riesgo en la economía familiar, se da cuando el ganado provee disponibilidad de alimentos, cuando se cría en lugares donde la producción de cultivos no resulta fácil, como en el caso de las zonas marginales, a su vez usa fuentes de alimentación no aptas para el consumo humano (FAO 2012a).

Esta producción, en las diferentes regiones, ha tenido un comportamiento diverso en la última década. En América Latina, la producción agropecuaria aumentó más del 50% en el período de 2000 a 2012, solo en Brasil la producción aumentó en más de un 70%. África subsahariana experimentó un crecimiento de la producción agropecuaria superior al 40%. La región de Europa oriental y Asia central aumentó la producción en casi un 40% y se está perfilando como uno de los principales

proveedores mundiales. Por otro lado, en América del Norte y Europa occidental la producción agropecuaria solo ha aumentado alrededor de un 20 % y un 6%, respectivamente, desde el año 2000 (FAO 2012b).

En el Cuadro 1 y Cuadro 2, se presentan las estadísticas de producción cárnica mundial al primer semestre del año 2013.

Cuadro 1. Balanza mundial de la producción y comercio de carnes.

Balanza Mundial	2011	2012	2013	Variación de
		estim.	prónost.	2013 a 2012
millones de toneladas				%
BALANZA MUNDIAL				
Producción	297,6	303,9	308,2	1,4
Carne de bovino	67,3	67,6	68,1	0,9
Carne de ave	102,1	104,6	106,4	1,8
Carne de cerdo	109,0	112,5	114,2	1,5
Carne de ovino	13,5	13,6	13,8	1,2
Comercio	29,2	29,9	30,2	1,1
Carne de bovino	8,1	8,2	8,6	4,6
Carne de ave	12,8	13,1	13,3	1,5
Carne de cerdo	7,3	7,5	7,2	-4,1
Carne de ovino	0,7	0,8	0,9	5,8

Modificado de FAO 2013

Clave: estim: estimado, prónost. : pronosticado

Cuadro 2. Indicadores de la oferta y la demanda mundial de carnes

INDICADOR	2012		2013	Variación de
	2011	estim.	prónost.	2013 a 2012
Consumo humano per cápita:	millones de toneladas			%
Mundo (kg/año)	42.5	43.0	43.1	0.4
Desarrollados (kg/año)	78.7	79.1	79.3	0.3
En desarrollo (kg/año)	32.5	33.1	33.3	0.7
Indice de la FAO para los precios de la carne (2002-2004=100)			2013 Ene- Abr	Variación de Ene-Abr 2013 a Ene-Abr 2012 %
	2011	2012		
	177	175	179	0.9

Modificado de FAO 2013

Clave: estim: estimado, prónost. : pronosticado

1.2. Ganadería y Producción Cárnica Nacional

En Costa Rica la ganadería está caracterizada por los sistemas de lechería, doble propósito y producción de carne.

Tanto la producción de ganado vacuno como la producción de leche de vaca figuran dentro de las actividades más importantes a nivel de país, con 98,784 toneladas métricas de carne vacuna y 966,327 correspondientes para leche, para el 2011 (MAG 2012).

Económicamente estos sistemas aportaron 35.469 (leche) y 12.380 (carne) millones de colones en valor bruto para leche y carne respectivamente (SEPSA 2013).

La actividad ganadera se distribuye a lo largo del país, dividida en diferentes sistemas, por las siete regiones, variando la carga animal presente en cada zona, en donde las tres principales regiones que abarcan mayor cantidad de fincas en el orden de mayor a menor son: Huetar Norte, Central y Huetar Brunca. Con relación a la

actividad principal, del total de fincas a nivel nacional un 38% están dedicadas a la ganadería de doble propósito, 34.1% a la carne, 20.9% a la leche y un 7.1% se dedican a la actividad de selección y pie de cría respectivamente (Fallas y Madrigal 2013).

Por otra parte, respecto al sacrificio de estos animales, la Corporación Ganadera, indica que para el 2012 la cantidad de animales cosechados fue de 27.735 cabezas mensuales (15.724 hembras y 11.013 machos), sumando el faltante de indefinidos, reportando un comportamiento desde 2009, con tendencias decrecientes, de enero a junio y progresivamente crecientes de julio a diciembre (CORFOGA 2012).

Por otra parte, los datos del último muestreo ganadero realizado en el año 2012, indican un total de 1.575.781 cabezas animales, distribuidas en 45780 fincas, en Costa Rica (Fallas y Madrigal 2013).

La actividad principal de estas fincas se distribuye en lechería 9.558, doble propósito 17.398 fincas, sistemas de producción cárnica 15.590 y 3.234 fincas para selección y pie de cría respectivamente (Fallas y Madrigal 2013).

Las producciones dedicadas a la producción cárnica manejan cargas animales de 0,77 UA/ha, los sistemas de doble propósito 0,87 UA/ha, mientras que las fincas para selección y producción de pie de cría 0,79 UA/ha (Fallas y Madrigal 2013).

1.3. Mejoramiento genético de hatos

El mejoramiento genético se basa en la diversidad genética, lo cual quiere decir que los individuos de una población exhibirán caracteres cuyos valores se encuentran dentro de un amplio espectro. Para un determinado carácter, la población de animales mostrará valores bajos, promedio y altos (Peters 2010).

En las poblaciones compuestas por grupos familiares, existe una variación genotípica, que se divide en componentes genéticos aditivos y no aditivos. Los

componentes o efectos aditivos son genes principalmente similares mientras que las interacciones entre genes son llamados efectos no aditivos (Cunha et al. 2009; VanRaden et al. 1992).

Cuando en las poblaciones se dan cruces entre razas, esto puede generar una mayor productividad, combinando características de producción y adaptación, gracias al efecto de heterosis (Díaz 1991 citado por Guimarães et al. 2002).

La complementariedad y la heterosis son aspectos del mejoramiento genético en poblaciones, basados en la variabilidad genética de las mismas.

La complementariedad se presenta con caracteres de mediana a baja heredabilidad y es manifestada cuando la progenie exhibe, para los caracteres en cuestión, niveles intermedios entre las razas parentales (Espasadín y Ducamp 2004).

Con el conocimiento de estos componentes, se pueden dar incrementos en la aparición de ciertas características en el hato, no obstante el progreso genético de la población no se puede dar sin el empleo de los principios de selección y cruzamiento.

1.4. Selección y el cruzamiento

Los principios de cruzamiento y selección son empleados por los productores como vehículo de la mejora genética en sus hatos. La comprensión de estos principios y su empleo bien direccionado, produce una mejora progresiva de las características del hato, conduciendo una mayor productividad.

1.4.1 Selección

La selección es un proceso que consiste en direccionar la reproducción del rebaño, tiene como base genética las relaciones aditivas de una población. A pesar de lo simple de la concepción, la selección es de suma importancia, siendo también indispensable en sistemas de cruzamiento (Filho 1993).

Esta selección es posible gracias a la variabilidad presente en las poblaciones, lo que permite identificar a los reproductores idóneos según los objetivos de la explotación y las metas establecidas en el programa de mejoramiento planteado (Peters 2010).

La selección es la herramienta empelada en sistemas de ganadería comercial, ya que se da el aprovechamiento de la heterosis y la complementariedad de las razas, para mejorar características en el hato.

4.1.2. Cruzamiento

Los cruzamientos han sido utilizados desde siempre como una de las dos grandes vías del mejoramiento genético animal, junto con la selección. Sin embargo, sabido es que no son mutuamente excluyentes sino complementarias (Mezzadra 2005).

Una vez que los individuos son seleccionados, deben ser apareados para que su progenie exhiba, en promedio, las características deseadas de acuerdo a los objetivos establecidos del programa de mejoramiento. Con lo anterior, se logra el empleo del concepto de cruzamiento (Peters 2010).

Para los sistemas de cría de ganado puro de registro, la herramienta del cruzamiento junto a las Diferencias Esperados de Progenie (DEP's) y genealogías, orientan adecuadamente el programa de mejora genética a emplear.

Por otra parte existen diferentes tipos de cruzamientos para direccionar el hato, a continuación se detallan:

Encaste o Cruzamiento Absorbente:

Este sistema pretende cambiar el tipo de ganado que se tiene en finca por otro sin hacer grandes esfuerzos económicos para vender al pie de cría original y adquirir el

tipo de ganado deseado, con este sistema se aprovecha la adaptabilidad del pie de cría original al ambiente (Navarro 1994).

Es muy importante seleccionar correctamente el tipo de ganado que se quiera introducir mediante este tipo de cruzamiento, debido a que pueden presentarse problemas de adaptación a partir de la segunda generación de crías (muertes, malos desarrollos, baja fertilidad, etc.) (Navarro 1994).

Este sistema es sencillo, solo es necesario utilizar siempre sementales de la raza que se desee introducir. El cambio de una raza a otra es relativamente rápido, pues el material genético del tipo de ganado o raza original desaparece en un 50% de una generación a otra (Navarro 1994).

Cruzamiento Terminal:

Este sistema de cruzamiento tiene el objetivo de aprovechar al máximo la adaptabilidad del hato original al ambiente y el "Vigor Híbrido" de las crías resultantes al final del proceso, logrando animales para venta con gran capacidad de crecimiento (Navarro 1994).

El cruzamiento terminal consiste en cruzar constantemente una parte (1/3) de las vacas del hato original con toros de su misma raza o tipo para obtener los reemplazos del mismo hato. Al mismo tiempo, el resto de las vacas se aparean con toros de otra raza. Todas las crías resultantes de esta cruce se van a la venta, éstas son el resultado buscado al utilizar este sistema (Navarro 1994).

Las vacas del hato original y las crías hembras del primer cruzamiento se utilizan durante todo el tiempo que permanecen productivas (Navarro 1994).

Cruzamiento Alternativo o Rotacional de Dos Razas:

Este sistema contribuye al aumento de la capacidad productiva y reproductiva de las vacas del hato. Con él es posible sacar gran provecho de la habilidad materna de las vacas que serán cruzadas (Navarro 1994).

En este tipo de cruzamiento se utilizan toros de dos razas, empadrando las hijas de uno con el otro y viceversa (Navarro 1994).

El cruzamiento alternativo de dos razas se puede adaptar a cualquier hato que utilice dos o más toros y en el cual se puedan controlar los apareamientos. Todas las crías resultantes de este manejo deben salir a la venta. Las terneras que se requieren como reemplazos deberán quedar como tales, siempre y cuando cumplan con las condiciones que se hayan fijado para los propósitos de selección y desecho del hato. (Navarro 1994).

Por otra parte a lo que se refiere al cruzamiento en el trópico, el aspecto que más consideración merece y que más ha sido ignorado, es la necesidad de armonizar el potencial genético con las condiciones ambientales en las que se encuentra el ganado de carne tropical. Los principales factores son la calidad y cantidad de forrajes, el nivel de suplementación factible y los aspectos sanitarios (Plasse 2000).

Por lo anterior, en los cruzamientos se emplean individuos de diferentes razas, buscando mejorar características mediante la expresión de la heterosis y el aprovechamiento del efecto de la complementariedad. De acuerdo a este principio, los animales con mayor grado de sangre cebú son más eficientes para adaptarse a condiciones adversas, en consecuencia tienden a tener mejores tasas reproductivas en condiciones tropicales. Adicionalmente, se ven beneficiados por la expresión de la complementariedad en otras variables de interés (Díaz 1991 citado por Guimarães et al. 2002).

En la literatura existen estudios donde se evalúa el desempeño de la primera generación del cruce (F_1), entre las diferentes especies del *Bos* (*taurus e indicus*). Este tipo de cruzamiento busca un equilibrio entre la alta productividad y la adaptación de esas especies. En el Cuadro 3, se muestra un resumen de investigaciones sobre características productivas y reproductivas, para animales con distintos grados de cruzamiento.

Cuadro 3. Resumen resultados investigaciones en cruzamientos

Variable evaluada	País	Grupos raciales empleados	Resultados	Fuente
Ganancia de peso en novillas	Brasil	Holstein (<i>Bos taurus</i>) x Guzará (<i>Bos indicus</i>)	Se da un aumento progresivo de ganancia de peso, en novillas en cuanto a la frecuencia de retrocruces, siendo menor para $\frac{1}{4}$ H, y mayor para $\frac{7}{8}$ H	Flóres et al. 2004
Días de lactancia y promedio de leche diario	Brasil	Holstein (<i>Bos taurus</i>) x Gyr	Valores más altos reportados para media de leche diaria para animales $\frac{3}{8}$ H, $\frac{5}{8}$ G, en comparación a H, $\frac{1}{2}$ H $\frac{1}{2}$ G, $\frac{1}{4}$ H $\frac{3}{4}$ G, $\frac{1}{4}$ G $\frac{3}{4}$ H; la duración de la lactancia es mayor para la proporción $\frac{1}{4}$ H $\frac{3}{4}$ G.	McManus et al. 2008
Peso en canal fría	Brasil	Hereford (<i>Bos taurus</i>) x Nelore (<i>Bos indicus</i>)	El peso en canal fría fue mayor para los grupos cruzados siendo en orden $\frac{1}{4}$ H $\frac{3}{4}$ N (54, 23 kg), $\frac{1}{2}$ H $\frac{1}{2}$ N (53,37 kg), $\frac{5}{8}$ H $\frac{3}{8}$ N (52,74 kg), H (48,91 kg)	Restle et al. 1999
Intervalo entre partos en F ₁	Brasil	Guzará (<i>Bos indicus</i>) x Nelore (<i>Bos indicus</i>), Red Angus (<i>Bos taurus</i>) x Nelore, Marchigiana (<i>Bos taurus</i>) x Nelore y Simental (<i>Bos taurus</i>) x Nelore	Se registró menor IEP para $\frac{1}{2}$ RA $\frac{1}{2}$ N, y el mayor para N, encontrándose en rangos intermedios los demás grupos raciales	Perotto et al. 2006

Clave: H: Holstein, G: Gyr, N: Nelore RA: Red Angus

Según los datos del Cuadro 2, predomina el cruce entre los generos *taurus x indicus*, presentando estos animales mejoras en las características estudiadas.

Como se puede observar, los estudios de cruzamientos entre razas *Bos taurus x Bos indicus*, indican mejoría en las características estudiadas en cada caso particular, no obstante el progreso genético en ganadería que pueden tener los grupos raciales integrados por razas de la misma especie, no a sido estudiado exhaustivamente, es decir la mejoría en características de hatos conformados por individuos, de los cruces *Bos taurus x Bos taurus* o bien *Bos indicus x Bos indicus* cueanta con la minoría de estudios en cruzamientos.

En cuanto a lo anterior, Romero y Vargas (2010) presentan datos de la mejoría en características productivas por medio de los cruces *Bos taurus x Bos taurus*, en sistemas de lechería de altura en Costa Rica, existe esta práctica manteniendo cruzamientos de las razas, Holstein, Pardo Suizo y Jersey, lo cual aumenta la heterosis directa, en el caso anterior los cruces Holstein x Pardo Suizo y Holstein x Jersey, tuvieron heterosis favorables, disminuyendo los días abiertos en las crías cruzadas.

Por otra parte, son muy escasos los estudios del comportamiento de animales procedentes de cruces *Bos indicus x Bos indicus*, para ganadería de carne en el país además investigaciones en este tipo de cruzamientos también son escasos en el resto del mundo, y están caracterizados por el establecimiento de modelos estadísticos para su medición así como estimación de parámetros genéticos y fenotípicos. Por lo tanto, la realización de un análisis con datos reales de cruzamientos entre *Bos Indicus*, es de gran valor para ampliar el conocimiento en esta área.

1.5 Heterosis o Vigor Híbrido

La heterosis es la exaltación de los caracteres asociados al vigor general, a la

fertilidad y en cierto grado al crecimiento que se produce por cruzar individuos distantes desde el punto de vista genético, especialmente para características de baja heredabilidad (Espasadín y Ducamp 2004).

El efecto de heterosis, se da por la modificación en la magnitud de las características y los parámetros genéticos esta puede ser medida por medio de modernos programas estadísticos y estrategias de inferencia estadística. Lo anterior, ha facilitado el fraccionamiento de los componentes de la varianza y proporciona evaluaciones genéticas para el ganado que se destina a selección, así como la obtención las correlaciones genéticas y ambientales (Hausse et al 1999, Tempelman 2010).

Para la selección y el cruzamiento de individuos se aplican los fundamentos de heterosis y la complementariedad, lo cual permite el direccionamiento del hato hacia una mejoría productiva empleando el aporte interracial.

El empleo de heterosis para el aprovechamiento de la complementariedad, se utiliza con caracteres de mediana a baja heredabilidad y es manifestada cuando la progenie exhibe, para los caracteres en cuestión, niveles intermedios entre las razas parentales (Espasadín y Ducamp 2004).

La heterosis directa o vigor híbrido individual, es de los componentes relacionados directamente con el rasgo. En la descendencia mestiza se manifiesta cuando esta se desempeña mejor que el promedio de sus padres de pura raza. Esta es una función de la combinación de los genes presentes en la progenie.

Por ejemplo, el vigor híbrido individual para tasa de concepción (medido como un rasgo de la descendencia) depende de la combinación de genes en la progenie (Bourdon 1997).

La heterosis materna o vigor híbrido materno, se refiere al componente materno de los rasgos (características). El vigor híbrido materno está en función de las combinaciones de genes que están presentes en las generaciones anteriores de las madres (Bourdon 1997). La heterosis materna exhibida por la progenie, se define

como el rendimiento promedio de las crías de vacas cruzadas menos el rendimiento promedio de la progenie cruzada correspondiente a los grupos raciales que componen el cruce de la madre (McDonald y Turner 1972).

2. GENERALIDADES DE LA FINCA

2.1. Ubicación y descripción de la finca

Ganadería Pedregal es una división de Corporación Pedregal, nace en 1997 formada por un rebaño de Brahman gris y rojo puro de registro, procedentes de ganaderías de Estados Unidos de donde se importaron un total de 170 hembras.

En el 2001 se adquiere Hacienda Solimar, ganadería que en los años sesenta hizo una importación de vientres similar a la que en la época de los noventa realizó Ganadería Pedregal para el mejoramiento genético del hato. Con la compra de la Hacienda Solimar, se concreta una base genética que a setiembre del 2006 se estimó alrededor de 3300 hembras.

Durante la última década, la finca ha trabajado en el desarrollo y mejoramiento genético de las razas Nelore y Brahman, mediante la inclusión de vientres importados desde los Estados Unidos, México, Guatemala y Panamá, así como estrategias de cruzamiento dirigido del hato.

El hato se encuentra dividido en dos zonas geográficas en las regiones Central y Chorotega. En una finca en San Antonio de Belén, Heredia y otras fincas en la zona de Abangares, Guanacaste.

En el Cuadro 4 se presentan características de cada finca.

Cuadro 4. Características de las fincas de Corporación Pedregal

Finca	Ubicación	Región	Altitud (msnm)	Época lluviosa	Precipitación (mm/año)	Temperaturas °C	Tamaño aprox (ha)	Topografía
Ganadería Pedregal	San Antonio de Belén, Heredia	Central	912	Abril a Diciembre	2300 mm/año	16,5 mínima y 27,6 máxima	70	70% de terreno plano, 20% semiplano y 10% pendiente
Hacienda Solimar	Colorado de Abangares, Guanacaste	Chorotega	86	abril a diciembre con un declive en los meses de julio a agosto (veranillo)	1200 mm/año	22, 2 mínima y 32,8 máxima	No proporcionado	90% plana y un 10% semiplano

En ambas fincas se realiza el manejo zootécnico necesario, pesajes, direccionamiento de la reproducción y cuidado veterinario, así como la incorporación de datos a la base de registros.

Esta base, cuenta con datos reproductivos y productivos de todos los animales con antigüedad menor a 10 años.

Estos datos se encuentran organizados en el software Ganadero T.P, manejado desde el departamento de Ganadería, ubicado en San Antonio de Belén. Se encuentran documentados alrededor de 16500 individuos en el software.

2.2. Manejo general de los animales

El manejo de los animales se basa en comunicaciones personales en finca, por otra parte se registran vacunaciones y desparasitaciones en la base de datos sanitaria.

2.2.1. Ganadería Pedregal, Belén

En la finca se mantienen animales de las líneas puras de razas Nelore y Brahman.

Se realiza una selección al destete que se emplea para clasificar los animales en 2 categorías, dependiendo de su peso; un grupo permanece en la finca de Belén y es agrupado con hembras y machos élite, un segundo grupo formará parte del hato comercial y se traslada a Guanacaste.

Debido a que esta finca tiene la finalidad de cría, los animales seleccionados entrarán a ciclo completo, las crías con pesos mayores a 170 kg se destinan a exposición y potencial venta de reproductores.

Respecto al manejo sanitario al nacimiento se da una desparasitación, al destete se selecciona y se aplican las vacunas de Anti Clostridial, IBR (Rinotraqueitis Infecciosa Bovina), RB 51 (contra brucelosis) en el caso de hembras.

Como parte del manejo alimenticio, los animales se mantienen como máximo tres días en potreros, las pasturas predominantes son Braquipará (*Brachiaria arrecta*) y Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*), con algunas cepas de jaragua (*Hypharrenia rufa*).

Los animales seleccionados posdestete como futuros reproductores, entran a corrales bajo un sistema nutricional de cuidado, en donde la alimentación se separa en dos etapas, la primera del destete a los 18 meses y posterior a los 18 meses. A los primeros se les suministra un concentrado para desarrollo y a los segundos un alimento balanceado para animales de exposición, luego de 36 meses de edad los animales no vuelven a competir en exhibiciones por lo que se envían a pastoreo donde se les ofrecen pilas de minerales (sal blanca NaCl) y agua.

Respecto a la reproducción, a los machos en edad reproductiva se les extrae semen en pajillas y estas se envían a Guanacaste para su posterior uso. Mientras que las hembras en pastoreo se reproducen ya sea por monta natural o inseminación artificial, dependiendo del grupo en que se encuentren.

Los grupos de hembras, se manejan por grupo racial y consanguinidad con el toro presente en el grupo. La primera monta depende del grupo donde se localiza la hembra, encontrándose como meta que la hembra tenga su primera preñez con un máximo de 24 meses de edad.

Existen hembras élite que se utilizan como donadoras de embriones, los cuales son un grupo aparte.

2.2.2 Hacienda Solimar

En esta hacienda se encuentra la totalidad del hato comercial, desarrollándose la producción en todas sus etapas.

En la Hacienda, se mantienen las razas *Bos indicus*, Brahman y Nelore, para líneas puras y cruzamiento entre ellas en el hato comercial. En los registros es posible encontrar animales con proporciones de razas *Bos taurus*: Pardo Suizo, Holstein Fresian, Braunvieh y Simmental, además de animales cebú: Guzerá y Gyr, estos provenientes de adquisiciones que realizó en algún momento Ganadería Pedregal

En e momento del destete, de acuerdo al protocolo sanitario se vacunan contra IBR (Rinotraqueitis Infecciosa Bovina) y *Clostridium sp*, al mes del destete se les coloca la inmunización de brucelosis y se les desparasita.

Se mantiene un sistema de pastel, con una rotación basada en la disponibilidad de pasto, los potreros tienen una cobertura mayoritaria de mombaza (*Panicum Maximun cv. Mombaza*) Braquipará (*Brachiaria arrecta*), Toledo (*Brachiaria Brizantha cv Toledo*), alemán (*Echinochloa polystachya*), con árboles de neem (*Azadirachta indica*) dispersos en la finca y algunos parches de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) que se han ido cortando paulatinamente.

En general se mantiene una alimentación a base de forraje y sales minerales, con la excepción de que a las crías, un mes posterior al destete se lse proporciona 1-2 kg de alimento balanceado durante este tiempo.

La edad al destete se mantiene a los 7 meses, luego de los 8 meses de edad, se da la separación de las crías por sexo, los animales que no cumplen con el peso requerido se envían a subasta. Las hembras que cumplen con este peso, se quedan en finca para pie de cría, mientras que los machos se seleccionan por peso, para reproducción o bien para engorde. Los animales para engorde salen a sacrificio alrededor de los 18 o 20 meses de edad.

En el sistema reproductivo en Guanacaste, se da el agrupamiento de hembras no consanguíneas con el padrote y se mantiene la monta natural, mientras que en grupos seleccionados se maneja el trasplante de embriones.

Se mantienen relaciones macho-hembra de 1:30, procurando una edad a la primera monta de la hembra a los 18 meses de edad.

2.3. Razas existentes en la finca

En esta empresa se mantiene una línea de cruzamientos principalmente enfocada a animales puros Nelore y Brahman, no obstante también se encuentran animales en el hato comercial con diferentes proporciones de estas y otras razas. Para este estudio el análisis se ejecutó para los grupos raciales con suficiente representación y antigüedad en registros, con el fin de obtener datos lo suficientemente confiables, para tenerlos en cuenta en la toma de decisiones. A continuación, se presenta un breve resumen de las características de las razas cebuínas incluidas en los grupos raciales que dieron origen a los cruzamientos (grupos raciales) existentes a nivel de finca.

2.3.1. Raza Brahman

Brahman es una raza sintética producto del trabajo y la técnica de ganaderos norteamericanos, tiene origen en 4 razas cebuínas, a saber: la Guzerá (usado para capacidad lechera y rusticidad), Nelore (aportó fertilidad, viabilidad de los terneros y rendimiento en canal), Gyr (contribuyó en la formación corporal, docilidad y color rojo), también se introdujo y utilizó en menor proporción la raza Krisha Valley (que influyó en tamaño y fortaleza) (UNAM 2012 y Asocebú Costa Rica 2012).

El patrón de peso establecido para el animal adulto macho es de 800 a 1100 kg y para la hembra 450 a 600 kg (UNAM 2012). Su crecimiento y desarrollo muscular es muy rápido, facilidad de aumento de peso (Asocebú Colombia 2012).

La producción de leche de la vaca Brahman es suficiente para la crianza del ternero, su instinto maternal es muy fuerte, protege a las crías contra los enemigos naturales. Las vacas Brahman presentan una baja incidencia de partos distócicos, esto debido a la gran amplitud pélvica y a que por lo general los terneros son livianos al nacimiento (Asocebú Colombia 2012).

2.3.2. Raza Nelore

Se originó en la India, pero fue en Brasil donde algunos autores lo empezaron a denominar Nelore, como sinónimo de Ongole (UNAM 2012).

Los animales Nelore se utilizan en la producción de carne y trabajo, en zonas donde se les exige alta rusticidad. En su país de origen fue seleccionada para la aptitud lechera, mientras que en zonas tropicales se emplea para producción de carne, donde se reportan pesos al nacimiento de 30 kg para los machos y 25 kg para las hembras. A los dos años y en buen régimen alimenticio pueden alcanzar los 400 kg, los adultos pueden alcanzar un peso de 800 kg los machos, y 500-600 kg las hembras (UNAM 2012).

2.3.3. Raza Gucerá

Es originaria del norte y suroccidental de la India.

El peso medio al nacer es de 28 kg y al destete de 186 kg, los toros en buenas condiciones pueden pesar 726 kg (490 kg a los 4 años) y las vacas 454 kg (UNAM 2012). La línea de Gucerá especializada para leche reporta pesos vivos de 853 kg con producción de 4500 kg de leche, o bien 750 kg de peso vivo y 5600 kg de leche (Asoguzerá Brasil 2012).

3. DIAGNOSTICO DEL MANEJO GENÉTICO UTILIZADO EN FINCA

3.1. Aspectos básicos de los sistemas de cruzamiento empleados

En el hato total se mantienen dos sistemas de cruzamientos, uno para las líneas puras y otro para los animales comerciales.

3.1.1. Líneas Puras

El cruzamiento se da entre animales puros de las razas Brahman y Nelore, es decir los cruces se mantienen Brahman x Brahman, y por otra parte Nelore x Nelore.

3.1.2. Línea Comercial

En esta línea es utilizado un cruce rotacional de dos razas, entre Brahman y Nelore, alternando la raza del padre, en el cruce con las hembras híbridas. En este sistema todos los machos son engordados, este cruzamiento pretende aprovechar el vigor híbrido de las hembras cruzadas.

El orden de los cruzamientos inicia en la raza pura Brahman, las hembras de la progenie, se cruzan con machos Nelore, esta F_1 (primera generación) $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Nelore se cruza con un macho Brahman, resultado de ello se obtiene una F_2 (segunda generación) $\frac{3}{4}$ Brahman $\frac{1}{4}$ Nelore estas hembras se reproducen con machos Nelore. Y así progresivamente alternando la raza del macho (Figura 1). En este sistema todos los machos son engordados y vendidos.

En esta línea de cruzamiento se han incorporado en el pasado otras cebuínas, inclusive europeas, que aún poseen pequeñas proporciones en los animales con mayor antigüedad en finca.

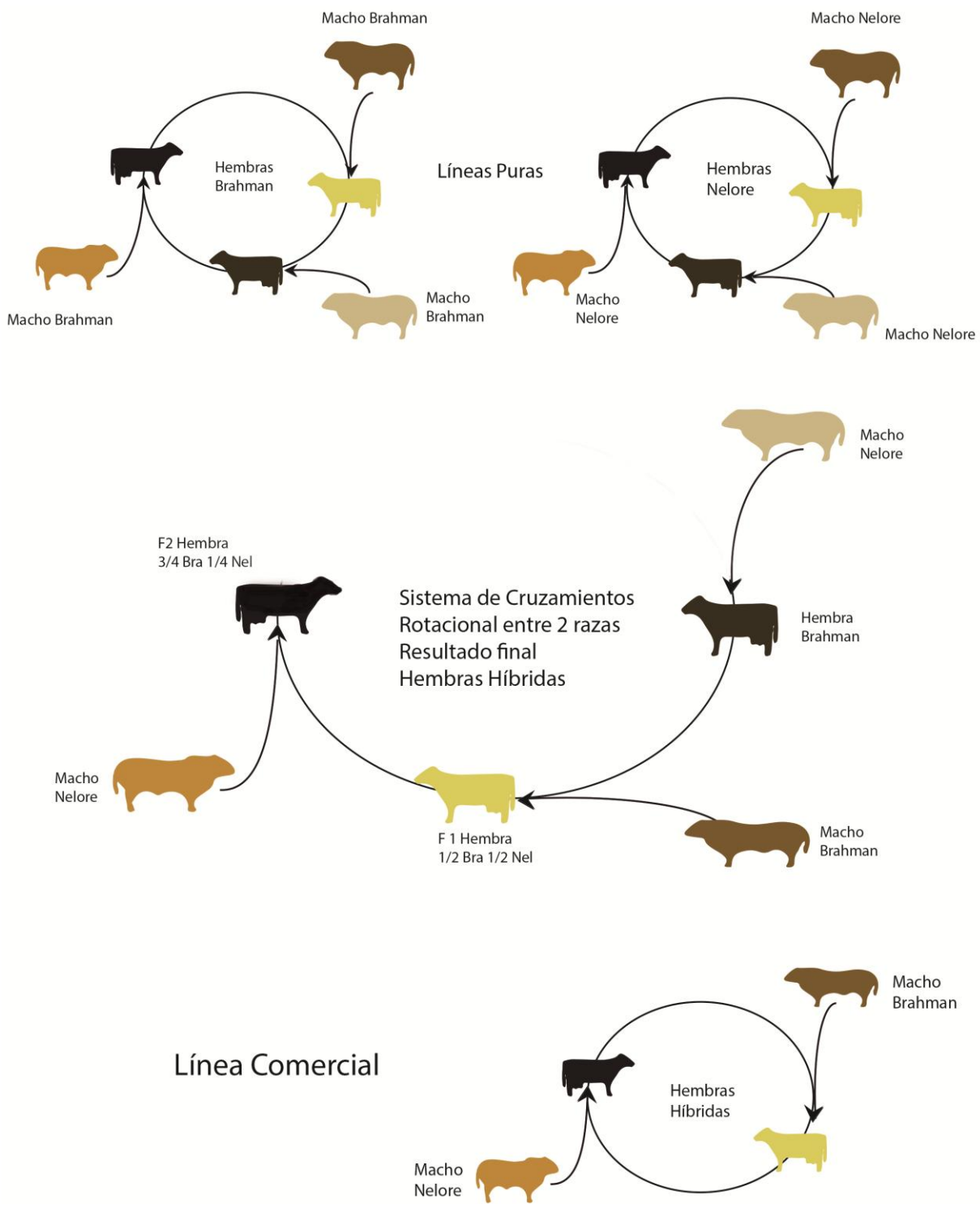


Figura 1. Diagramas de los cruzamientos empleados en finca.

4. PROCEDIMIENTO Y METODOLOGÍA

4.1. Recolección y Organización de los Registros

A nivel de finca los registros son hojas de campo, en las cuales se anotan los datos productivos, nacimientos, sanidad y reproducción. Estas se agrupan y transcriben en un documento electrónico, el cual es enviado a la Finca de Belén, para su inclusión en el Software Ganadero TP.

La identificación de los animales se compone de códigos alfa numéricos, que contienen un número consecutivo, en orden ascendente para su grupo racial y dos letras correspondientes al sexo y raza de la cría. Adicionalmente, se realiza una identificación por color del arete del animal, el cual corresponde al padre de la vaca.

Los datos existentes en el software computacional corresponden a registros en finca desde el año 2002 hasta mediados del 2012, incluyendo todo animal nacido o adquirido antes de la última fecha.

Los registros extraídos de esta base de datos fueron los correspondientes a nacimientos, pesajes ingresados e información general de los animales, durante los 11 años a estudiar. Los datos fueron exportados a archivos en Microsoft Office Excel, que se mencionan a continuación:

- Un archivo Base General con los siguientes datos: Animal (identificación), sexo, peso al nacimiento, fecha de nacimiento, potrero (ubicación), color (coloración de pelaje), raza (siglas y proporción del grupo racial), fecha de destete, código de madre (identificación) y de padre (identificación), edad de destete en meses y otros datos reproductivos.
- Un archivo por cada pesaje realizado cada año, para el hato total durante los 10 años, el cual contiene columnas correspondientes a: Animal (identificación), fecha de pesaje, pesaje anterior, fecha de pesaje anterior y otros datos que genera el programa.

Con respecto a la Base General, se obtuvieron un total de 16.373 animales con su identificación, se procedió a completar los datos faltantes, con exhaustivas extracciones de información de los registros. Así como búsqueda de datos para peso y fecha al nacimiento.

Se realizó un primer descarte de datos, para animales que no poseían registros de fecha de nacimiento, grupo racial rastreable, o bien, los que reportaban el único dato de identificación del animal.

Posterior a ello, se efectuaron decodificaciones para las características de grupo racial y potrero. Se tomaron las letras y números del archivo para colocar palabras en su lugar, la fecha de nacimiento se usó como referencia para establecer para cada animal el año y época de nacimiento.

Por otra parte, con los archivos de pesajes se procedió a realizar una base de datos global para pesos, iniciando con un ordenamiento cronológico de los pesajes registrados para cada animal. Esto generó una base con los datos de fecha del pesaje, peso en kilogramos, junto al pesaje anterior con su respectiva fecha y peso reportado, con esta base se procedió a realizar un descarte de pesos repetidos, lo que resultó en una base global de pesos con alrededor de 60.000 datos reportados para todo el hato. Cada uno contaba con su respectiva identificación por animal, fecha de pesaje y peso en kilogramos correspondiente.

Con las anteriores hojas electrónicas, se procedió a la confección de una base de datos global que permitía la visualización de los datos generales correspondientes a cada animal y sus respectivos pesos.

Seguidamente, se determinaron las variables a analizar, las cuales son: peso al nacimiento, peso al destete, ganancia diaria de peso al destete, peso a los 365 días (año de edad), ganancia diaria de peso al año de edad, peso a 550 días (18 meses de edad) y ganancia diaria de peso a los 18 meses de edad. Se asignó a cada animal un dato de pesaje de acuerdo a la fecha más cercana a las edades evaluadas. Se estableció un margen en la fecha de pesaje a la edad en días exacta requerida o bien pesajes dentro de un rango de 45 antes o después de la edad en

días determinada (205 ± 45 días, 365 ± 45 días, 550 ± 45 días), con lo que se descartaron datos que se salían de este rango de tiempo.

Posteriormente se dio un ajuste de datos según las formulas de BIF (2010), para la generación de nuevas variables:

Peso ajustado a 205 días (P205):

$$P205 = \frac{\text{Peso destete} - \text{Peso Nacimiento}}{\text{Edad al Destete}} \times 205 + \text{Peso nacimiento}$$

Ganancia diaria de peso de nacimiento a destete (GDPND):

$$\text{GDPND} = \frac{\text{Peso Destete} - \text{Peso Nacimiento}}{\text{Edad al destete}}$$

Peso ajustado a 365 días (P365):

$$P365 = \frac{(\text{Peso periodo 320 a 410 días edad}) - \text{Peso destete}}{\text{Días entre pesos}} \times 160 + P205$$

Ganancia diaria de peso de destete al año (GDPA):

$$\text{GDPA} = \frac{(\text{Peso en el periodo 320 a 410 días de edad}) - \text{Peso destete}}{\text{Diferencia en días entre pesadas}}$$

Peso ajustado a 550 días (P550):

$$P550 = \frac{(\text{Peso periodo 505 a 595 días edad}) - \text{Peso destete}}{\text{Días entre pesos}} \times 345 + P205$$

Ganancia diaria de peso del año a 18 meses (GDP18):

$$\text{GDP18} = \frac{(\text{Peso periodo 505 a 595 días edad}) - (\text{Peso periodo 320 a 410 días edad})}{\text{Diferencia en días entre pesadas}}$$

Una vez obtenida esta información, se procedió a la asignación de grupo racial para los progenitores y su decodificación correspondiente. Para lograr una verificación de los grupos raciales, se efectuó un control con los abuelos maternos y paternos, es decir, con ello una verificación de las 2 generaciones anteriores, incluyendo los animales reproducidos a través de inseminación artificial y/o transferencia de embriones. Así mismo, se realizó una doble verificación con la identificación de cada animal.

Dichos datos fueron sometidos a una selección por grupo racial, en primera instancia las razas y cruces con razas *Bos taurus*, así como razas con escasos individuos (menores a 30). Las columnas sin ningún uso en el estudio como color, y otros datos reproductivos, los cuales no se analizaron por escasez de datos, fueron eliminados de la base de datos.

La base de datos resultante, agrupa animales de grupos raciales Brahman, Nelore, ½ Brahman ½ Nelore, ¼ Brahman ¾ Nelore, ¼ Nelore ¾ Brahman, ½ Brahman ½ otras razas, ½ Nelore ½ otras razas.

Una selección por la variable de tipo de reproducción (Monta Natural, Inseminación Artificial o Trasplante de Embriones), no fue realizada, ya que en el caso de presentarse diferencia entre animales reproducidos por medio de trasplante de embriones, se asume que no existe diferencia debido a que estos animales, representaban menos del 1% de la base analizada (0,98%).

Posterior a la revisión y corrección de errores en la base anterior, se efectuó una exclusión de datos desconocidos, descartando casos donde la raza no fue reportada o solo se señalaba como cebú, así mismo, se eliminaron animales que no presentaban ubicación ya sea por ausencia de este dato o que el último reporte de zona fue en tránsito.

Por otra parte, al analizar la ubicación de los animales, se determinó, que la zona de Guanacaste presento el mayor número de individuos, existiendo en el menor de los casos alrededor de 1.800 animales, contra recuentos totales menores a 100 individuos de zona diferente a Guanacaste, además esta zona posee un régimen alimenticio uniforme, por lo cual se determinó el descarte de zona diferente a Guanacaste.

Se observó que no todas las identificaciones de animales en un peso existían en el siguiente peso, por lo que se confeccionó un archivo con los pesos al nacimiento de todos los animales incluidos en el estudio y sus respectivas características, así como pesaje promedio para los animales que no contaban con un peso registrado al nacimiento.

La base de datos resultante a este proceso se denominó Base de datos Matriz, de donde se tomaron los datos para el posterior análisis. En el Cuadro 5, se desglosan el total de variables, niveles y valores que se obtuvieron para realizar el análisis.

Cuadro 5. Desglose de variables, niveles y valores, tomados en cuenta para el análisis.

Variable	Niveles	Valores
Año de Nacimiento	11	2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011
Época de Nacimiento	2	Invierno, Verano
Sexo	2	Hembra, Macho
Grupo Racial de Cría	6	½ Brahman ½ Gucera
		½ Brahman ½ Nelore
		¼ Brahman ¾ Nelore
		¼ Nelore ¾ Brahman
		Brahman
		Nelore
Grupo Racial de Madre	3	½ Brahman ½ Nelore
		Brahman
		Nelore
Grupo Racial de Padre	3	Brahman
		Nelore
		Gucera

4.2. Evaluación de los registros

El estudio de los registros se realizó por medio de dos software computacionales para la corrección de datos en la base de matriz, así como un primer análisis descriptivo (recuento, media, mediana, valor mínimo, valor máximo, desviación estándar). Las disconformidades encontradas determinaron los criterios de exclusión e inclusión, se determinaron promedios y variables significativas. Luego se procedió

el análisis por mínimos cuadrados y modelos estadísticos que permitieran estimar la heterosis de cada grupo racial.

Por lo tanto, el estudio se realizó en dos segmentos. En el primero se estimaron medidas de tendencias central y dispersión para las características productivas, así como el análisis de componentes de la varianza y en segundo se ajustaron distintos modelos para las variables de interés, los que incluyeron las principales fuentes de variación identificadas, así como covariables. A partir de los resultados estimados para los distintos grupos raciales, se procedió, posteriormente a la estimación de la heterosis.

4.3. Análisis de las Características Productivas

Para estimar criterios de estadística descriptiva se empleó el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS 2012).

Para cada una de las variables de interés se ajustó un modelo mixto, mediante el procedimiento "Mixed" del programa estadístico Statistical Analysis System (SAS 2009).

El modelo general fue el siguiente:

$$y_{ijk} = \mu + GC_i + GRAZ_j + \varepsilon_{ijk}$$

En donde:

y_{ijk} : valor de la variable de interés para el k^o individuo del j^o grupo racial y el i^o grupo contemporáneo

μ : efecto común a todos los individuos

GC_i : efecto aleatorio del i^o grupo contemporáneo, formado por la combinación de sexo, año y época de nacimiento

$GRAZ_j$: efecto fijo del j^o grupo racial

ε_{ijk} : error residual aleatorio

En algunos casos se incluyeron, además, covariables, como se indica en cada una de las variables estudiadas.

Para cada una de las variables de interés se estimaron las medias mínimo cuadráticas de los grupos raciales, así como las diferencias estadísticas entre ellas, mediante la prueba de Tukey y Kramer con nivel de significancia de 5%. Las medias estimadas se utilizaron posteriormente para calcular la heterosis

Para estudiar el efecto de los factores incluidos en los grupos contemporáneos de forma independiente, se ajustó un modelo que incluyó además del efecto del grupo racial, el efecto de año, época de nacimiento y sexo, considerándolos como efectos fijos. El modelo se ajustó usando el procedimiento GLM (Modelos lineales generalizados) del programa SAS.

Finalmente, con el propósito de estudiar el efecto del grupo racial de la madre y del padre, se ajustó un nuevo modelo que incluyó, además de esos efectos, el efecto del grupo contemporáneo.

4.3.1. Modelos Estadísticos para Peso al Nacimiento, Peso al Destete y Ganancia Diaria de Peso al Destete

El análisis de varianza para estas características se realizó utilizando un modelo Anova. En el modelo que involucra solamente la raza de la cría, se incluyó los factores: año de nacimiento, época de nacimiento, sexo y raza de la cría.

La ecuación del modelo utilizado para estas variables, según la raza de la cría, es la siguiente:

$$\hat{Y}_{ijklm} = \mu + A_i + E_j + S_k + R_l + \varepsilon_{ijklm}$$

En donde:

\hat{Y}_{ijklm} : variable de interés del mº individuo, de la lº raza, el kº sexo, nacido en la jº época y el iº año

μ : Efecto común a todas las observaciones (promedio general)

A_i : Efecto del iº año de nacimiento

E_j : Efecto de la jº época de nacimiento

S_k : Efecto del kº sexo

R_l : Efecto del lº grupo racial

ε_{ijklm} : Error aleatorio

Este modelo determinó para peso al nacimiento las fuentes que causan diferencias significativas ($P \leq 0,05$), son el año de nacimiento, la época de nacimiento, sexo y grupo racial.

Para el peso al destete las fuentes que causan diferencias significativas ($P \leq 0,05$) son el sexo, año de nacimiento y el grupo racial de la cría, genera diferentes variaciones.

La anterior ecuación determinó que para ganancia de peso al destete, las fuentes significativas de variación son sexo, año de nacimiento y grupo racial de la cría.

Por otra parte, se estima con otro modelo Anova, para estas variables incluyendo razas de progenitores y los factores: año de nacimiento, época de nacimiento, sexo, grupo racial de la madre y grupo racial del padre, debido a que el sistema de

ecuaciones que incluyen grupos raciales de crías y padres, no pueden ser resueltos juntos.

La ecuación del modelo utilizado para las variables según la raza de los padres, es la siguiente:

$$\hat{Y}_{ijklmn} = \mu + A_i + E_j + S_k + RP_l + RM_m + \varepsilon_{ijklmn}$$

En donde:

\hat{Y}_{ijklmn} : Variable de interés del n° individuo, de madre de raza la m° raza, de padre de raza la l° raza, el k° sexo, nacido en la j° época y el i° año

μ : Efecto común a todas las observaciones (promedio general)

A_i : Efecto del i° año de nacimiento

E_j : Efecto de la j° época de nacimiento

S_k : Efecto del k° sexo

RP_l : Efecto del l° grupo racial del padre

RM_m : Efecto del m° grupo racial de la madre

ε_{ijklm} : Error aleatorio

Se determinó que para el peso al nacimiento el grupo racial de la madre es una fuente de variación significativa ($P \leq 0,05$), mientras que el grupo racial del padre presenta diferentes variaciones.

Para peso al destete se determinó que el grupo racial de los progenitores es una fuente de variación.

Este modelo determinó que el grupo racial de los padres es una fuente de variación para la ganancia de peso de las crías.

4.3.2 Modelos Estadísticos para Peso al Año de Edad, Peso a los 18 Meses de Edad, Ganancia Diaria de Peso al año de Edad y 18 Meses de Edad.

El análisis de varianza para esta característica, se realizó utilizando un modelo Anova con covariables. Para estimar estas características, el modelo involucra solamente la raza de la cría e incluyó los factores: año de nacimiento, época de nacimiento, sexo, raza de la cría y como covariable el peso al destete. La ecuación del modelo utilizado para estimar estas variables según la raza de la cría, es la siguiente:

$$\hat{Y}_{ijklmn} = \mu + P_i + A_j + E_k + S_l + R_m + \varepsilon_{ijklmn}$$

En donde:

\hat{Y}_{ijklm} : Variable de interés, del n^o individuo, de la m^o raza, el l^o sexo, nacido en la k^o época, el j^o año y i^o peso al destete

μ : Efecto común a todas las observaciones (promedio general)

P_i : Efecto del i^o peso al destete

A_j : Efecto del j^o año de nacimiento

E_k : Efecto de la k^o época de nacimiento

S_l : Efecto del l^o sexo

R_m : Efecto del m^o grupo racial

ε_{ijklm} : Error aleatorio

Este modelo determinó que las fuentes de variación para peso al año, son sexo, año de nacimiento y el componente racial de la cría.

Para la ganancia diaria de peso al año de edad las fuentes de variación son sexo, año de nacimiento y el grupo racial de la cría.

Para los 18 meses de edad, se determinó que la fuentes de variación fue solamente época de nacimiento.

Por otra parte, se estimó con otro modelo Anova las variables incluyendo razas de progenitores y los factores: año de nacimiento, época de nacimiento, sexo, grupo racial de la madre y grupo racial del padre, debido a que el sistema de ecuaciones que incluyen grupos raciales de crías y padres, no pueden ser resuelto de manera conjunta.

La ecuación del modelo utilizado para las variables según la raza de los padres, es la siguiente:

$$\hat{Y}_{ijklmno} = \mu + P_i + A_j + E_k + S_l + RP_m + RM_n + \varepsilon_{ijklmno}$$

En donde:

$\hat{Y}_{ijklmno}$: Variable de interés del o^o individuo, de la madre n^o raza, padre m^oraza, el l^o sexo, nacido en la k^o época, el j^o año y i^o peso al destete

μ : Efecto común a todas las observaciones (promedio general)

P_i : Efecto del i^o peso al destete

A_j : Efecto del j^o año de nacimiento

E_k : Efecto de la k^o época de nacimiento

S_l : Efecto del l^o sexo

RP_m : Efecto del m^o grupo racial del padre

RM_n : Efecto del n^o grupo racial de la madre

$\varepsilon_{ijklmno}$: Error aleatorio

Esta ecuación determinó que para peso al año de edad, la raza de la madre no es una fuente de variación, mientras que el grupo racial del padre si es una fuente de variación en los pesos.

Para ganancia diaria de peso al año de edad el componente racial de la madre no provoca variación. Por otra parte el grupo racial del padre si causa variación en la ganancia diaria de peso de la cría.

Se estableció que el componente racial de los progenitores para peso a los 18 meses de edad, no es significativa para la característica de crecimiento peso a los 18 meses.

El modelo determinó que para ganancia diaria de peso a los 18 meses de edad, esta característica la raza del progenitor es una fuente de variación.

5. PROMEDIOS Y FUENTES DE VARIACIÓN DE LOS REGISTROS DE PRODUCCIÓN

Con los datos se obtuvieron promedios para las características de peso al nacimiento, peso a los 205 días de edad (destete), peso a los 365 días de edad (año), peso a los 550 días de edad (18 meses), según su composición racial y la de sus progenitores, sexo, año de nacimiento y época de nacimiento. Los resultados se obtuvieron con el programa SAS versión 9.2 (SAS 2009).

Cabe destacar que al estimar los promedios para las variables, estas ya se encontraban con el ajuste de peso correspondiente (Vease sección 4.1. Recolección y Organización de los Registros).

5.1. Promedios de variables de importancia en características productivas según año de nacimiento, época de nacimiento y sexo.

Las características productivas podrían estar influenciadas por otras variables, tales como el año de nacimiento de la cría, su época de nacimiento y el sexo de la misma; lo anterior debido a la manifestación marcada de las estaciones climáticas y el comportamiento diferenciado entre machos y hembras. Por lo que estas variables fueron sometidas a análisis.

5.1.1. Año de Nacimiento

El efecto de año de nacimiento fue contemplado como efecto aleatorio dentro del grupo contemporáneo, además del análisis realizado con el software estadístico SAS. Para detalle de los resultados de esta variable Ver Anexos 1, 2 y 3.

5.1.2. Época de Nacimiento

Los animales señalados como nacidos en la época seca corresponden a nacimientos en los meses de diciembre a mayo, mientras que la época de nacimiento denominada como lluviosa, incluyen los meses de junio a noviembre. En el Cuadro 5, se observan los valores promedio para peso al nacimiento, y pesos ajustados al destete, año y 18 meses de edad, para las crías, según la época de nacimiento (Ver Anexo 4).

Para la característica productiva de peso al nacimiento, los animales nacidos durante la época lluviosa son más pesados que los animales nacidos en época seca. Para el peso ajustado al destete y ganancia diaria de peso a los 18 meses, de igual forma los mayores pesos corresponden a individuos que nacieron en la época lluviosa, en ambos casos la diferencia es significativa ($P < 0,05$) (Ver Anexo 5).

Respecto al peso ajustado y ganancia diaria de peso al año de edad, se observa que las crías nacidas durante la época de invierno, poseen los mayores pesos y ganancias.

Los mayores pesos son registrado por animales nacidos durante la época lluviosa, esto debido a que en la época lluviosa, el pasto es abundante y provee de más alimento tanto a las crías, como a las madres preñadas y lactantes. Por otra parte, en la época seca en la zona de Guanacaste, el alimento escasea, debido a las pocas o inexistentes lluvias, lo cual provoca baja ganancia de peso y bajos pesos.

La estación meteorológica más cercana es la localizada en el cantón de Liberia, la cual registra que en los meses de verano poseen 44,5 mm de precipitación media al mes, con 3,5 días de lluvia mensuales, mientras que en la época lluviosa la media de precipitación alcanza hasta 240,2 mm con 17,5 días que registran lluvia al mes (IMN 2008).

5.1.3. Sexo

En el Cuadro 7 se muestran los pesos al nacimiento, pesos ajustados y ganancias diarias para las crías, según el sexo (Ver Anexo 6). Para pesos al nacimiento se muestra, que los animales machos presentan un mayor peso.

En características al destete, se evidencia la ventaja que poseen los machos sobre las hembras en ganancia de peso, aumentando el peso a destete.

Cuadro 7. Valores de peso promedio de las crías al nacimiento, a los 205 días (destete), 365 días (al año de edad) y 550 días (18 meses de edad) y ganancias diarias de peso, según sexo de la cría

Sexo	Nacimiento		Destete		Año		18 meses	
	n	Peso (kg)	n	Peso Aj. (kg)	n	Peso Aj. (kg)	N	Peso Aj. (kg)
Hembra	2.134	31,68	1.478	181,88	961	210,23	676	319,03
Macho	2.160	32,79	1.355	194,31	983	231,30	638	312,34
				GDP (kg/d)		GDP (kg/d)		GDP (kg/d)
				0,7335		0,1764		0,3316
				0,7882		0,3081		0,2827

Clave = n: número de observaciones, Peso Aj: Peso ajustado, GDP: ganancia diaria de peso.

Por otra parte, para el peso ajustado a los 18 meses y la ganancia diaria de peso para la edad se invierte la tendencia y las hembras presentan los índices mayores.

Cabe destacar, que las diferencias reportadas para peso al nacimiento, pesos ajustados y ganancias diarias de peso, son altamente significativas, exceptuando las características a los 18 meses de edad, donde la diferencia no es significativa (Ver Anexo 7).

5.2. Promedios y fuentes de variación de características productivas de las crías según grupo racial de la cría y progenitores.

El análisis de las características de crecimiento de las crías (Cuadro 7) incluyó la evaluación de las variables productivas: peso al nacimiento, peso a 205 días (al destete), ganancia diaria de peso 205 días (al destete), peso a 365 días (al año de edad), ganancia diaria de peso a 365 días (al año de edad), peso a 550 días (18 meses de edad) y ganancia diaria de peso a los 550 días (18 meses de edad), según el grupo racial de las crías, composición racial de las madres y composición racial de los padres.

5.2.1. Peso al Nacimiento

Se puede apreciar en el Cuadro 8, que el grupo racial de la cría que reporta un mayor peso al nacimiento es el $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Gucerá, seguido por el Brahman puro, por otra parte también se observa que el grupo racial que reporta el menor peso al nacimiento corresponde al grupo de $\frac{1}{4}$ Brahman $\frac{3}{4}$ Nelore (Ver Anexo 8 Figura 1).

Los grupos raciales que contienen proporciones de raza Brahman, aumentan progresivamente el peso al nacimiento conforme aumenta la proporción de esta raza, existiendo diferencias entre el peso mayor y el peso menor para nacimiento de hasta

Cuadro 8. Peso promedio de las crías al nacimiento y pesos ajustados a 205 días (destete), 365 días (año de edad) y 550 días (18 meses de edad), y ganancias diarias de peso, según grupo racial de la cría.

Grupo Racial	Nacimiento				Destete				Año				18 Meses						
	N	Peso (kg)	SE	n	Peso Aj. (kg)	SE	GDP (kg/d)	SE	N	Peso Aj. (kg)	SE	GDP (kg/d)	SE	N	Peso Aj. (kg)	SE	GDP (kg/d)	SE	
¼ Brahman ¾ Gucerá	31	33,9	0,57	21	187,8	6,19	0,751	0,03	15	195,6	15,07	0,085	0,08						
¼ Brahman ¾ Nelore	1155	32,2	0,13	762	185,6	1,23	0,750	0,01	481	222,1	3,16	0,250	0,02	520	353,4	13,46	0,335	0,02	
¼ Brahman ¾ Nelore	236	30,7	0,22	149	182,7	2,40	0,744	0,01	124	219,4	4,61	0,234	0,03						
¼ Nelore ¾ Brahman	49	32,4	0,44	29	189,4	5,15	0,766	0,03	29	234,2	9,53	0,326	0,06	50	318,9	44,22	0,256	0,34	
Brahman	2431	33,2	0,11	1620	191,5	0,91	0,774	0,01	1110	222,9	2,56	0,256	0,02	662	327,3	12,73	0,316	0,32	
Nelore	392	31,5	0,18	252	192,4	1,86	0,787	0,01	185	230,7	4,14	0,304	0,02	62	241,1	40,29	0,240	0,34	
Total de datos	4.232			2.833					1.944					1.314					

Clave = n: número de observaciones, Peso Aj: Peso ajustado, GDP: ganancias diaria de peso, SE: Error Estándar.

3,2 kg.

Respecto al grupo racial Nelore, los cruzamientos con esta raza generan una disminución en el peso conforme aumente su incorporación.

Se aprecia que el grupo racial con el mayor peso ($\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Gucerá), posee una diferencia significativa con el grupo Nelore ($P \leq 0,05$) y altamente significativa ($P < 0,0001$) con el grupo racial $\frac{1}{4}$ Brahman $\frac{3}{4}$ Nelore, grupo que registró el menor de los pesos para el nacimiento.

A su vez el grupo racial $\frac{1}{4}$ Brahman $\frac{3}{4}$ Nelore, tiene diferencias altamente significativas ($P < 0,0001$) con el grupo $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Gucerá, $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Nelore, y Brahman, diferencias significativas ($P \leq 0,05$) con los grupos Nelore y $\frac{1}{4}$ Nelore $\frac{3}{4}$ Brahman (ver Anexo 9 Cuadro A 9a).

La literatura reporta pesos para animales Brahman de 29,4 a 32,9 (Romero et al. 2000; Williamson y Humes 1985), los cuales están por debajo de lo registrado en el estudio, más es coincidente en que se reporta que las crías Brahman superan a los animales cruzados de un 8% a 18% (Romero et al. 2000), siendo de 2,4% a 7,5% por debajo del grupo Brahman en el presente estudio.

Por otra parte puede apreciarse en el Cuadro 9 que el grupo racial de las madres que presenta crías con mayor peso al nacimiento es la raza Brahman puro. El peso menor fue presentado por el grupo racial $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Nelore. El grupo racial de madres Nelore puro presenta valores intermedios entre los anteriores (Ver Anexo 10 Figura 1).

La diferencia de peso para crías al nacimiento resultado de madres Brahman, es altamente significativa ($P < 0,0001$), para las hembras $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Nelore, por otra parte la diferencia entre el grupo racial Brahman y el grupo racial Nelore es altamente significativa ($P < 0,0001$) (Ver Anexo 11 Cuadro A 11a).

Cuadro 9. Valores de peso promedio de las crías al nacimiento a los 205 días (destete), 365 días (al año de edad) y 550 días (18 meses de edad) y ganancias diarias de peso, según grupo racial del madre.

Grupo Racial	Nacimiento				Destete				Año				18 meses			
	n	Peso (kg)	n	Peso Aj. (kg)	n	Peso Aj. (kg)	GDP (kg/d)	n	Peso Aj. (kg)	GDP (kg/d)	n	Peso Aj. (kg)	GDP (kg/d)	n	Peso Aj. (kg)	GDP (kg/d)
½Brahman ½																
Nelore	2.511	31,60	178	185,31	153	208,15	0,1634	66	335,23	0,3583						
Brahman	1.721	33,04	2.398	187,99	1.603	211,81	0,1863	1.063	334,69	0,3195						
Nelore	31	32,21	257	194,56	188	218,65	0,2290	185	348,94	0,4326						
Total de datos	4.263		2.833		1.944			1.314								

Clave = n: número de observaciones, Peso Aj: Peso ajustado, GDP: ganancia diaria de peso, B: Brahman, N: Nelore

Asimismo, el grupo racial $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Nelore (el cual registra el menor peso), posee una diferencia significativa ($P \leq 0,05$), con el grupo de la raza Nelore.

Respecto a la composición racial de los padres para el peso al nacimiento (Cuadro 10), se puede observar que el mayor de estos, es reportado para los individuos con padre de la raza Gucerá, en este caso, debe tenerse presente que este grupo de padre presenta el menor número de progenie. A su vez, el grupo que reporta el menor peso al nacimiento es el de raza Nelore, ubicándose las crías de padres Brahman, de manera intermedia entre los animales de padres Gucerá y Nelore (Ver Anexo 12 Figura 1).

El grupo Gucerá en relación con el grupo Brahman no es significativo, mientras que para el grupo Nelore (el grupo de menor peso) la diferencia con Gucerá es significativa ($P \leq 0,05$). Por otra parte, la comparación entre las razas Brahman y Nelore es altamente significativa ($P < 0,0001$) (Ver Anexo 5 Cuadro A 5 a).

5.2.2. Peso al destete

Para peso al destete según grupo racial de la cría tiene un comportamiento distinto que los grupos raciales con mayor peso al nacimiento (Ver Anexo 8 Figura 2). Se observa que las razas Nelore y Brahman puros poseen los mayores pesos al destete, la raza Nelore posee alrededor de 900 gramos más que el peso promedio de la raza Brahman, mientras que el menor peso corresponde al grupo racial $\frac{1}{4}$ Brahman $\frac{3}{4}$ Nelore (Cuadro 8).

En orden descendente luego de las razas puras, se encuentra, el grupo racial con $\frac{3}{4}$ Brahman, seguido de los dos grupos que son media sangre Brahman. Los animales Nelore solamente presenta una diferencia significativa con el grupo $\frac{1}{4}$ Brahman $\frac{3}{4}$ Nelore (Ver Anexo 9 Cuadro A 9b).

Cuadro 10. Valores de peso promedio de las crías al nacimiento a los 205 días (destete), 365 días (al año de edad) y 550 días (18 meses de edad) y ganancias diarias de peso, según grupo racial del padre.

Grupo Racial	Nacimiento			Destete			Año			18 meses		
	N	Peso (kg)		n	Peso Aj. (kg)	GDP (kg/d)	N	Peso Aj. (kg)	GDP (kg/d)	n	Peso Aj. (kg)	GDP (kg/d)
Brahman	2.511	32,41		1.654	192,72	0,7832	1.142	226,64	0,2790	835	353,55	0,3851
Gucera	31	33,02		21	188,04	0,7606	15	185,12	-0,0195	4		
Nelore	1.752	31,41		1.158	187,10	0,7552	787	226,85	0,2803	475	325,68	0,3103
Total de datos	4.294			2.833			1.944			1.314		

Clave = n: número de observaciones, Peso Aj: Peso ajustado, GDP: ganancia diaria de peso

Así mismo el grupo $\frac{1}{4}$ Brahman $\frac{3}{4}$ Nelore, no presenta diferencia significativa con los grupos cruzados, más difiere significativamente ($P \leq 0,05$) su comparación con los grupos Nelore y Brahman puro.

En la literatura, los animales Nelore reportan pesos al destete que oscilan entre 185,79 kg y 196,72 kg (Boligon et al. 2010, Gonçalves et al. 2011; Del Valle et al. 2001), lo cual coincide con el peso de 193,4 kg obtenido en este estudio. Para el grupo de animales Brahman puro, que en este estudio poseen el segundo peso mayor con 191,5 kg, el peso se encuentra por debajo de lo reportado en literatura (196 kg a 204,1kg) (Romero et al. 2000, Williamson y Humes 1985), además según Romero et al. 2000 los animales $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Nelore poseen un peso a destete de 184 kg este peso es cercano a los 185,6 kg obtenidos en este estudio.

Los grupos raciales con diferentes proporciones de Brahman-Nelore, mantienen la tendencia del peso al nacimiento, donde entre mayor proporción de raza Brahman en el cruce, mayor el peso al destete.

Por otra parte, para el peso ajustado al destete según grupo racial de la madre (Cuadro 9), la cantidad de datos es mayor, y se presenta un comportamiento distinto que los pesos al nacimiento. En este caso, el grupo racial de madres que presenta crías más pesadas al destete es la de raza Nelore, mientras que las hembras con crías con el menor peso son las del grupo racial de $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Nelore, presentando la raza Brahman un valor intermedio entre las anteriores (Ver Anexo 10 Figura 2).

El peso de las crías de madres Nelore en comparación con los otros grupos raciales es significativamente mayor al destete ($P \leq 0,05$).

Por otra parte, las crías de las hembras $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Nelore no presentan diferencias con la crías de la raza Brahman, más son significativamente diferentes ($P \leq 0,05$) respecto a las crías de raza Nelore (Ver Anexo 11 Cuadro A 11 b).

Lo que respecta a peso al destete según el grupo racial de los padres (Cuadro 10), el grupo que reporta mayores pesos en sus crías es el grupo Brahman. El grupo racial

de machos que posee la progenie con menor peso ajustado corresponde a la raza Nelore. En este peso los padres Gucerá, se encuentran en los pesos intermedios (Ver Anexo 12 Figura 2).

El grupo de padres Brahman no posee una diferencia significativa al compararlo con el grupo de padres Gucerá, más es altamente significativa ($P < 0,001$) respecto al grupo Nelore. Así mismo, el grupo Nelore (menor peso) es no significante respecto al grupo Gucerá y altamente significativa respecto al grupo Brahman ($P < 0,001$) (Ver Anexo 13 Cuadro A 13 b).

5.2.3. Ganancia diaria de peso al destete

Al analizar los promedios generados a partir de la ganancia diaria de peso del nacimiento al destete, según el grupo racial de las crías (Cuadro 8), se observa un comportamiento similar al de peso al destete; la raza pura Nelore reporta la mayor ganancia diaria de peso, seguido por la raza Brahman pura y sus cruces (Ver Anexo 8 Figura 3).

Al comparar los grupos raciales, el grupo Nelore, difiere significativamente ($P \leq 0,05$) con el grupo $\frac{1}{4}$ Brahman $\frac{3}{4}$ Nelore (Ver Anexo 9 Cuadro A 9c).

Respecto a las ganancias diarias por grupo racial de la madre (Cuadro 9), se repite el comportamiento de los pesos ajustados al destete. Los grupos raciales Brahman y $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Nelore se encuentran cercanos, más el cruzamiento presenta mayor ganancia diaria de peso que la raza pura, encontrándose por encima de ambos el grupo de animales producto de madres Nelore (Ver Anexo 10 Figura 3).

La ganancia de peso de las crías de hembras Nelore es significativamente diferente ($P \leq 0,05$) al compararla con las crías de hembras $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Nelore, mientras que esa diferencia no es significativa respecto al grupo Brahman (Ver Anexo 11 Cuadro A 11c).

Por lo anterior, las madres Nelore tienden a generar un mejor rendimiento de las crías al destete.

Con respecto a la ganancia diaria de peso por composición racial de los padres (Cuadro 9), los grupos raciales Gucerá y Nelore se encuentran cercanos, no obstante la raza Nelore se encuentra por debajo de los demás grupos raciales de los padres, los machos Brahman por su parte son los progenitores de las crías que mayor ganancia de peso reportan (Ver Anexo 12 Figura 3).

Por otra parte, los padres Brahman, en comparación con el grupo de padres Nelore, presentan una diferencia altamente significativa ($P < 0,001$), mientras que respecto al grupo Gucerá la diferencia no es significativa (Ver Anexo 13 Cuadro A 13 c).

5.2.4. Peso al año de edad

Los datos del Cuadro 8, muestran que para los pesos promedio reportados al año de edad según grupo racial de la cría, los animales que poseen el mayor peso son $\frac{1}{4}$ Nelore $\frac{3}{4}$ Brahman, y el menor peso lo reportan los animales $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Gucerá, para ambos pesos se debe tener presente el tamaño de la muestra que se utilizó (Ver Anexo 8 Figura 2).

Subsiguiente a estos grupos raciales en orden descendente, los mayores pesos son reportados por las razas puras Nelore y Brahman, respectivamente, seguidamente por la media sangre entre ambas razas, y finalmente la proporción $\frac{1}{4}$ Brahman $\frac{3}{4}$ Nelore. Respecto a los cruzamientos, el grupo racial $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Nelore, reporta un comportamiento similar a la raza Brahman puro.

Por otra parte, el menor de los pesos para esta característica es para los individuos $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Gucerá, la diferencia resulta solamente significativa ($P < 0,05$), respecto al grupo Nelore (Ver Anexo 9 Cuadro A 9d).

Para la característica productiva al año de edad (Gonçalves et al. 2011) registran para el grupo Nelore puro un peso de 245,09 kg, mientras que Boligon et al. 2010,

233,05 kg. El peso de 230,7 kg como peso ajustado al año de edad, se encuentra como valor intermedio entre los pesos reportados en la literatura.

Para el peso al año según grupo racial de la madre, el grupo racial de las madres que reporta mayores pesos en sus crías es la raza Nelore, mientras que el menor peso ajustado es el del grupo de madres $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Nelore, con 10 kilogramos menos comparado al máximo de los pesos (Cuadro 9). El grupo de madres Brahman reporta crías con un valor intermedio. No obstante, la diferencia según el grupo racial de la madre para peso ajustado al año no representa ninguna fuente de variación (Ver Anexo 11 Cuadro A 11d).

Respecto a las características productivas al año de edad según grupo racial del padre, se presentan pesos cercanos para los grupos Brahman y Nelore, siendo el grupo Nelore el que presenta el mayor peso. El grupo Gucerá difiere de estos, presentando pesos en sus crías muy por debajo de los anteriores, debido a que existe una pérdida de peso en el período de destete al año de edad (Ver Anexo 12 Figura 2).

El grupo de hijos de padres Nelore presenta una diferencia significativa ($P < 0,05$) con los hijos de padres Gucerá. El grupo de padres Gucerá por su parte posee las crías con menor peso, siendo esto significativo en comparación con los grupos Brahman y Nelore puro (Ver Anexo 13 Cuadro A 13 d).

5.2.5. Ganancia diaria de peso al año de edad

En cuanto a la ganancia diaria para el año de edad según grupo racial de la cría, el grupo racial que presenta una mayor ganancia es el $\frac{1}{4}$ Nelore $\frac{3}{4}$ Brahman, mientras que el grupo con menor ganancia de peso es el $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Gucerá. El grupo $\frac{1}{4}$ Nelore $\frac{3}{4}$ Brahman aunque reporta la mayor de las ganancias diarias esto no es significativo en comparación con ninguno de los grupos raciales (Ver Anexo 9 Cuadro A 9e).

A su vez, los $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Gucerá, poseen una diferencia significativa ($P < 0,05$) en comparación con el grupo racial Nelore.

Respecto a la ganancia diaria de peso al año de edad según el grupo racial de la madre (Cuadro 9), las hembras Nelore poseen las crías con mayor ganancia diaria de peso, mientras que el grupo media sangre presenta la menor de las ganancias de peso. De igual manera, la raza de la madre no genera variación en las ganancias diarias de peso al año de edad (Ver Anexo 11 Cuadro A 11e).

En ganancias diarias de peso, según el grupo racial del padre (Cuadro 10), al igual que en el peso ajustado, el grupo racial Gucerá presenta una pérdida en vez de ganancia, mientras que por otra parte la mayor ganancia de peso es para las crías raza Nelore. Adicionalmente los individuos de padres Brahman se mantienen muy cerca numéricamente de los animales provenientes de machos Nelore

Al comparar las ganancias diarias de peso, el grupo racial Nelore tiene una diferencia significativa ($P < 0,05$) respecto al grupo Gucerá. El grupo de padres Gucerá posee un peso significativamente menor en comparación con los grupos Brahman y Nelore puro (Ver Anexo 13 Cuadro A 13e).

5.2.6. Peso a los 18 meses de edad

En los valores promedio de los pesos ajustados para la edad de 18 meses, según grupo racial de la cría, se observa el mayor peso para los animales $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Nelore y el menor peso ajustado para individuos del grupo Nelore puro (Ver Anexo 8 Figura 2)

Las diferencias en los pesos a los 18 meses según grupo racial de la cría, no fueron significativas entre grupos raciales (Ver Anexo 9 Cuadro A 9f).

Los resultados del estudio en comparación con lo reportado en la literatura indican que los pesos registrados en el estudio son mayores para animales Nelore, pero menores para animales Brahman, ya que Romero et al. (2000) reportan peso a los 18 meses de 337 kg para animales Brahman y otros autores pesos para Nelore puro entre 309 kg a 322kg (Gonçalves et al. 2011; Del Valle et al. 2001), a su vez Romero et al 2000 sostiene que los individuos media sangre poseen un mayor porcentaje de peso para esta edad, en comparación con los animales puros, en el presente estudio los animales $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Nelore, obtuvieron un 7,5% de peso superior ante los animales Brahman puro.

Por otra parte, el comportamiento de los pesos para 18 meses de edad según el grupo racial de la madre (Cuadro 9). Las madres del grupo racial Nelore puro presentan las crías con los mayores pesos, se obtiene un valor intermedio para las crías de las hembras $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Nelore, y el menor de los pesos ajustados corresponden a individuos con madre Brahman.

Respecto al grupo racial del padre el mayor peso para esta edad lo obtuvieron los individuos provenientes de progenitores Brahman, y el peso menor correspondió al grupo racial de padres Nelore. No obstante el grupo racial del padre, no es significativo para la característica de crecimiento peso a los 18 meses (Ver Anexo 11 Cuadro 11e).

5.2.7. Ganancia diaria de peso a los 18 meses de edad

Por otra parte, las ganancias diarias de peso a los 18 meses, por grupo racial de la cría, reporta de igual manera según el grupo racial de la cría una mayor ganancia para el grupo $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Nelore así como la menor ganancia diaria para los animales Nelore. Para este dato se reportan diferencia de aproximadamente un kilogramo entre el grupo con mayor ganancia y el de menor ganancia.

Los grupos con proporciones menores de raza Brahman, son los que presentan valores mínimos, mientras se aprecia mayor aparición en los valores máximos, en grupos raciales con mayor proporción de esta raza. Por otra parte, las ganancias diarias de peso presentan el mismo comportamiento respecto a la raza Brahman, la diferencia no es significativa (Ver Anexo 9 Cuadro 9f).

En las ganancias diarias de peso a los 18 meses de edad, según grupo racial de la madre, se presenta un comportamiento similar al anterior. Las madres que corresponden a crías con la mayor ganancia de peso se encuentran en el grupo racial Nelore puro, siendo las crías con madres Brahman, las que registran menor ganancia diaria de peso. Las hembras $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Nelore presentan crías con ganancias intermedias entre los grupos raciales superior e inferior (Ver Anexo 10 Figura 2).

Sin embargo, para el peso ajustado el grupo racial de la madre no presenta diferencias significativas (Ver Anexo 11 Cuadro 11g).

La ganancia diaria de peso a los 18 meses, según grupo racial del padre (Cuadro 9) se comporta de la misma forma que el peso ajustado, los animales con mayores ganancias diarias de peso son pertenecientes al grupo Brahman, y las menores ganancias corresponden al grupo racial Nelore. La comparación entre estas razas indica una diferencia significativa ($P < 0,05$) (Ver Anexo 13 Cuadro 13g).

6. ESTIMACIÓN DE HETEROSIS

Con los datos se obtuvieron promedios para las características de peso al nacimiento, peso a los 205 días de edad (destete), peso a los 365 días de edad (año), peso a los 550 días de edad (18 meses), según composición racial de las crías, se procedió al empleo de los métodos expuestos por Romero y Vargas (2010) así como McDonald y Turner (1972), para estimar heterosis directa y materna respectivamente.

6.1. Estimación de Heterosis Individual

La estimación de heterosis individual se basó en las medias de mínimos cuadrados (MMC), método empleado por Romero y Vargas (2010), para esta estimación, donde para cada grupo racial, se promedió mediante un procedimiento mixto corrido en SAS versión 9.2 (SAS 2009).

$$\%H = \frac{\overline{MMC}_{F1} - \overline{MMC}_P}{\overline{MMC}_{F1}}$$

Donde:

\overline{MMC}_{F1} = Media de mínimos cuadrados para el grupo racial

\overline{MMC}_P = Promedio de los grupos raciales paternos

En el Cuadro 11, se aprecia la estimación de heterosis para peso al nacimiento, pesos ajustados y ganancia de peso para grupos raciales según cría.

Cuadro 11. Porcentajes de Heterosis Individual, para peso al nacimiento, pesos ajustados y ganancias diarias de peso, para crías según sus grupos raciales.

Grupo Racial	Nacimiento		Destete		Año		18 Meses	
	% Heterosis	Peso (kg)	% Heterosis	GDP (kg/d)	% Heterosis	GDP (kg/d)	% Heterosis	GDP (kg/d)
½ Brahman	-0,56	(32,2)	-3,91	(0,750)	-2,01	(222,1)	-10,57	(0,250)
½ Nelore	-0,56	(32,2)	-3,91	(0,750)	-2,01	(222,1)	-10,57	(0,250)
¼ Brahman	-5,23	(30,7)	-4,83	(182,7)	-4,72	(0,744)	-3,27	(219,4)
¼ Nelore	-5,23	(30,7)	-4,83	(182,7)	-4,72	(0,744)	-3,27	(219,4)
¼ Brahman	-0,01	(32,4)	-1,33	(189,4)	-1,87	(0,766)	3,26	(234,2)
¼ Nelore	-0,01	(32,4)	-1,33	(189,4)	-1,87	(0,766)	3,26	(234,2)
Clave: Peso Aj: Peso ajustado, GDP: ganancia diaria de peso.								

Valores entre paréntesis: peso en kilogramos para respectivo grupo racial

En el Cuadro 11 se aprecia que para heterosis individual para peso ajustado al destete, al año y ganancia diaria de peso, el porcentaje de heterosis para todos los grupos raciales es negativa, esto debido a que los mayores pesos fueron registrados por el promedio de la raza de los padres.

Por otra parte, para peso ajustado a los 18 meses y ganancia diaria de peso a esta edad, ambos grupos presentan un porcentaje de heterosis positivo, siendo la mayor para el grupo ½ Brahman ½ Nelore se da 26% de heterosis individual, mientras que el grupo ¼ Brahman ¾ Nelore presenta un 12,22%. Por otra parte, para ganancias diarias, a pesar que el grupo ½ Brahman ½ Nelore presenta un valor muy cercano a 0, solo el grupo ¼ Brahman ¼ Nelore presenta una heterosis positiva de un 23,01%.

6.2. Estimación de Heterosis Materna

Debido a que la heterosis materna es exhibida por crías, cuya progenitora procede de un cruce por lo que la estimación de heterosis materna solo corresponderá a los grupos raciales de crías ¼ Nelore ¾ Brahman y ¼ Brahman ¾ Nelore, donde la madre procede del grupo ½ Brahman ½ Nelore.

La fórmula para la obtención de esta información es la siguiente:

$$\% \text{ Heterosis materna} = \frac{\bar{x} \text{ crías de hembras cruzadas} - \bar{x} \text{ cruce } F_1 \text{ de la raza parental}}{\bar{x} \text{ cruce } F_1 \text{ de la raza parental}} * 100$$

Método de McDonald y Turner (1972)

En el Cuadro 12, se aprecian los porcentajes resultado de la estimación de heterosis materna, donde se observa que se registran pocos porcentajes positivos, por lo que la madre cruzada no aporta en forma generalizada un aumento en los promedios de

las características productivas. Se aprecia a su vez, que el grupo con mayor aporte de heterosis materna es el $\frac{1}{4}$ Nelore $\frac{3}{4}$ Brahman, que posee 5 de 7 porcentajes positivos, es decir, en el cruce donde se emplea una madre media sangre y un padre del grupo Brahman se logra contribuir al vigor híbrido gracias al grupo racial de la madre.

Cuadro 12. Porcentaje de heterosis materna de peso nacimiento, pesos ajustados y ganancias diarias de peso, según grupo racial de la cría.

Grupo Racial	Nacimiento		Destete		Año		18 Meses	
	%	%Peso	% GDP	% Peso	% GDP	% Peso	% GDP	
¼ Brahman ¾ Nelore	-4,6	-1,6	-0,8	-1,2	-6,4			
¼ Nelore ¾ Brahman	0,6	2,3	2,1	5,5	30,4	-9,8	-23,6	

Clave: Peso Aj: Peso ajustado, GDP: ganancia diaria de peso.

CONCLUSIONES

- Las variables época de nacimiento y año de nacimiento determinan diferencias importantes en pesos en ciertas edades.
- La variable sexo apunta a que los animales machos poseen mayores pesos.
- Respecto al grupo racial de las crías, los pesos mayores son registrados por $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Gucerá para peso al nacimiento, grupo racial Nelore para peso ajustado al destete y ganancia diaria de peso al destete, grupos $\frac{1}{4}$ Nelore $\frac{3}{4}$ Brahman para características productivas al año de edad y el grupo $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Nelore posee el mayor peso y ganancia diaria de peso para los 18 meses de edad.
- Los grupos Brahman, Nelore y $\frac{1}{4}$ Nelore $\frac{3}{4}$ Brahman poseen los mayores pesos a todas las edades, los cuales no son significativamente diferentes entre ellos.
- La raza de la madre es significativa para las edades tempranas de las crías (nacimiento, peso ajustado al destete y ganancia diaria de peso al destete).
- El grupo racial del padre provoca diferencias en edad de término de la cría (peso ajustado y ganancia de peso a los 18 meses de edad).
- Los mayores pesos de los animales cruzados presentan heterosis individual positiva o negativa cercana a cero ($\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$ Nelore mayor peso a 18 meses de edad, %H = 26,11%).
- Al presentar porcentajes positivos, la heterosis materna confirma el aporte de las madres cruzadas cuando el grupo racial de la cría se encuentra entre los pesos superiores, existe heterosis materna únicamente en el grupo $\frac{1}{4}$ Nelore $\frac{3}{4}$ Brahman, exceptuando para características a los 18 meses de edad.

LITERATURA CITADA

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE CRIADORES DE GANADO CEBÚ (Asocebú Colombia). 2008. Razas. Colombia. Consultado el 28 de marzo del 2013. Disponible en:

<http://www.asocebu.com/Inicio/Comunidad/Razas.aspx>

ASOCIACIÓN DE CRIADORES DE GANADO CEBÚ DE COSTA RICA (Asocebu Costa Rica). 2012. Razas. Costa Rica. Consultado el 28 de marzo del 2013. Disponible en:

<http://www.asocebucr.com/>

ASSOCIAÇÃO DOS CRIADORES DE GUZERÁ DO BRASIL (ASOGUZERA BRASIL). 2013. História da Raça Guzerá. Brasil. Consultado el 28 de marzo del 2013. Disponible en:

<http://www.guzera.org.br/>

BEEF IMPROVEMENT FEDERATION (BIF). 2010. Guidelines for Uniform Beef Improvement Programs. 9na Ed. USA. 183p

BOLIGON A., GALVAO L., ZERLOTTI M., BARBOSA R. 2010. Study of relations among age at first calving, average weight gains and weights from weaning to maturity in Nellore cattle. Revista Brasileira de Zootecnia. 39 (4):746-751

BOURDON, RM. 1997. Understanding animal breeding. Prentice Hall. 526 p.

CARVAJAL, G. 2001. Valor Nutricional de la Carne de: Res, Cerdo y Pollo. Corporación Ganadera CORFOGA. Costa Rica. En línea consultado el 21 de octubre del 2013. Disponible en

<http://www.corfoga.org/images/public/documentos/pdf/Corfoga2001.pdf>

CORPORACION GANADERA (CORFOGA). 2012. Datos de Mataderos, PROCOMER y BCCR: Estadísticas del sector cárnico costarricense a mayo

2012. Costa Rica. En línea consultado el 2 de setiembre del 2012. Disponible en:

<http://www.corfoga.org>

CUNHA E., EUCLYDES R., TORRES R., LOPES P., CARNEIRO P. 2009. Razões entre componentes da variabilidade de características quantitativas simuladas com efeitos genéticos de dominância e sobredominância. Revista Brasileira de Zootecnia 38 (10):1893-1900 p

DEL VALLE A., BARBOSA R., FRAMARTINO L., NUNES E. 2001. Comparação entre alguns critérios de seleção para crescimento na raça nelore. Revista Brasileira de Zootecnia 30(3): 714-718

ESPASANDÍN A., DUCAMP F. 2004. El uso de cruzamientos vs. La utilización de razas puras para la producción de carne bovina. Sitio Producción Animal, Argentina. En línea consultado en línea El 29 de mayo del 2012. Disponible en:

http://www.produccion-animal-com.ar/genetica_seleccion_cruzamientos/bovinos_de_carne/64-cruzamientos_vs_razas_puras.pdf

FALLAS M., MADRIGAL J. 2013. Informe Encuesta Ganadera 2012. Corporación Ganadera CORFOGA. Costa Rica. En línea consultado el 21 de octubre del 2013. Disponible en

<http://corfoga.org/2012/wp-content/uploads/2012/09/Informe-Preliminar-de-Muestreo-Ganadero.pdf>

FILHO K. 1993. Avaliação de touros de racas zebuínas e alguns resultados de cruzamentos entre zebu e racas européias no Brasil central. Dialogo XXXV Evaluación y Elección de Biotipos de Acuerdo a los Sistemas de Producción. IICA. 366 p

- FLÔRES A., MADALENA F., TEODORO R. 2004. Desempenho comparativo de seis grupos de cruzamento Holandês/Guzerá. ganho de peso de bezerras e novilhas. Revista Brasileira de Zootecnia 33(6): 1695-1702 (Supl. 1)
- GONÇALVES F., PIRES A., PEREIRA I., GARCIA D., FARAH M., MEIRA C., CRUZ V. 2011. Avaliação genética para peso corporal em um rebanho Nelore. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 63 (1):.158-164
- GUIMARÃES J., GOMES N., DA COSTA E., RIBEIRO M., JUQUEIRA F., ZAMPERLINI B. 2002. Eficiências Reprodutiva e Produtiva em Vacas das Raças Gir, Holandês e Cruzadas Holandês x Zebu. Revista Brasileira de Zootecnia 31(2):642-647
- HAUSS W., SILVA C., GARCIA J. RIBEIRO F. 1999. Estimativas de componentes de (co)variância e heradabilidade direta e materna de pesos corporais em ovinos da raça santa inês. Revista Brasileira de Zootecnia 28 (6): 1252-1262
- INSTITUTO METEREOLIGICO NACIONAL (IMN). 2008. Atlas interactivo. IMN. Costa Rica. En línea consultado el 28 de marzo del 2013. Disponible en:
http://www.imn.ac.cr/mapa_clima/interactivo/index.html
- MCDONALD R., TURNER J. 1972. Estimation of maternal heterosis in preweaning traits of beef cattle. Journal of Animal Science 35 (6):1147- 1154
- MCMANUS C., DE ALMEIDA R., TALARICO L., LOUVANDINI H., BIANCHINI E. 2008. Características produtivas e reprodutivas de vacas Holandesas e mestiças Holandês x Gir no Planalto Central. Revista Brasileira de Zootecnia. 37 (5): 819-823
- MEZZADRA C. 2005. Cruzamiento, una Herramienta Interesante. Sitio Producción Animal, Argentina. En línea consultado en línea El 25 de octubre del 2012. Disponible en:
<http://www.produccion-animal.com.ar/>

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA (MAG). 2012. Costa Rica: Producción de las principales actividades pecuarias, 2008-2011. Datos Abiertos. En línea consultado en línea El 25 de octubre del 2012. Disponible en:

<http://datosabiertos.mag.go.cr/datastreams/73422/costa-rica-produccion-de-las-principales-actividades-pecuarias-2008-2011/>

NAVARRO M.1994. Ventajas de razas en bovinos para carne. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Autónoma de Tamaulipas, México. En línea consultado en línea El 25 de octubre del 2012. Disponible en:

<http://veterinaria.uat.edu.mx/Ganaderia%5Cgenetica%5CCLAVE%20RA0073.pdf>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO 2012a). 2012. Ganadería Mundial 2011: La ganadería en la seguridad alimentaria. Italia. 140 p. En línea consultado el 22 de agosto del 2012. Disponible en:

<http://www.fao.org/docrep/016/i2373s/i2373s00.htm>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO 2012b). 2012. El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2012. Italia. 198p. En línea consultado el 22 de agosto del 2012. Disponible en:

<http://www.fao.org/docrep/017/i3028s/i3028s.pdf>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO 2013). 2013. PERSPECTIVAS AGROALIMENTARIAS: Resúmenes de Mercado. Italia. 16p. En línea consultado el 21 de octubre del 2013. Disponible en:

<http://www.fao.org/docrep/018/al999s/al999s.pdf>

PEROTTO D., DOS SANTOS J., KROETZ I. 2006. Intervalo de partos de fêmeas bovinas Nelore, Guzerá x Nelore, Red Angus x Nelore, Marchigiana x Nelore e Simental x Nelore. Revista Brasileira de Zootecnia 35(3): 733-741

PETERS K. 2010. Mejoramiento Genético: en la búsqueda del super bovino. Productor Agropecuario. 2 ed agosto- septiembre :65-68 p

PLASSE D. 2000. Cruzamientos en bovinos de carne en América Latina Tropical: Que sabemos y que nos falta saber. Anais do III Simposio Nacional de Melhoramiento Animal. Belo Horizonte, Brasil.

RESTLE J., NUNES F., RODRIGUES A., MÜLLER L. 1999. Características de carcaça e da carne de novilhos de diferentes genótipos de Hereford x Nelore. Revista Brasileira de Zootecnia. 28 (6):1245-1251

ROMERO J., VARGAS B. 2010. Efectos genéticos aditivos y no aditivos en cruces rotacionales Holstein x Jersey y Holstein x Pardo Suizo. Agronomía Mesoamericana 21(2):223-234. 2010

ROMERO R., PLASE D., VERDE O., HOOGESTEIJN P., RODRIGUEZ R. 2000. Absorción de Brahman a Guzerá y Nelore en pasto mejorado 1. porcentajes de preñez, parición, destete y disponibilidad a dieciocho meses. Livestock Research for Rural Development (12) 3. En línea consultado el 23 de setiembre de 2013. Disponible en:

<http://ftp.sunet.se/wmirror/www.cipav.org.co/lrrd/lrrd12/3/rom123.htm>

SECRETARÍA EJECUTIVA DE PLANIFICACION SECTORIAL AGROPECUARIA (SEPSA). 2013. Boletín Estadístico Agropecuario N°23. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica. En línea consultado el 26 de octubre de 2013. Disponible en:

<http://www.infoagro.go.cr/Documents/boletin23.pdf>

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM (SAS). 2009. Base SAS 9.2 Procedures Guide. SAS Institute Inc. USA. 1705P

STATISTICAL PACKAGE FOR THE SOCIAL SCIENCES (SPSS). 2012. IBM SPSS Statistics 21 Core System User' s Guide. IBM Corporation 1989,2012. USA. 432p

TEMPELMAN R. 2010. Addressing scope of inference for global genetic evaluation of livestock.39(1): 261-267

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO (UNAM). 2012. Relación de distintas raza bovinas presentes en México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia . México. En línea consultado el 28 de marzo del 2013. Disponible en: <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/enlinea/bovinos/razas.htm#>

VANRADEN P., LAWLOR T., SHORT T., HOESCHELE I. 1992. Use of reproductive technology to estimate variances and predict effects of gene interactions. Dairy Science 75(1):2892-2901

WILLIAMSON W., HUMES P. 1985. Evaluation of crossbred brahman and continental european beef cattle in a subtropical environment for birth and weaning traits. Journal of Animal Science 61 (1):1137-1145

ANEXOS

ANEXO 1
Valores de peso promedio para las crías, según año de nacimiento

Cuadro A 1a .Valores de peso promedio de las crías al nacimiento, a 205 días (destete), 365 días (año de edad), 550 días (18 meses de edad), y ganancias diarias de peso, según año de nacimiento de la cría.

Año de Nacimiento	Nacimiento			Destete			Año			18 meses		
	N	Peso (kg)	n	Peso Aj. (kg)	GDP (kg/d)	n	Peso Aj. (kg)	GDP (kg/d)	n	Peso Aj. (kg)	GDP (kg/d)	n
2001	28	33,47				7						
2002	70	33,61	39	200,15	0,8125	34	247,18	0,4073				
2003	180	31,83	151	183,34	0,7391	46	208,87	0,1679				
2004	280	30,51	226	190,32	0,7788	97	238,09	0,3505	88	371,06	0,4889	
2005	285	30,35	178	200,79	0,8327	65	277,34	0,5958	172	295,25	0,2652	
2006	384	33,01	269	179,68	0,7143	167	198,97	0,1060	233	276,20	0,2341	
2007	439	33,60	330	182,98	0,7291	207	207,64	0,1602	76	330,78	0,3415	
2008	442	32,05	439	182,87	0,7355	222	211,08	0,1817	128	295,39	0,2178	
2009	772	31,88	283	199,50	0,8179	421	188,35	0,0397	270	325,43	0,2953	
2010	1014	32,18	555	179,08	0,7166	633	209,37	0,1710				
2011	400	32,13	363	182,25	0,7318	45						

Clave: n: número de individuos, Peso Aj: Peso Ajustado, GDP: Ganancia Diaria de Peso.

ANEXO 2

Gráficos de valores de peso promedio para las crías, según año de nacimiento

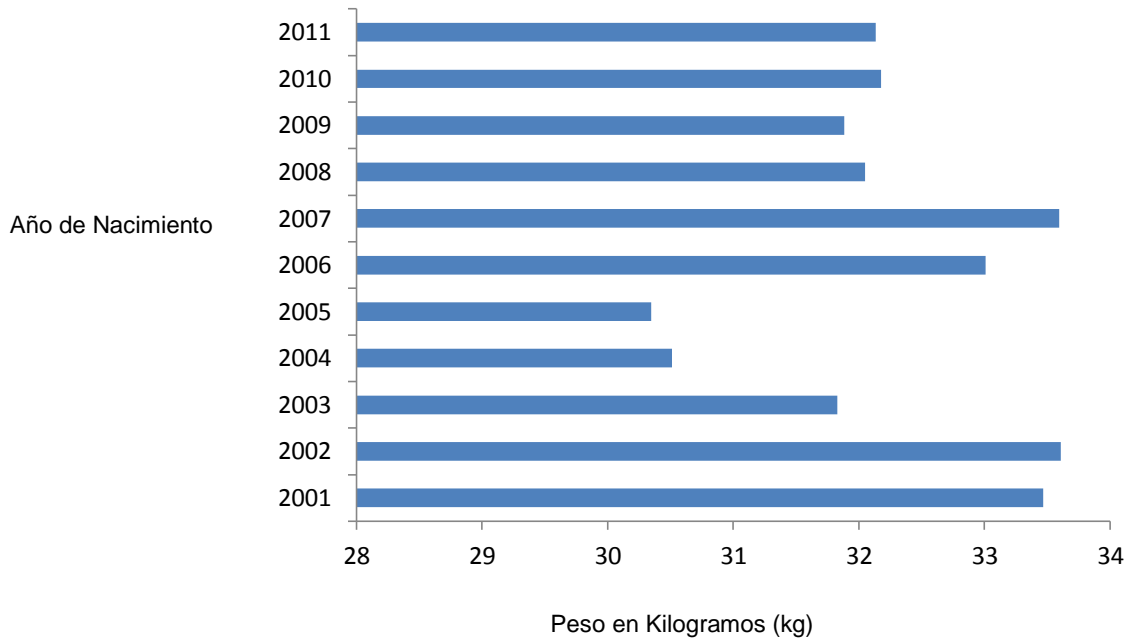


Figura 1. Valores de promedio de peso al nacimiento de las crías (kg), según año de nacimiento.

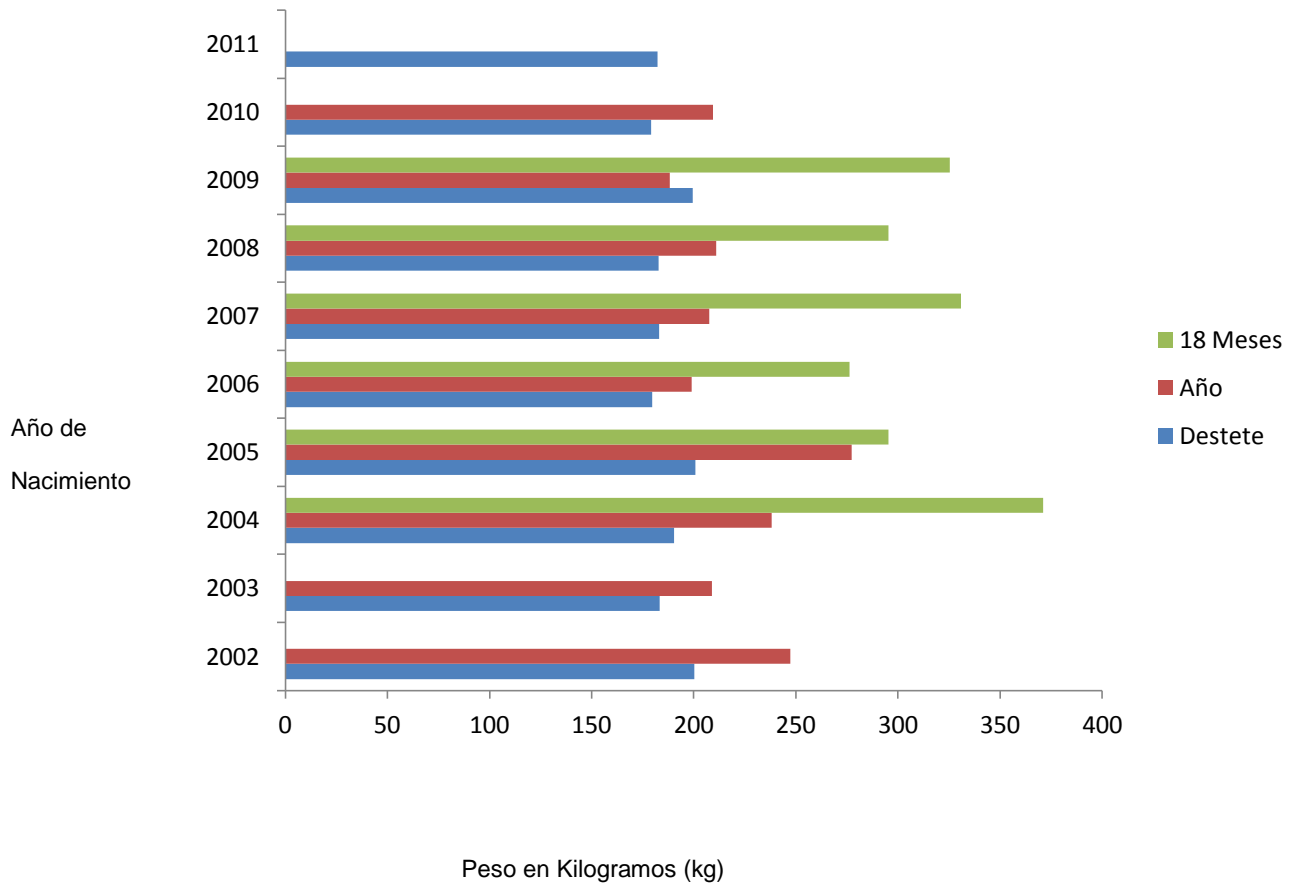


Figura 2. Valores de promedio de pesos ajustados (kg) a los 205 días (destete), a los 365 días (al año de edad) y 550 días (18 meses de edad) de las crías, según año de nacimiento.

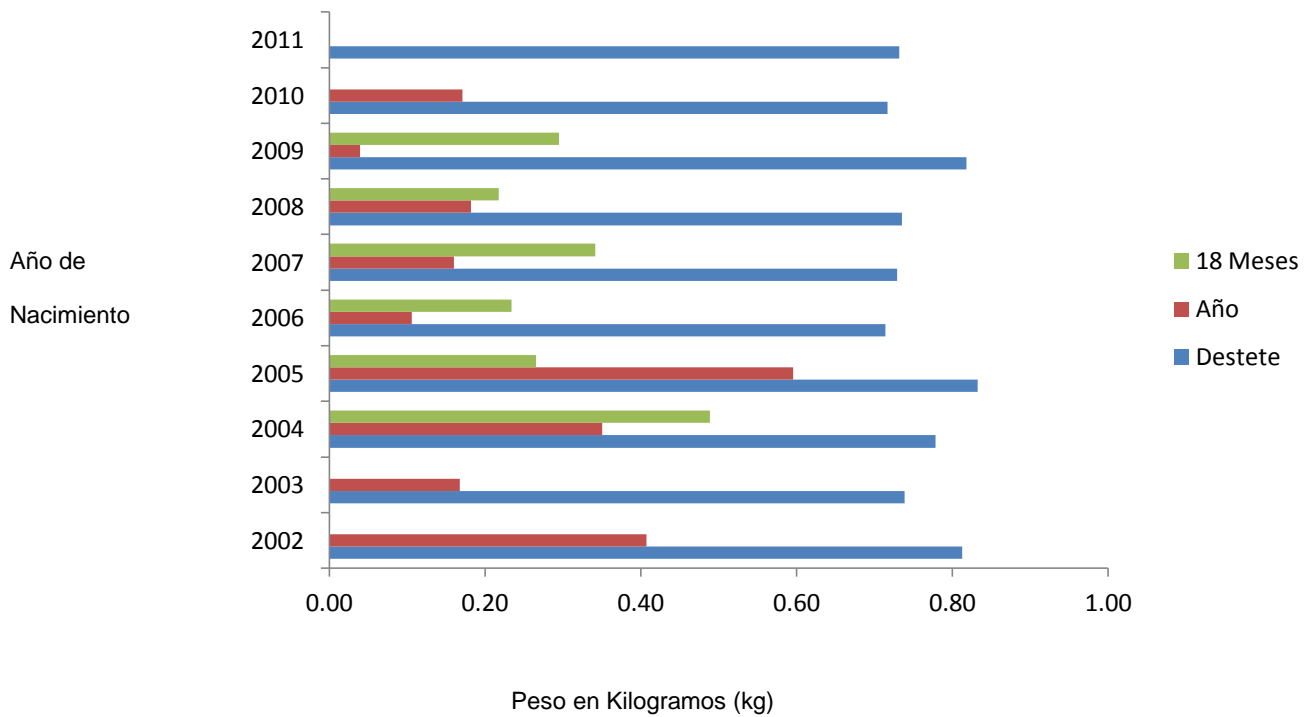


Figura 3. Valores de promedio de ganancia diaria de pesos (kg) a los 205 días (destete), a los 365 días (al año de edad) y 550 días (18 meses de edad) de las crías, según año de nacimiento.

ANEXO 3
Probabilidades de año de nacimiento según Grupo Racial de la Cría

Cuadro A 3 a. Valores de probabilidad para diferencias de peso al nacimiento según año de nacimiento.

Año de Nac	2001 (33,47)	2002 (33,61)	2003 (31,83)	2004 (30,51)	2005 (30,35)	2006 (33,01)	2007 (33,60)	2008 (31,05)	2009 (31,88)	2010 (31,18)	2011 (31,13)
2001 (33,47)	1	0,4688	0,0019	0,0019	0,0006	0,9999	1	0,6444	0,4604	0,7502	0,7266
2002 (33,61)	1	0,0208	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,9776	1	0,0467	0,0109	0,0777	0,0793
2003 (31,83)	0,4688	0,0208	0,0005	0,0005	<0,0001	0,0011	<0,0001	0,9994	1	0,9505	0,9913
2004 (30,51)	0,0019	<0,0001	0,0005	<0,0001	0,9999	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
2005 (30,35)	0,0006	<0,0001	<0,0001	0,9999	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
2006 (33,01)	0,9999	0,9776	0,0011	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,1707	0,0005	<0,0001	0,0003	0,0029
2007 (33,60)	1	1	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,1707	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
2008 (31,05)	0,6444	0,0467	0,9994	<0,0001	<0,0001	0,0005	<0,0001	0,9981	0,9981	0,9997	1
2009 (31,88)	0,4604	0,0109	1	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,9981	<0,0001	0,6361	0,9631
2010 (31,18)	0,7502	0,0777	0,9505	<0,0001	<0,0001	0,0003	<0,0001	0,9997	0,6361	<0,0001	1
2011 (31,13)	0,7266	0,0793	0,9913	<0,0001	<0,0001	0,0029	<0,0001	1	0,9631	1	<0,0001

Clave: Año de Nac: Año de Nacimiento.

Valores entre paréntesis: peso en kilogramos de peso al destete según el año de nacimiento.

Cuadro A 3b. Valores de probabilidad para diferencias de peso ajustado al destete, para año de nacimiento según raza de la cría.

Año de Nac	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
(200,15)	0,0226	(183,34)	0,5602	(200,79)	(179,68)	(182,98)	(182,87)	(199,50)	(179,08)	(182,25)
2002	0,0226	0,3392	0,3392	1	0,0006	0,0088	0,0079	1	0,0002	0,0050
(200,15)	0,0226	0,3392	0,3392	<0,0001	0,9529	1	1	<0,0001	0,8136	1
(183,34)	0,5602	0,3392	0,3392	0,0067	0,0011	0,0748	0,0547	0,0104	<0,0001	0,0289
(190,32)	1	<0,0001	0,0067	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	1	<0,0001	<0,0001
(200,79)	0,0006	0,9529	0,0011	<0,0001	0,9083	0,9083	0,9089	<0,0001	1	0,9801
(179,68)	0,0088	1	0,0748	<0,0001	0,9083	1	1	<0,0001	0,5673	1
(182,98)	0,0079	1	0,0547	<0,0001	0,9089	1	1	<0,0001	0,5294	1
(182,87)	1	<0,0001	0,0104	1	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
(199,50)	0,0002	0,8136	<0,0001	<0,0001	1	0,5673	0,5294	<0,0001	0,7959	0,7959
(179,08)	0,0050	1	0,0289	<0,0001	0,9801	1	1	<0,0001	0,7959	0,7959
(182,25)										

Clave: Año de Nac, Año de Nacimiento.

Valores entre paréntesis: peso en kilogramos de peso al destete según el año de nacimiento.

Cuadro A 3c. Valores de probabilidad para diferencias de ganancia diaria de peso al destete, para año de nacimiento según raza de la cría.

Año de Nac	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
(0,8125)	(0,7391)	(0,7788)	(0,8327)	(0,7143)	(0,7291)	(0,7355)	(0,8179)	(0,7166)	(0,7318)	
2002	0,0558	0,9016	0,9972	0,0005	0,0068	0,0188	1	0,0005	0,0110	
(0,8125)	0,0558	0,1240	<0,0001	0,7001	0,999	1	<0,0001	0,703	0,9999	
2003	0,9016	0,124	0,0020	<0,0001	0,0007	0,0053	0,0378	<0,0001	0,0019	
(0,7391)	0,9972	<0,0001	0,0020	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,9770	<0,0001	<0,0001	
2004	0,0005	0,7001	<0,0001	<0,0001	0,9361	0,5754	<0,0001	1	0,8303	
(0,7788)	0,0068	0,999	0,0007	<0,0001	0,9361	0,9997	<0,0001	0,9346	1	
2005	0,0188	1	0,0053	<0,0001	0,5754	0,9997	<0,0001	0,4561	1	
(0,8327)	1	<0,0001	0,0378	0,9770	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	
2006	0,0005	0,703	<0,0001	<0,0001	1	0,9346	0,4561	<0,0001	0,7864	
(0,7143)	0,0110	0,9999	0,0019	<0,0001	0,8303	1	1	<0,0001	0,7864	
2007										
(0,7291)										
2008										
(0,7355)										
2009										
(0,8179)										
2010										
(0,7166)										
2011										
(0,7318)										

Clave: Año de Nac: Año de Nacimiento.

Valores entre paréntesis ganancia: de peso en kilogramos de peso al destete según el año de nacimiento.

Cuadro A.3d. Valores de probabilidad para diferencias de peso ajustado al año de edad, para año de nacimiento según raza de la cría.

Año de Nac	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
(247,18)	0,0125	0,0125	0,9921	0,9778	<0,0001	0,0020	0,0043	<0,0001	0,0025
(208,87)	0,0125	0,0125	0,0020	0,2203	0,8853	1	1	0,4221	1
(238,09)	0,9921	0,0020	0,9921	0,8739	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
(277,34)	0,9778	0,2203	0,8739	0,0883	0,0883	0,1812	0,2450	0,0365	0,2125
(198,97)	<0,0001	0,8853	<0,0001	0,0883	0,0883	0,7985	0,1779	0,9324	0,4843
(207,64)	0,0020	1	<0,0001	0,1812	0,7985	0,9963	0,9963	0,2957	1
(211,08)	0,0043	1	<0,0001	0,2450	0,1779	0,9963	0,0570	0,0570	0,9999
(188,35)	<0,0001	0,4221	<0,0001	0,0365	0,9324	0,2957	0,0570	0,1427	0,1427
(209,37)	0,0025	1	<0,0001	0,2125	0,4843	1	0,9999	0,1427	0,1427

Clave: Año de Nac: Año de Nacimiento.

Valores entre paréntesis: peso en kilogramos de peso al año de edad según el año de nacimiento.

Cuadro A 3e. Valores de probabilidad para diferencias de ganancia diaria de peso año de edad, para año de nacimiento según raza de la cría.

Año de Nac	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2002 (0,4073)	0,0125 (0,1679)	0,9921 (0,3505)	0,9778 (0,5958)	<0,0001 (0,1060)	0,0020 (0,1602)	0,0043 (0,1817)	<0,0001 (0,0397)	0,0025 (0,1710)	
2003 (0,1679)	0,0125	0,0020	0,2203	0,8853	1	1	0,4221	1	
2004 (0,3505)	0,9921	0,0020	0,8739	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
2005 (0,5958)	0,9778	0,2203	0,8739	0,0883	0,1812	0,2450	0,0365	0,2125	
2006 (0,1060)	<0,0001	0,8853	<0,0001	0,0883	0,7985	0,1779	0,9324	0,4843	
2007 (0,1602)	0,0020	1	<0,0001	0,1812	0,7985	0,9963	0,2957	1	
2008 (0,1817)	0,0043	1	<0,0001	0,2450	0,1779	0,9963	0,0570	0,9999	
2009 (0,0397)	<0,0001	0,4221	<0,0001	0,0365	0,9324	0,2957	0,0570	0,1427	
2010 (0,1710)	0,0025	1	<0,0001	0,2125	0,4843	1	0,9999	0,1427	

Clave: Año de Nac: Año de Nacimiento.

Valores entre paréntesis: ganancia de peso en kilogramos de peso al año de edad según el año de nacimiento.

Cuadro A 3f. Valores de probabilidad para diferencias de peso ajustado a los 18 meses de edad, para año de nacimiento según raza de la cría.

Año de Nac	2004 (371,06)	2005 (295,25)	2006 (276,20)	2008 (330,78)	2009 (295,39)	2010 (325,43)
2004 (371,06)		0,5606	0,2652	0,9618	0,4492	0,8833
2005 (295,25)	0,5606		0,9936	0,9585	1	0,9381
2006 (276,20)	0,2652	0,9936		0,5553	0,9775	0,2926
2008 (330,78)	0,9618	0,9585	0,5553		0,8834	1
2009 (295,39)	0,4492	1	0,9775	0,8834		0,798
2010 (325,43)	0,8833	0,9381	0,2926	1	0,7980	

Clave: Año de Nac: Año de Nacimiento.

Valores entre paréntesis: peso en kilogramos de peso a los 18 meses de edad según el año de nacimiento.

Cuadro A 3g. Valores de probabilidad para diferencias de ganancia diaria de peso a los 18 meses de edad, para año de nacimiento según raza de la cría.

Año de Nac	2004 (0,4889)	2005 (0,2652)	2006 (0,2341)	2008 (0,3415)	2009 (0,2178)	2010 (0,2953)
	0,2069	0,0811	0,7127	0,0359*	0,2674	
2005 (0,2652)	0,2069	0,9981	0,9556	0,9814	0,9979	
2006 (0,2341)	0,0811	0,9981	0,6279	0,9997	0,8070	
2008 (0,3415)	0,7127	0,9556	0,6279	0,4780	0,9815	
2009 (0,2178)	0,0359	0,9814	0,9997	0,4780	0,6332	
2010 (0,2953)	0,2674	0,9979	0,8070	0,9815	0,6332	

Clave: Año de Nac: Año de Nacimiento.

Valores entre paréntesis: peso en kilogramos de peso a los 18 meses de edad según el año de nacimiento.

ANEXO 4

Gráficos de Valores de peso promedio para las crías, según época de nacimiento

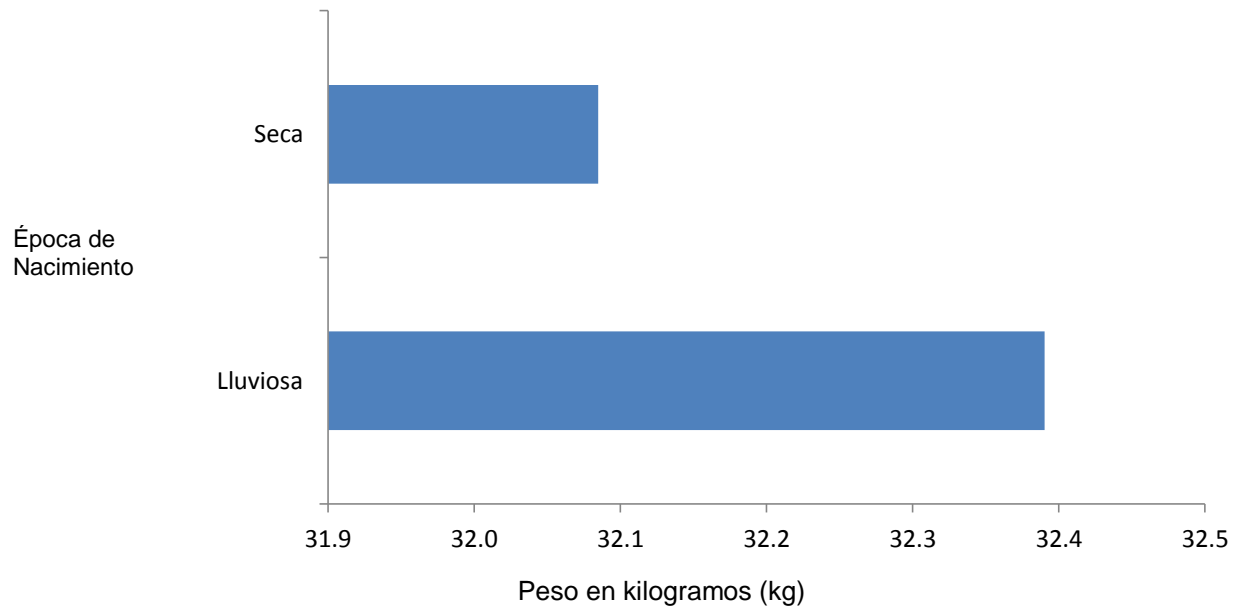


Figura 1. Valores promedio para peso al nacimiento de las crías (kg), según época de nacimiento.

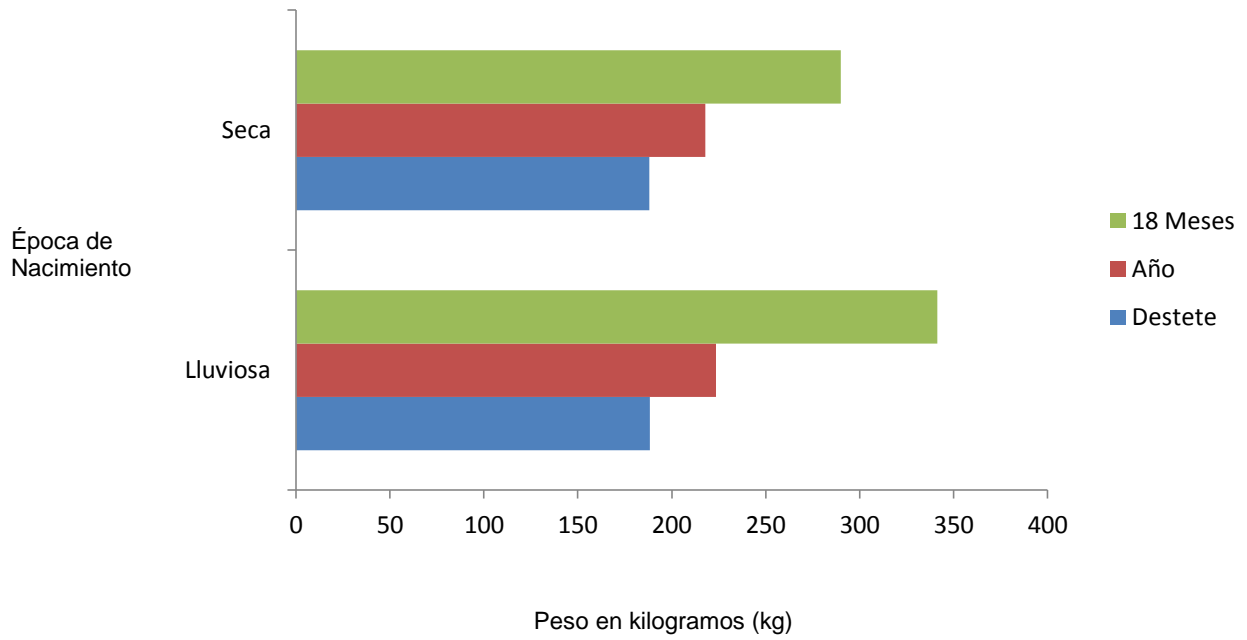


Figura 2. Valores promedio de pesos ajustados (kg) a los 205 días (destete), a los 365 días (al año de edad) y 550 días (18 meses de edad) de las crías, de las crías, según época de nacimiento.

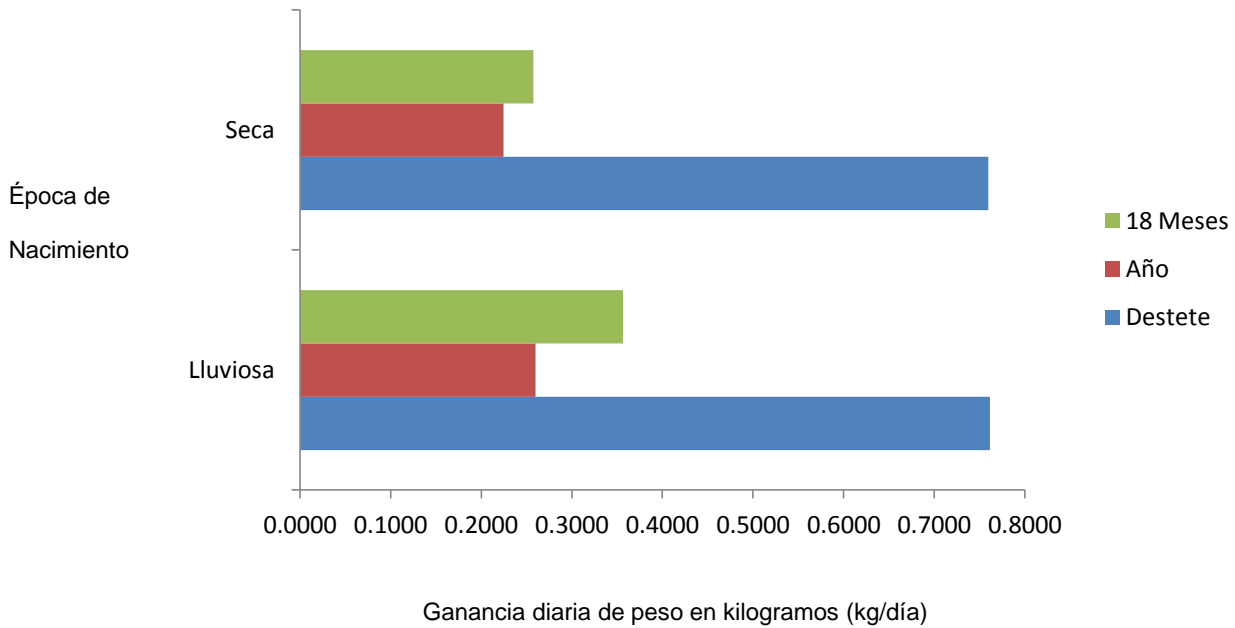


Figura 3. Valores promedio de ganancia diaria de peso (kg) a los 205 días (destete), a los 365 días (al año de edad) y 550 días (18 meses de edad) de las crías, según época de nacimiento.

ANEXO 5

Probabilidades para pesos al nacimiento, pesos ajustados y ganancias diarias de pesos según Época de Nacimiento

Cuadro A 5a. Valores de probabilidad para diferencias de peso al nacimiento, pesos ajustados y ganancias diarias de peso, para época de nacimiento según raza de la cría.

Variable	Época Lluviosa	Época Seca	Probabilidad
Peso al nacimiento (kg)	32,39	32,08	0,0013
Peso ajustado al destete (kg)	188,24	187,96	0,7936
GDP al destete (kg/día)	0,7616	0,7600	0,7527
Peso ajustado al año (kg)	223,59	217,94	0,0643
GDP al año (kg/día)	0,2599	0,2246	0,0643
Peso ajustado a los 18 meses (kg)	341,34	290,02	0,0031
GDP a los 18 meses (kg/día)	0,3567	0,2576	0,0064

Clave: GDP: Ganancia Diaria de Peso

Valores entre paréntesis peso en kilogramos de peso a los 18 meses de edad según el año de nacimiento

ANEXO 6

Gráficos de Valores de peso promedio para las crías, según sexo de la cría

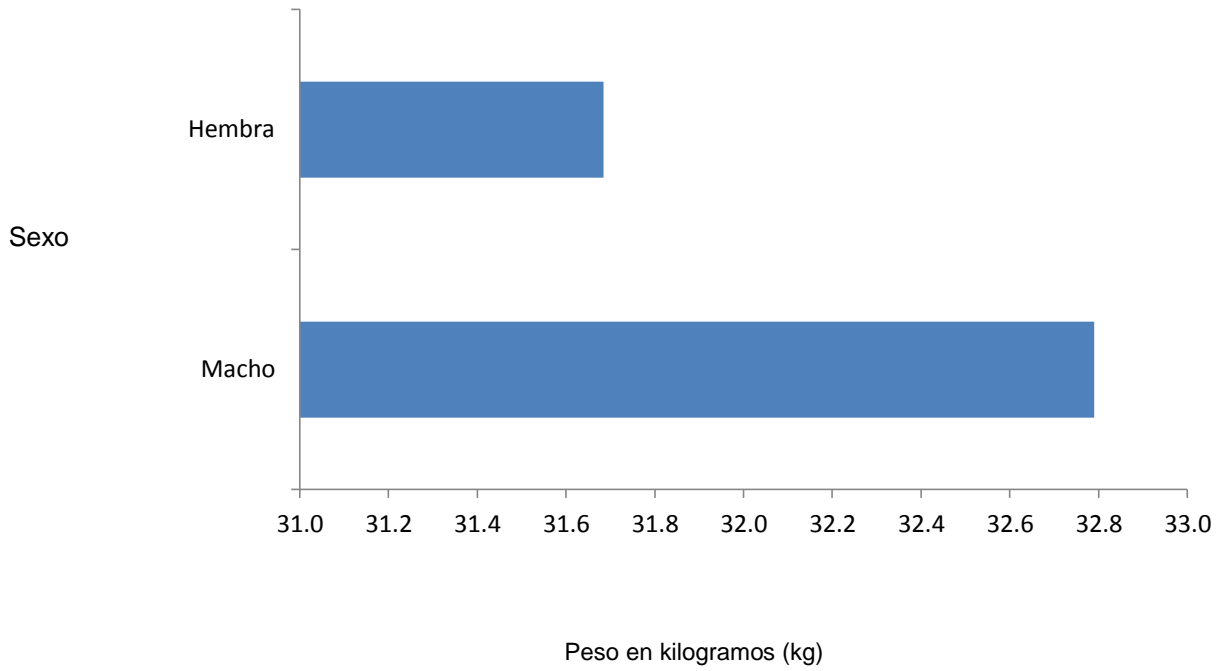


Figura 1. Valores promedio para peso al nacimiento de las crías (kg), según sexo.

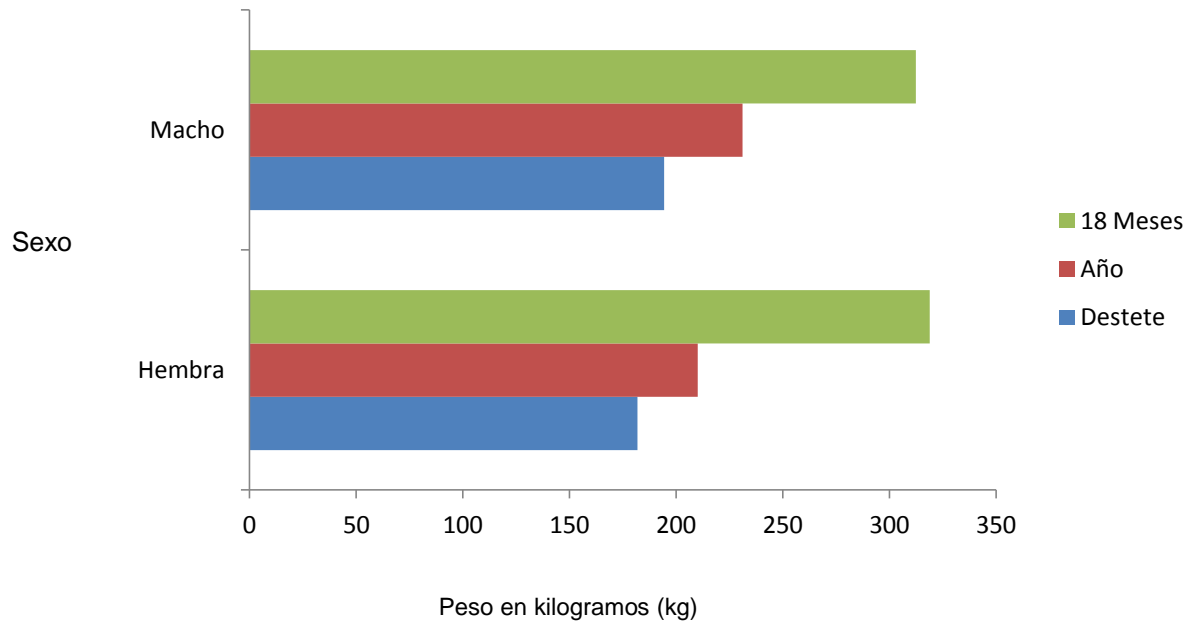


Figura 2. Valores promedio de pesos ajustados (kg) a los 205 días (destete), a los 365 días (al año de edad) y 550 días (18 meses de edad) de las crías, de las crías, según época sexo.

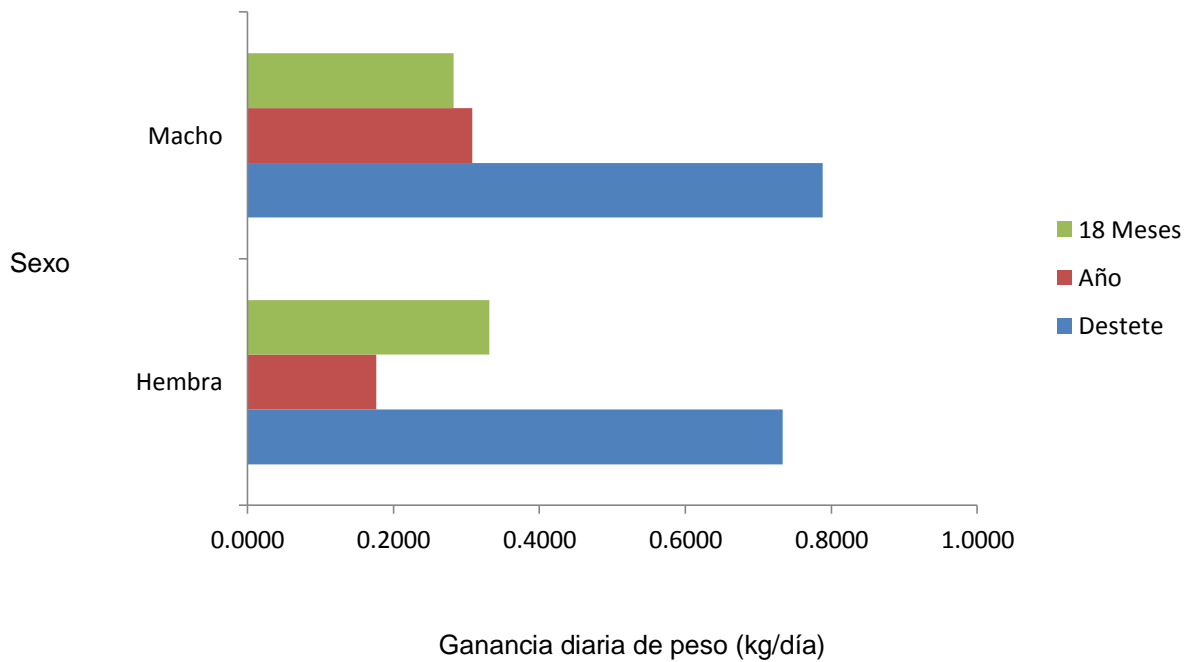


Figura 3. Valores promedio de ganancia diaria de peso (kg/día) a los 205 días (destete), a los 365 días (al año de edad) y 550 días (18 meses de edad) de las crías, de las crías, según sexo.

ANEXO 7

Probabilidades para peso al nacimiento, pesos ajustados y ganancias diarias de pesos según sexo

Cuadro A 7a. Valores de probabilidad de diferencias de peso al nacimiento, pesos ajustados y ganancias diarias de peso, para sexo del animal.

Variable	Hembra	Macho	Probabilidad
Peso al nacimiento (kg)	31,68	32,79	<0,0001
Peso ajustado al destete (kg)	181,88	194,31	<0,0001
GDP al destete (kg/día)	0,7335	0,7882	<0,0001
Peso ajustado al año (kg)	210,23	231,30	<0,0001
GDP al año (kg/día)	0,1764	0,3081	<0,0001
Peso ajustado a los 18 meses (kg)	319,03	312,34	0,7150
GDP a los 18 meses (kg/día)	0,3316	0,2827	0,2104

Clave: GDP: Ganancia Diaria de Peso.

Valores entre paréntesis peso en kilogramos a los 18 meses de edad según el año de nacimiento.

ANEXO 8

Gráficos de Valores de peso promedio para las crías, según grupo racial de la cría

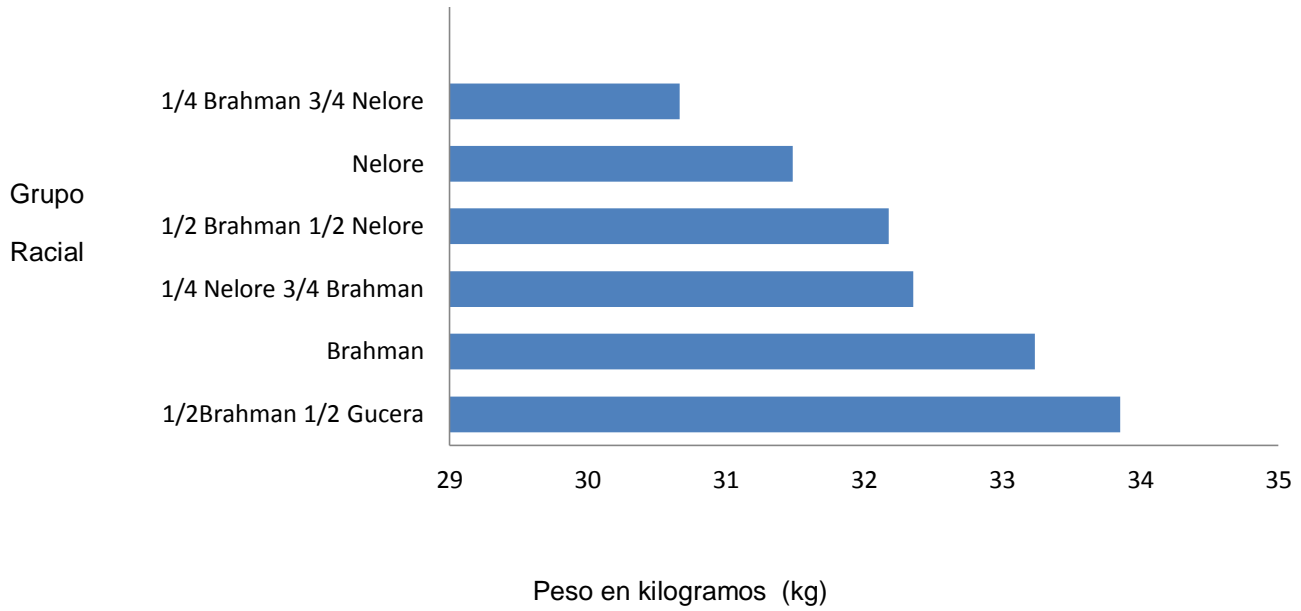


Figura 1. Valores promedio para peso al nacimiento de las crías (kg), según grupo racial de la cría.

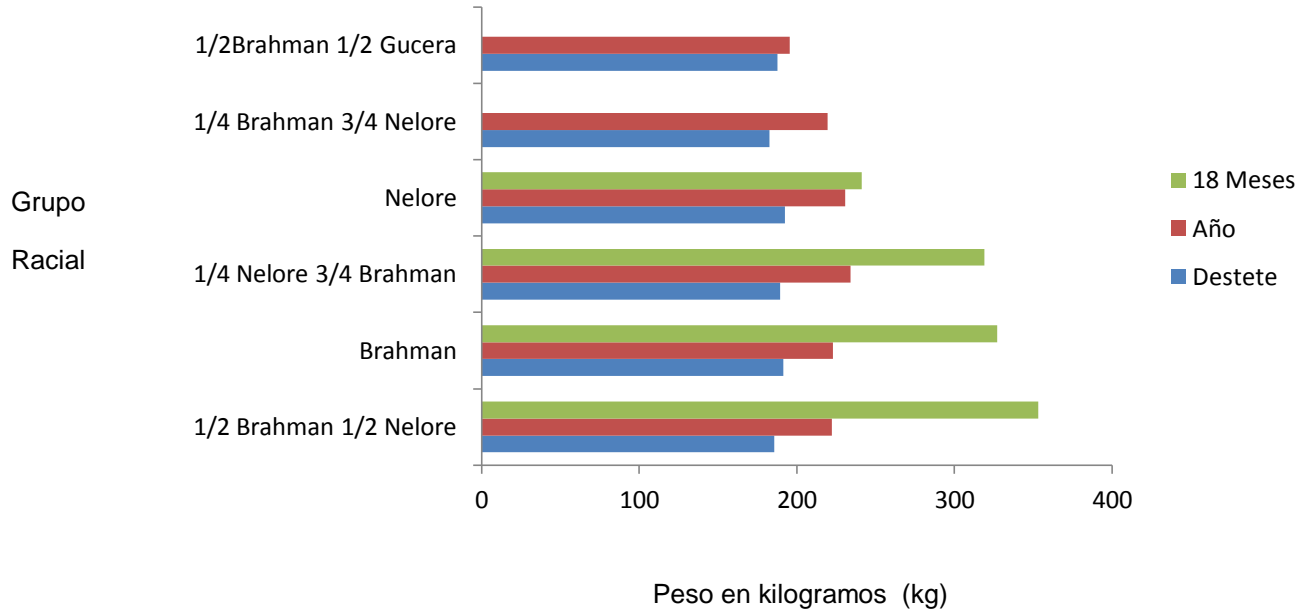


Figura 2. Valores promedio de pesos ajustados (kg) a los 205 días (destete), a los 365 días (al año de edad) y 550 días (18 meses de edad) de las crías, de las crías, según grupo racial de la cría.

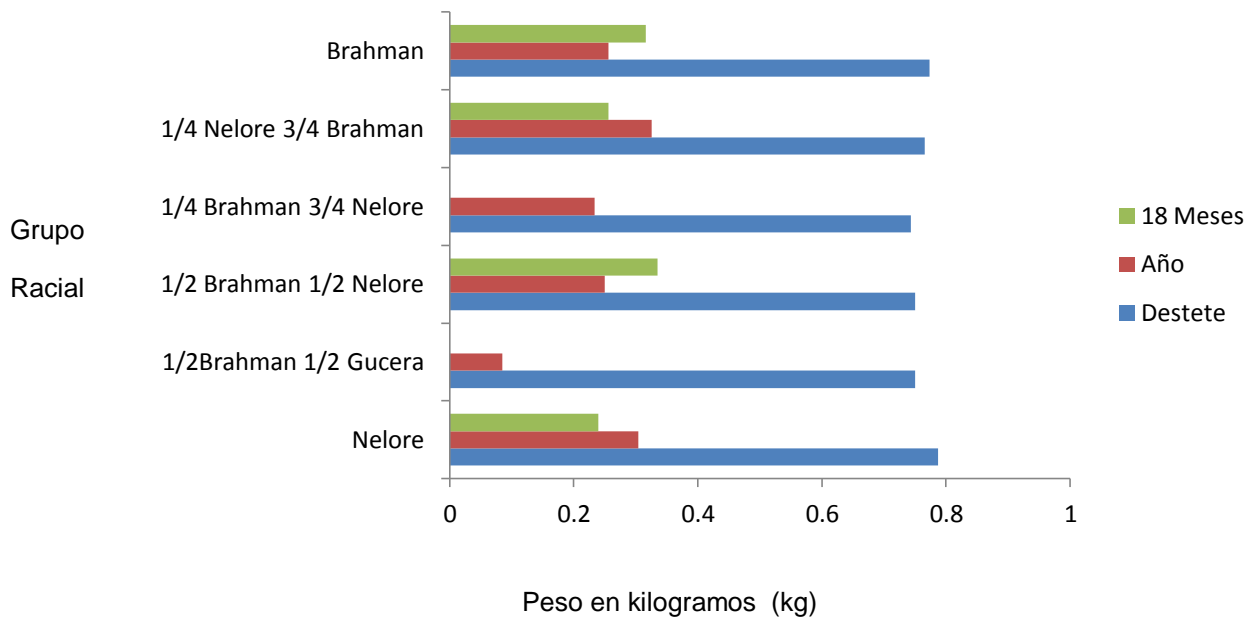


Figura 3. Valores promedio de ganancias diarias de peso (kg) a los 205 días (destete), a los 365 días (al año de edad) y 550 días (18 meses de edad) de las crías, de las crías, según grupo racial de la cría.

ANEXO 9
Probabilidades para Peso Nacimiento, Pesos Ajustados y Ganancias Diarias de Peso según grupo racial de la Cría.

Cuadro A 9a. Valores de probabilidad de diferencias de peso al nacimiento, según grupo racial de la cría.

Grupo Racial	$\frac{1}{2}$ Brahman		$\frac{1}{4}$ Brahman		$\frac{1}{4}$ Nelore		Brahman		Nelore	
	$\frac{1}{2}$ Gucerá (33,9)	$\frac{1}{2}$ Nelore (32,2)	$\frac{3}{4}$ Nelore (30,7)	$\frac{3}{4}$ Brahman (32,4)	$\frac{3}{4}$ Brahman (32,4)	$\frac{3}{4}$ Nelore (31,5)				
$\frac{1}{2}$ Brahman										
$\frac{1}{2}$ Gucerá (33,9)		0,0451	<0,0001	0,2921	0,8894	0,0008				
$\frac{1}{2}$ Brahman										
$\frac{1}{2}$ Nelore (32,2)	0,0451		<0,0001	0,9985	<0,0001	0,0014				
$\frac{1}{4}$ Brahman										
$\frac{3}{4}$ Nelore (30,7)	<0,0001	<0,0001		0,0046	<0,0001	0,0144				
$\frac{1}{4}$ Nelore										
$\frac{3}{4}$ Brahman (32,4)	0,2921	0,9985	0,0046		0,3301	0,3913				
Brahman (33,2)	0,8894	<0,0001	<0,0001	0,3301		<0,0001				
Nelore (31,5)	0,0008	0,0011	0,0144	0,3913	<0,0001					

Valores entre paréntesis: peso en kilogramos a los 18 meses de edad según el año de nacimiento.

Cuadro A 9b. Valores de probabilidad de diferencias de peso ajustado al destete, según grupo racial de la cría.

Grupo Racial	$\frac{1}{2}$ Brahman	$\frac{1}{2}$ Gucerá (186,8)	$\frac{1}{2}$ Brahman	$\frac{1}{2}$ Nelore (185,6)	$\frac{1}{4}$ Brahman	$\frac{3}{4}$ Nelore (182,7)	$\frac{1}{4}$ Nelore	Brahman	Nelore
$\frac{1}{2}$ Brahman			1		0,9933		0,9997	0,9749	0,9469
$\frac{1}{2}$ Gucerá (186,8)									
$\frac{1}{2}$ Brahman	1				0,8809		0,9878	0,0001	0,0098
$\frac{1}{2}$ Nelore (185,6)									
$\frac{1}{4}$ Brahman		0,9933		0,8809			0,8867	0,0064	0,0113
$\frac{3}{4}$ Nelore (182,7)									
$\frac{1}{4}$ Nelore			0,9997	0,9878		0,8867		0,9975	0,9878
$\frac{3}{4}$ Brahman (189,4)									
Brahman (191,5)		0,9749		0,0001		0,0064		0,9975	0,9927
Nelore (192,4)			0,9469	0,0098		0,0113		0,9878	0,9927

Valores entre paréntesis: peso ajustado al destete en kilogramos.

Cuadro A 9c. Valores de probabilidad de diferencias de ganancia diaria de peso al destete, según grupo racial de la cría.

	$\frac{1}{2}$ Brahman	$\frac{1}{4}$ Brahman	$\frac{1}{4}$ Nelore	$\frac{1}{4}$ Brahman	$\frac{1}{4}$ Nelore	Brahman	Nelore
Grupo Racial	$\frac{1}{2}$ Gucerá (0,751)	$\frac{1}{2}$ Nelore (0,750)	$\frac{1}{4}$ Brahman (0,744)	$\frac{1}{4}$ Brahman (0,766)	$\frac{1}{4}$ Brahman (0,774)	(0,787)	(0,787)
$\frac{1}{2}$ Brahman	1	1	1	0,9968	0,9343	0,7479	0,7479
$\frac{1}{2}$ Gucerá (0,751)							
$\frac{1}{4}$ Brahman	1		0,9979	0,9939	0,0022	0,0017	0,0017
$\frac{1}{4}$ Nelore (0,750)							
$\frac{1}{4}$ Brahman	1	0,9979		0,9806	0,1341	0,0242	0,0242
$\frac{1}{4}$ Nelore (0,744)							
$\frac{1}{4}$ Nelore	0,9968	0,9939	0,9806		0,9989	0,9452	0,9452
$\frac{1}{4}$ Brahman (0,766)							
Brahman (0,774)	0,9343	0,0022	0,1341	0,9989		0,6467	0,6467
Nelore (0,787)	0,7479	0,0017	0,0242	0,9452	0,6467		

Valores entre paréntesis: ganancia de peso en kilogramos al destete.

Cuadro A 9d. Valores de probabilidad de diferencias de peso ajustado al año de edad, según grupo racial de la cría.

Grupo Racial	½ Brahman	½ Brahman	¼ Brahman	¼ Brahman	¼ Nelore	¾ Brahman	¾ Nelore
½ Brahman		0,0878		0,2640	0,0687	0,1037	0,0311
½ Gucerá (195,6)							
½ Brahman	0,0878		0,7240		0,9480	0,9975	0,7242
½ Nelore (222,2)							
¼ Brahman	0,2640	0,7240			0,6889	0,8886	0,2444
¾ Nelore (219,4)							
¼ Nelore	0,0687	0,9480	0,6889			0,9075	0,9998
¾ Brahman (234,2)							
Brahman (222,9)	0,1037	0,9975	0,8886		0,9075		0,4736
Nelore (230,7)	0,0311	0,7242	0,2444	0,4736	0,9998		

Valores entre paréntesis: ganancia de peso en kilogramos al año de edad.

Cuadro A 9e. Valores de probabilidad de diferencias de ganancia diaria de peso al año de edad, según grupo racial de la cría.

Grupo Racial	½ Brahman	½ Brahman	¼ Brahman	¼ Nelore	¼ Brahman	¼ Nelore	Brahman	Nelore
½ Brahman	0,0878	0,0878	0,2640	0,0687	0,1037	0,0311		
½ Gucerá (0,085)								
½ Brahman	0,0878	0,0878	0,7240	0,9480	0,9975	0,7242		
½ Nelore (0,250)								
¼ Brahman	0,2640	0,7240	0,6899	0,8886	0,2444	0,2444		
¾ Nelore (0,234)								
¼ Nelore	0,0687	0,9480	0,6899	0,9075	0,9075	0,9998		
¾ Brahman (0,326)								
Brahman (0,256)	0,1037	0,9975	0,8886	0,9075	0,9075		0,4736	
Nelore (0,304)	0,0311	0,7242	0,2444	0,9998	0,9998	0,4736		

Valores entre paréntesis: ganancia diaria de peso en kilogramos al año de edad.

Cuadro A 9f. Valores de probabilidad de diferencias de peso ajustado a los 18 meses de edad, según grupo

racial de la cría.

Grupo Racial	½ Brahman		¼ Nelore		Brahman	Nelore
	½ Nelore (353,4)	¾ Brahman (318,9)	¾ Brahman (318,9)	¾ Brahman (318,9)		
½ Brahman		0,9982		0,9642		0,1423
½ Nelore (353,4)						
¼ Nelore	0,9982			1		0,4245
¾ Brahman (318,9)						
Brahman (327,3)	0,9642		1			0,1671
Nelore (241,1)	0,1423		0,4245		0,1671	

Valores entre paréntesis: peso en kilogramos a los 18 meses de edad.

Cuadro A 9g. Valores de probabilidad de diferencias de ganancia diaria de peso a los 18 meses de edad, según grupo racial de la cría.

Grupo Racial	$\frac{1}{2}$ Brahman		$\frac{1}{4}$ Nelore		Brahman Nelore	
	$\frac{1}{2}$ Nelore (0,335)	$\frac{3}{4}$ Brahman (0,256)	$\frac{3}{4}$ Brahman (0,256)	$\frac{1}{4}$ Nelore (0,240)	Brahman (0,316)	Nelore (0,240)
$\frac{1}{2}$ Brahman			0,9057	1	0,9437	
$\frac{1}{2}$ Nelore (0,335)						
$\frac{1}{4}$ Nelore	0,9057			0,9023	0,9999	
$\frac{3}{4}$ Brahman (0,256)		1		0,9023		0,9323
Brahman (0,316)		0,9437		0,9999	0,9323	
Nelore (0,240)						

Valores entre paréntesis: ganancia diaria de peso en kilogramos a los 18 meses de edad.

ANEXO 10

Gráficos de Valores de peso promedio para las crías, según grupo racial de la madre

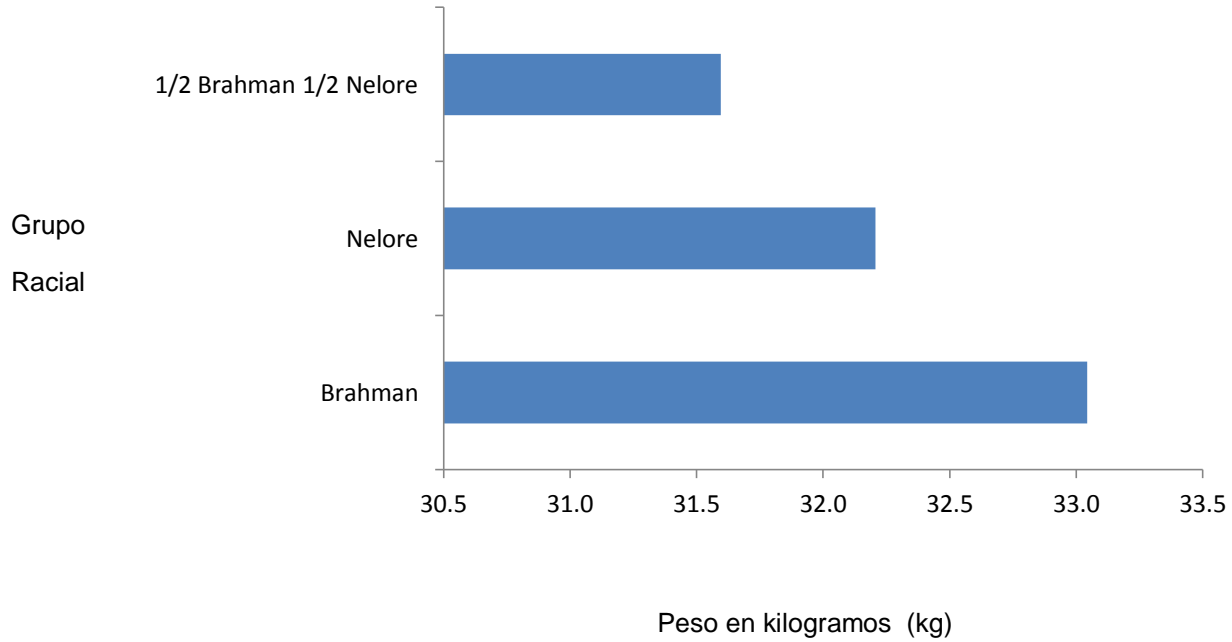


Figura 1. Valores promedio para peso al nacimiento de las crías (kg), según según grupo racial de las madres.

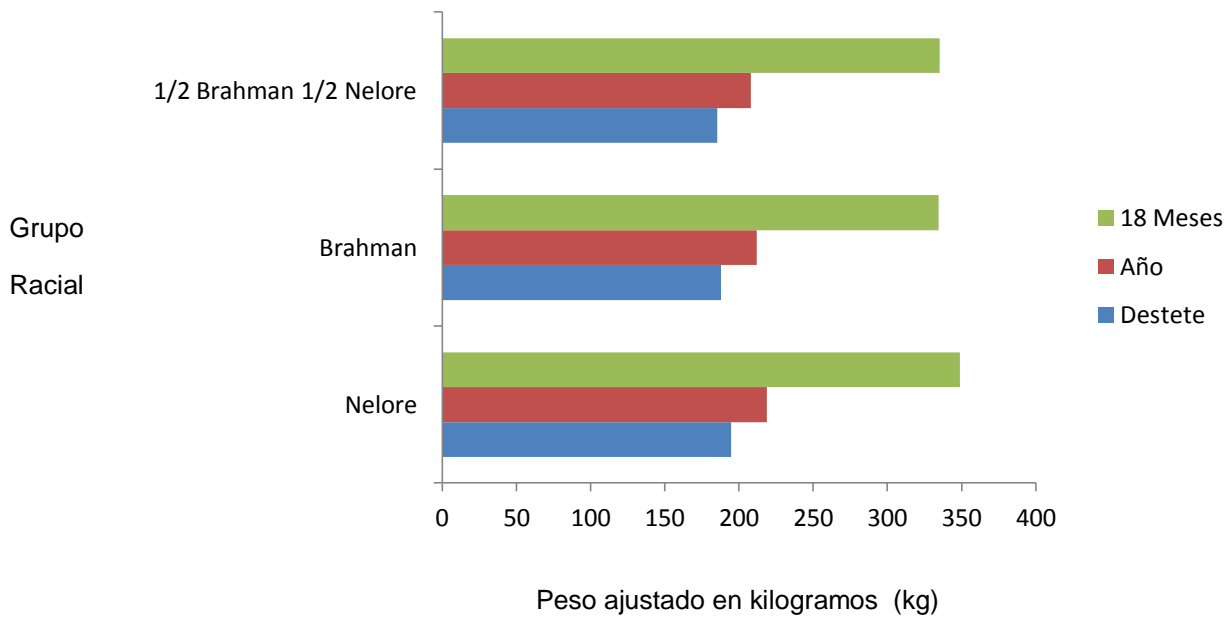


Figura 2. Valores de promedio de pesos ajustados (kg) a los 205 días (destete), a los 365 días (al año de edad) y 550 días (18 meses de edad) de las crías, de las crías, según grupo racial de la madre.

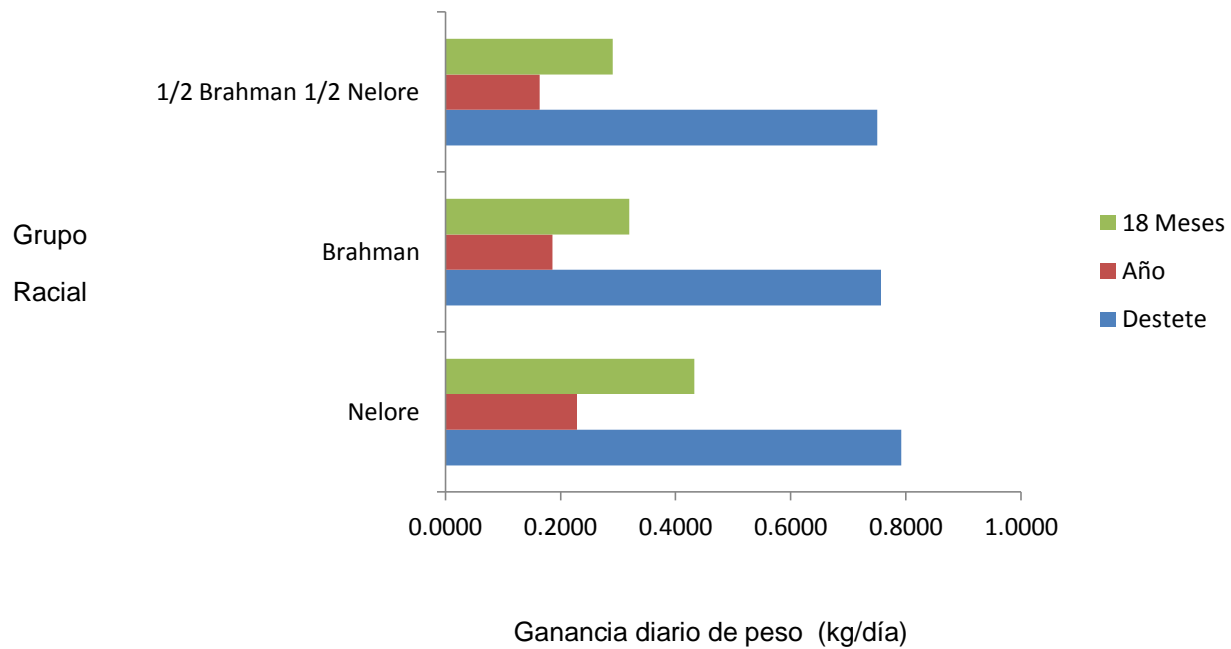


Figura 3. Valores de promedio de ganancia diaria de peso (kg) a los 205 días (destete), a los 365 días (al año de edad) y 550 días (18 meses de edad) de las crías, de las crías, según grupo racial de la madre.

ANEXO 11

Probabilidades de Peso al Nacimiento, Pesos Ajustados y Ganancia de Peso según Grupo Racial de la Madre

Cuadro A 11a. Valores de probabilidad de diferencias de peso al nacimiento, según grupo racial de la madre.

Grupo Racial	½ Brahman (31,60)	½ Brahman (31,60)	Brahman (33,04)	Nelore (32,21)
½ Brahman	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0240
Brahman				<0,0001
Nelore				1

Valores entre paréntesis: peso en kilogramos de la cría al nacimiento.

Cuadro A 11b. Valores de probabilidad de diferencias de peso ajustado al destete, según grupo racial de la madre.

Grupo Racial	½ Brahman (185,31)	Brahman (187,99)	Nelore (194,56)
½ Brahman	0,4534	0,4534	0,0018
Brahman			0,0026
Nelore			0,0026

Valores entre paréntesis: peso en kilogramos al destete.

Cuadro A 11c. Valores de probabilidad de diferencias de ganancias diaria de peso al destete, según grupo racial de la madre.

Grupo Racial	½ Brahman	¼ Nelore (0,7503)	Brahman (0,7563)	Nelore (0,7923)
½ Brahman ¼ Nelore (0,7503)			0,8383	0,0032
Brahman (0,7563)		0,8383		0,0004
Nelore (0,7923)		0,0032	0,0004	

Valores entre paréntesis: ganancia de peso en kilogramos al destete

Cuadro A 11d. Valores de probabilidad de diferencias de peso ajustado al año de edad, según grupo racial de la madre.

Grupo Racial	½ Brahman	¼ Nelore (208,15)	Brahman (211,81)	Nelore (218,65)
½ Brahman ¼ Nelore (208,15)			0,6847	0,1595
Brahman (211,81)		0,6847		0,2640
Nelore (218,65)		0,1595	0,2640	

Valores entre paréntesis: peso ajustado en kilogramos al año de edad

Cuadro A 11e. Valores de probabilidad de diferencias de ganancia diaria de peso al año de edad, según grupo racial de la madre.

Grupo Racial	½ Brahman	½ Nelore (0,1634)	Brahman	Nelore
½ Brahman ½ Nelore (0,1634)			0,6847	0,1595
Brahman (0,1863)		0,6847		0,2640
Nelore(0,2290)		0,1595	0,2640	

Valores entre paréntesis: ganancia diaria de peso en kilogramos al año de edad

Cuadro A 11f. Valores de probabilidad de diferencias de peso ajustado a los 18 meses de edad, según grupo racial de la madre.

Grupo Racial	½ Brahman ½ Nelore (335,23)	Brahman (334,69)	Nelore (348,94)
½ Brahman ½ Nelore (335,23)		0,9887	0,8001
Brahman (334,69)	0,9887		0,4638
Nelore (348,94)	0,8001	0,4638	

Valores entre paréntesis: peso en kilogramos a los 18 meses de edad

Cuadro A 11g. Valores de probabilidad de diferencias de ganancia diaria de peso a los 18 meses de edad, según grupo racial de la madre.

Grupo Racial	½ Nelore (0,3583)	½ Brahman (0,3195)	Brahman (0,4326)
½ Brahman	0,9324	0,9324	0,2217
Brahman (0,3195)	0,9324	0,0647	0,0647
Nelore (0,4326)	0,2217	0,0647	0,0647

Valores entre paréntesis: ganancia diaria de peso en kilogramos a los 18 meses de edad

ANEXO 12

Gráficos de Valores de peso promedio para las crías, según sexo de la cría

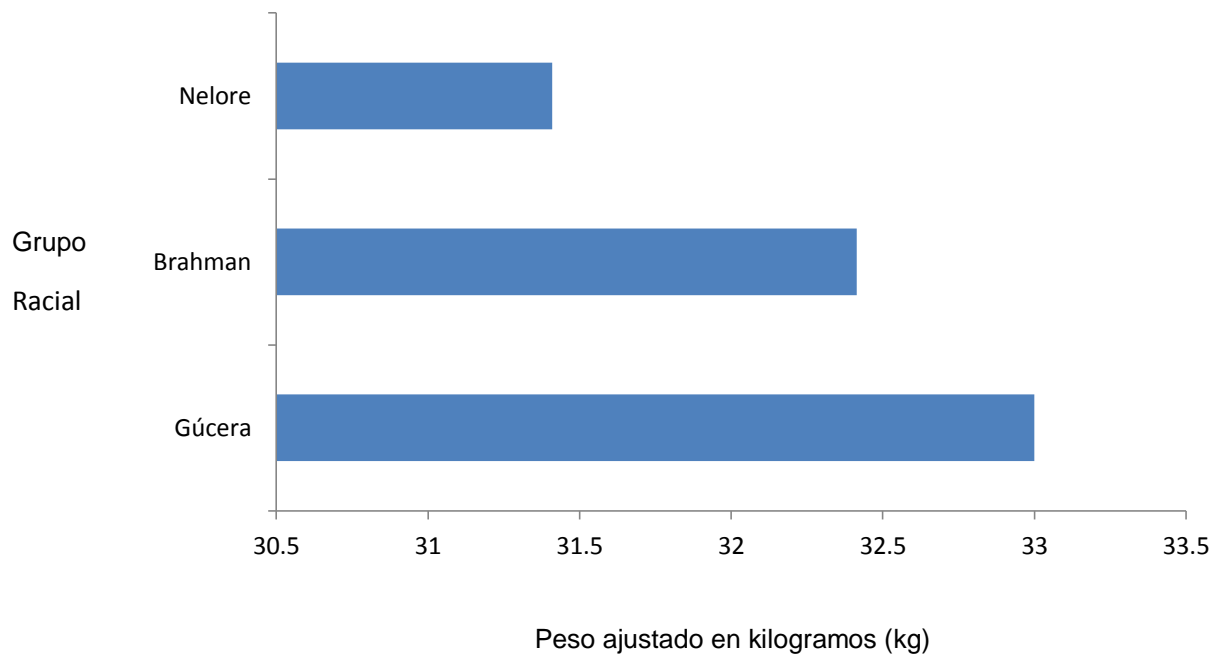


Figura 1. Valores promedio para peso al nacimiento de las crías (kg), según grupo racial de las padres.

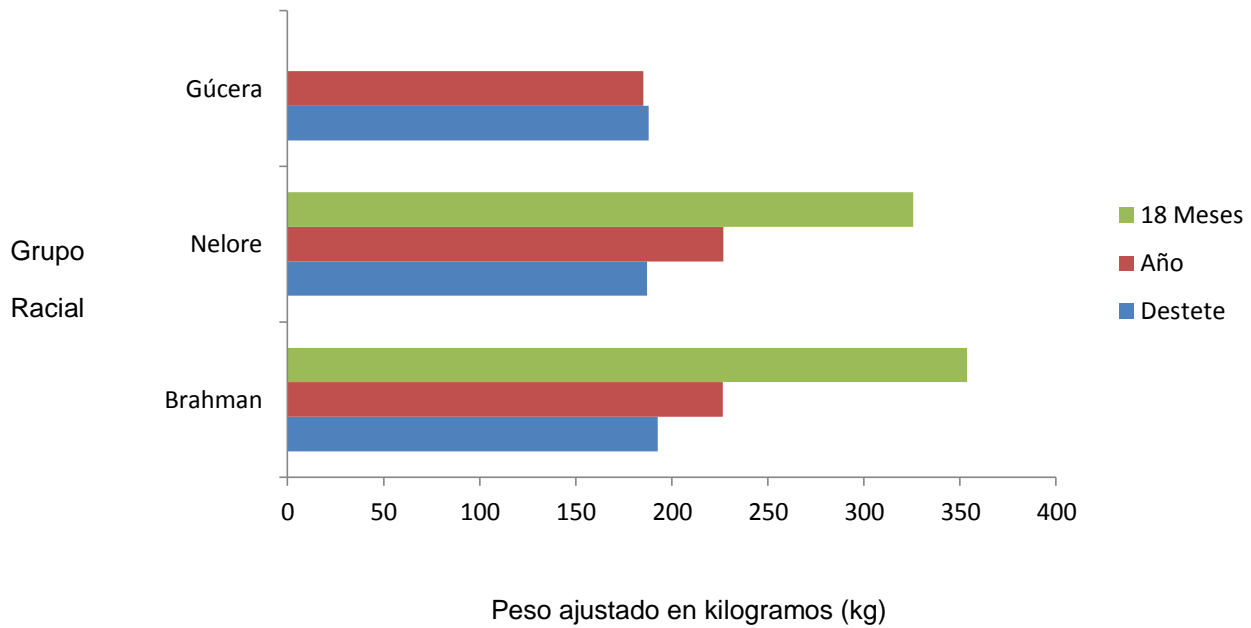


Figura 2. Valores de promedio de pesos ajustados (kg) a los 205 días (destete), a los 365 días (al año de edad) y 550 días (18 meses de edad) de las crías, de las crías, según grupo racial del padre.

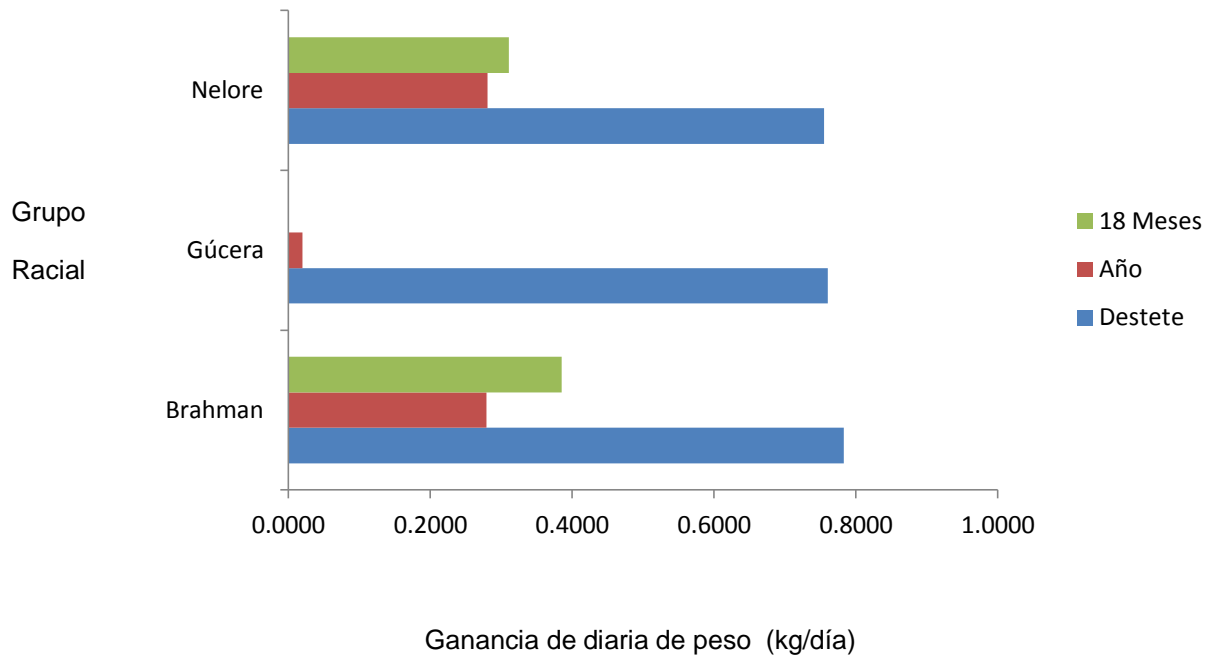


Figura 3. Valores de promedio de ganancia diaria de peso (kg) a los 205 días (destete), a los 365 días (al año de edad) y 550 días (18 meses de edad) de las crías, de las crías, según grupo racial del padre.

ANEXO 13
Probabilidades de Peso al Nacimiento, Pesos Ajustados y Ganancia de Peso
según Grupo Racial del Padre

Cuadro A 13a. Valores de probabilidad de diferencias de peso de nacimiento según grupo racial del padre.

Grupo Racial	Brahman (32,41)	Gucerá (33,02)	Nelore (31,41)
Brahman (32,41)		0,5318	<0,0001
Gucerá (33,02)	0,5318		0,0138
Nelore (31,41)	<0,0001	0,0138	

Valores entre paréntesis: peso en kilogramos de la cría al nacimiento.

Cuadro A 13b. Valores de probabilidad de diferencias de peso ajustado al destete según grupo racial del padre.

Grupo Racial	Brahman (192,72)	Gucerá (188,04)	Nelore (187,10)
Brahman (192,72)		0,7310	<0,0001
Gucerá (188,04)	0,7310		0,9878
Nelore (187,10)	<0,0001	0,9878	

Valores entre paréntesis: peso en kilogramos al destete.

Cuadro A 13c. Valores de probabilidad de diferencias de ganancia diaria de peso al destete, según grupo racial del padre.

Grupo Racial	Brahman (0,7832)	Gucerá (0,7552)	Nelore (0,7606)
Brahman (0,7832)		0,6119	0,0004
Gucerá (0,7552)	0,6119		0,9825
Nelore (0,7606)	0,0004	0,9825	

Valores entre paréntesis: ganancia de peso en kilogramos al destete.

Cuadro A 13d. Valores de probabilidad de diferencias de peso ajustado al año de edad, según grupo racial del padre.

Grupo Racial	Brahman (226,64)	Nelore (226,85)	Gucerá (185,12)
Brahman (226,64)		0,9972	0,0256
Nelore (226,85)	0,9972		0,0261
Gucerá (185,12)	0,0256	0,0261	

Valores entre paréntesis peso ajustado en kilogramos al año de edad.

Cuadro A 13e. Valores de probabilidad de diferencias de ganancia diaria de peso al año de edad, según grupo racial del padre.

Grupo Racial	Brahman (0,2790)	Nelore (0,2803)	Gucerá (0,0195)
Brahman (0,2790)		0,9972	0,0256
Nelore (0,2803)	0,9972		0,0261
Gucerá (0,0195)	0,0256	0,0261	

Valores entre paréntesis: ganancia diaria de peso en kilogramos al año de edad.

Cuadro A 13f. Valores de probabilidad de diferencias de peso ajustado a los 18 meses de edad, según grupo racial del padre.

Grupo Racial	Peso (kg)	Grupo Racial	Peso (kg)	Probabilidad
Brahman	353,55	Nelore	334,45	0,0935

Valores entre paréntesis: de peso en kilogramos a los 18 meses de edad.

Cuadro A 13g. Valores de probabilidad de diferencias de ganancia diaria de peso a los 18 de edad, según grupo racial de la madre.

Grupo Racial	GDP (kg/día)	Grupo Racial	GDP (kg/día)	Probabilidad
Brahman	0,3851	Nelore	0,3103	0,0331

Valores entre paréntesis: ganancia diaria de peso en kilogramos al año de edad.