

Universidad de Costa Rica

Facultad de Ciencias Agroalimentarias

Escuela de Zootecnia

Propuesta para el manejo reproductivo y genético de la finca de ganado bovino de cría “El Laberinto” en el cantón de Cañas, Guanacaste.

Miguel Ángel Castillo Umaña

Proyecto presentado para optar por el título de Licenciado en Ingeniería Agronómica con
énfasis en Zootecnia

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2008

Este proyecto fue aceptado por la Comisión Trabajos Finales de Graduación de la Escuela de Zootecnia de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciado.

_____	M.Sc. Carlos Arroyo Oquendo
Director de Escuela	
_____	Dr. Adolfo Montero Quirós MV.Z
Director del Proyecto	
_____	Dr. Henry Soto Murillo PhD.
Miembro del Tribunal	
_____	Ing. Luis Pineda Cordero
Miembro del Tribunal	
_____	Ing. Roger Molina Coto
Miembro del Tribunal	
_____	Miguel Ángel Castillo Umaña
Sustentante	

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a la fuerza suprema, que me ha inspirado voluntad para seguir adelante en mi desarrollo intelectual y como ser humano.

También lo dedico a mi madre Ana Cecilia Umaña Vargas, quien ha sido mi apoyo incondicional en mi vida y en mis estudios, la que me ha guiado en los caminos de aprendizaje y sabiduría.

Además, dedico este trabajo a mi abuelo Edgar Umaña Morales, el cual que me enseñó el valor de la vida y principalmente el amor por los demás.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al ser supremo por la fuerza de voluntad que me da y por brindarme el deseo de seguir siendo cada día un mejor ser humano.

Gracias a mis padres, por el apoyo incondicional, a mis hermanos Lidieth Castillo Umaña y Jorge Arturo Castillo Umaña por su aporte durante mi preparación académica. A todo el resto de mi familia por creer en mi.

Al Dr. Adolfo Montero Quirós, profesor y amigo, por brindarme su confianza en el la realización del proyecto.

Al señor Julio Sánchez, a la señora María Teresa Mora y al Ing. Julio Sánchez León por haberme brindado su confianza y hospitalidad en la finca “El Laberinto”.

Al M.Sc. Rodrigo Rosales y al Dr Henry Soto, por su aporte en el proceso y en mi preparación académica.

A mis compañeros: Ing Michael López y José Carvajal, por haberme ayudado en mi preparación académica y por ser excelentes compañeros y personas.

A todos Muchas Gracias.

INDICE GENERAL

TRIBUNAL EVALUADOR.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
INDICE GENERAL.....	v
INDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
INTRODUCCION.....	1
UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA FINCA.....	3
GENERALIDADES DE MANEJO GENÉTICO, REPRODUCTIVO Y DE LAS RAZAS UTILIZADAS EN LA FINCA.....	5
Razas utilizada en la Finca.....	5
Utilización de animales <i>Bos indicus</i> y <i>Bos taurus</i> para la producción de carne.....	10
Aspectos básicos de mejoramiento de hatos y reproducción de bovinos para carne.....	15
OBJETIVOS.....	25
DIAGNOSTICO DEL MANEJO REPRODUCTIVO Y DE LA GENÉTICA EN LA FINCA.....	26
Manejo Actual de la Genética Utilizada en la Finca.....	26
Manejo Actual de la Reproducción en la Finca.....	28
Análisis de registros.....	31

Proceso de recolección y organización de los registros.....	31
Promedios de los registros de producción.....	33
Promedios de características productivas de las crías según su composición racial.....	33
Promedios de características productivas de las crías según la raza del padre.....	38
Promedios de características productivas de las crías según la composición racial de la madre.....	40
Promedios de características productivas de las crías según grupo racial de sus progenitores.....	46
Promedios de características productivas de las crías clasificadas identificación del padre.....	49
Promedios de características productivas de las crías según, año de nacimiento, mes de nacimiento y sexo.....	51
Análisis de Factores que Generan Varianza en las Características Productivas.....	55
Evaluación estadística de los registros reproductivos.....	68
Estimación de los Índices de Heredabilidad y Repetibilidad.....	74
PROPUESTA DE MANEJO REPRODUCTIVO Y GENÉTICO DEL HATO..	83
Propuesta de manejo genético.....	83
Recomendaciones para facilitar el manejo genético del hato.....	84
Utilización de vacas.....	85
Utilización de toros.....	86
Propuesta para el Sistema de Apareamiento Controlado.....	87
Propuesta para el Manejo de la Reproducción.....	95
Implementación del sistema de manejo reproductivo.....	98

EXPECTATIVA DEL IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD Y ECONOMÍA DE LA FINCA CON LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	
CONCLUSIONES.....	107
BIBLIOGRAFIA CITADA.....	108

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	TÍTULO	
1	Valores promedio de parámetros de producción de las crías según su asimilado de raza.....	34
2	Valores promedio de parámetros de producción de las crías según la raza de padre.....	38
3	Valores promedio de parámetros de producción de las crías según el asimilado de raza de madre.....	41
4	Resumen de mejores razas o asimilados de raza, para valores promedio de parámetros de producción observados.....	45
5	Valores promedio de peso al nacimiento (kg) de las crías según la interacción del asimilado de razas de los padres...	46
6	Valores promedio de peso al destete de las crías según la interacción del asimilado de razas de los padres.....	47
7	Valores promedio de ganancia diaria de peso de las crías según la interacción del asimilado de razas de los padres...	48
8	Valores promedio de parámetros de producción de las crías clasificadas según su padre.....	50
9	Valores promedio de parámetros de producción de las crías según el año de nacimiento.....	52
10	Valores promedio de parámetros de producción de las crías según el mes de nacimiento.....	53
11	Valores promedio de parámetros de producción de las crías según el sexo de la cría.....	54
12	Valores promedio de peso al nacimiento de las crías, según la raza de la madre.....	57

13	Valores promedio de peso al destete de las crías, según la raza de la madre.....	60
14	Valores promedio de peso al destete de las crías, según la raza del padre.....	62
15	Valores promedio de peso al destete de las crías, según el sexo	63
16	Valores promedio de ganancia diaria de peso de las crías, según la raza de la madre	66
17	Valores promedio de ganancia diaria de peso de las crías, según la raza del padre	67
18	Valores promedio de ganancia diaria de peso de las crías, según el sexo.....	67
19	Valores promedio de características reproductivas de las vacas según su composición racial.....	70
20	Heredabilidad estimada para peso al Nacimiento.....	80
21	Heredabilidad estimada para peso al Destete.....	81
22	Heredabilidad estimada para Ganancia diaria de Peso.....	81
23	Repetibilidad estimada para Intervalo Entre Parto.....	82
24	Repetibilidad estimada para Eficiencia Reproductiva.....	82
25	Repetibilidad estimada para Periodo Abierto.....	82
26	Propuesta de apareamiento del Sub-hato 1.....	89
27	Propuesta de apareamiento del Sub-hato 2.....	90
28	Propuesta de apareamiento del Sub-hato 3.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	TÍTULO	
1	Valores promedio de Peso al Nacimiento (kg) según grupo racial de las crías.....	36
2	Valores promedio de Peso al Destete (kg) según grupo racial de las crías.....	36
3	Valores promedio de Ganancia Diaria de Peso (kg) según grupo racial de las crías.....	37
4	Valores promedio de Peso al Nacimiento (kg) de las crías clasificadas según la raza de su padre.....	39
5	Valores promedio de Peso al Destete (kg) de las crías clasificadas según la raza de su padre.....	39
6	Valores promedio de Ganancia Diaria de Peso (kg) de las crías clasificadas según la raza de su padre.....	40
7	Valores promedio de Peso al Nacimiento (kg) de las crías clasificadas según la raza de su madre.....	42
8	Valores promedio de Peso al Destete (kg) de las crías clasificadas según la raza de su madre.....	42
9	Valores promedio de Ganancia Diaria de Peso (kg) de las crías clasificadas según la raza de su madre.....	43
10	Valores promedio de Intervalo Entre Partos de las vacas, clasificadas según su grupo racial.....	72
11	Valores promedio de Periodos Abiertos (Días) de las vacas, clasificadas según su grupo racial.....	72
12	Valores promedio de Eficiencia Reproductiva de las Vacas, clasificadas según su grupo racial.....	73
13	Propuesta de Manejo Genético.....	92
14	Tarjeta de Control Reproductivo.....	96

RESUMEN

El proyecto realizado consiste en la elaboración de una propuesta para el manejo reproductivo y genético de una finca ganadera, que produce crías de bovino para carne. El planteamiento de la propuesta, está fundamentado en el diagnóstico previo de características productivas y reproductivas, de la finca, que se encuentran registradas en los libros de control existentes. Las características productivas analizadas fueron: peso al nacimiento, peso al destete, días al destete y ganancia diaria de peso. Las características reproductivas analizadas fueron: Intervalo entre partos, periodo abierto y eficiencia reproductiva. Los datos de estas características se obtuvieron de los registros de la finca, analizándose los antecedentes desde el año 2001 hasta el año 2007.

Las características mencionadas, se analizaron para cada grupo racial presente en la finca. Todos los animales representados en los registros, fueron clasificados dentro de una categoría de asimilado de raza, esto debido a que en la finca se han manejado un hato principalmente tres razas diferentes (Santa Gertrudis, Simmental Rojo y Brahman Rojo) y sus cruces, lo que ha generado a través del historial de registros, una gran variedad de genotipos con algún porcentaje de cruzamiento. Para cada grupo racial de animales, se determinó los promedios de dichas características. Para las características productivas los resultados se obtuvieron según el grupo racial de las mismas crías analizadas, del grupo racial de las madres y de la raza del padre. Para las características reproductivas, los resultados se obtuvieron según el grupo racial de las vacas.

Los valores promedios de características productivas también se analizaron según el año de nacimiento y el mes de nacimiento.

De forma general, el objetivo de la propuesta, es obtener un progreso genético del hato para las características mencionadas, mediante el planteamiento de un manejo genético y reproductivo. Se puede tratar de implementar algunas estrategias de manejo genético como; búsqueda de adaptación al medio, aprovechamiento de la heterosis y complementariedad y la selección mediante caracteres de tipo aditivo, para ir logrando dicha mejora.

En cuanto al mejoramiento del comportamiento reproductivo, es importante, tener en cuenta el factor ambiental, tanto como el factor genético, dentro de esta parte ambiental, se encuentran las labores de manejo, las cuales juegan un papel significativo para la expresión del potencial fenotípico de las vacas. Debido a esto es importante cuidar factores relacionados, como: el tipo de sistema de monta (natural

y/o inseminación artificial), duración y época de la monta, relación macho: hembra en la monta, potreros de monta y otros.

Del diagnóstico realizado, se obtuvo como resultado, que las mejores crías para peso al nacimiento, peso al destete y ganancia diaria de peso fueron las Brahman puras, Simmental $\frac{3}{4}$ y Simmental $\frac{3}{4}$ respectivamente.

Se determinó que las madres que paren crías más pesadas, de mayor peso al destete y de mejor ganancia diaria de peso son las vacas Simmental $\frac{1}{2}$, seguidas por las vacas Brahman $\frac{3}{4}$.

Los resultados, también indicaron que los padres de las crías más pesadas al nacimiento, más pesadas al destete y de mejor ganancia diaria de peso, fueron los Brahman puros y Simmental puros respectivamente.

Para cada característica de producción, se determinaron, los factores que generaban varianza importante en los resultados. Para peso al nacimiento, se observó que las fuentes que causan diferencias importantes ó significativas ($P \leq 0,05$), fueron la raza de madre, la raza del padre diferente para cada sexo y el mes de nacimiento para cada año.

Para peso al destete, el análisis de varianza, indica que las variables que generan diferencias importantes son la raza de la madre, la raza del padre, el año de nacimiento y el mes de nacimiento para cada año.

Para la característica de ganancia diaria de peso, se observaron que los resultados son similares a los presentados en los de los pesos al destete.

El análisis de las características reproductivas, indicó que las vacas con menores intervalos entre partos, periodos abiertos más cortos y mayor eficiencia reproductiva son las Brahman $\frac{3}{4}$, seguido por las vacas Santa Gertrudis $\frac{1}{2}$ y Simmental $\frac{1}{2}$.

Al hato en estudio, se le estimó la heredabilidad y repetibilidad para las características productivas y reproductivas respectivamente.

En este hato en particular, la heredabilidad estimada para peso al nacimiento, peso al destete y ganancia diaria de peso, fueron 1,31%; 31,64 y 23,15 respectivamente.

Las repetibilidades estimadas, para intervalo entre parto, periodo abierto y eficiencia reproductiva en este hato fueron, 7,77; 7,98 y 5,31 respectivamente.

Con base en los resultados obtenidos en el diagnóstico de las características reproductivas y productivas, se plantea la implementación de una propuesta de manejo genético y reproductivo para la finca.

De forma general, esta propuesta tiene como objetivo la obtención eficiente de las mejores crías para caracteres productivos. Además contempla nuevos objetivos de la producción como la posibilidad de obtener un ingreso extra con la venta de leche y desarrollar y engordar las crías en sistemas estabulados. Para llevar a cabo esto, se debe manipular la reproducción no solo en labores de manejo, sino también manejando las razas de animales que se aparearán.

La propuesta del manejo de la genética plantea la subdivisión del hato en tres sub-hatos. En el primer sub-hato se aparean toros Santa Gertrudis y Simmental puros con vacas Brahaman puras, las crías machos de este cruce se venden al destete y las hembras se utilizan en el reemplazo del sub-hato 2. En el sub-hato 2 se aparean nuevamente toros Santa Gertrudis y Simmental con vacas “media sangre”; las vacas Simmental $\frac{1}{2}$ se aparean con toros Santa Gertrudis, y las vacas Santa Gertrudis $\frac{1}{2}$ se aparean con toros Simmental. En este cruzamiento, se obtienen crías: Simmental $\frac{1}{2}$ y Santa Gertrudis $\frac{1}{2}$ con Brahaman $\frac{1}{4}$, las cuales se envían a mercado. El tercer sub-hato que se plantea establecer, aparea machos y hembras Brahaman puros, las hembras sirven de reemplazo del mismo sub-hato y del sub-hato 1, los machos se destinan a la venta como sementales o animales comerciales.

Para el manejo de la reproducción se plantea el establecimiento y utilización de bases de datos (digitales y de campo) en donde se detallen los aspectos de identificación y control reproductivo de cada vaca. También se recomienda la utilización de inseminación artificial en todo el hato, manteniendo unos pocos toros para monta natural en caso de vacas que repiten varias veces en inseminación artificial. Debido a este último aspecto, se ha considerado importante llevar un control de los servicios por concepción.

La propuesta de manejo genético propone el establecimiento de un sistema de selección por caracteres de tipo productivo como peso al destete y ganancia diaria de peso. Dicho programa de selección debe realizarse tomando en cuenta la expectativa de expansión del hato. La respuesta en mejora animal mediante selección por estos caracteres dependerá de la presión de selección y de la heredabilidad de la característica.

El estudio de productividad de la propuesta planteada, indica que si el hato se mantiene con el mismo número de vacas que en los años anteriores y se maneja según lo planteado, se obtendrían 1243 kg de más de terneros por año. Además con la implementación del manejo reproductivo se obtendrían cerca de 22,5 partos más en un periodo de siete años.

INTRODUCCIÓN

La producción de bovinos para carne en Costa Rica, es una actividad que presenta grandes retos debido a las exigencias del consumidor y a las presiones que ejercen los mercados internacionales; las fincas productoras que no se adapten a estos cambios, en cantidad y calidad de producción, corren el riesgo de ser desplazados de la actividad. Con base en lo expuesto anteriormente, se ha tratado de ir implementando cambios en la actividad ganadera de carne bovina nacional, pasando de los sistemas tradicionales de manejo, a explotaciones más especializadas, implementando novedosos planes de manejo alimenticio, sanitario, reproductivo, genético, administrativo, entre otros.

El análisis del manejo genético y reproductivo es de suma importancia, debido a que estos son los factores que determinan la calidad y continuidad de los hatos. Al conocer datos de producción y reproducción registrados, se pueden realizar evaluaciones, para posteriormente determinar las debilidades o carencias de la producción, con el fin de solucionarlas o mejorarlas.

La introducción de nuevas razas de bovinos para la producción de carne, especialmente *Bos taurus*, ha ido mejorando la producción. Sin embargo, este tipo de animales, provenientes de otras latitudes diferentes de los trópicos, sufren bajas en su capacidad productiva y reproductiva, debido a su dificultad para adaptarse a las condiciones ambientales de nuestro medio. De ahí nace la necesidad de utilizar estos animales en lugares, donde las condiciones climáticas sean menos adversas, o

utilizarlos para obtener animales de grupos raciales cruzados. Al aparearlos con otras razas más adaptadas a nuestras condiciones climáticas.

El manejo genético y reproductivo de la finca, incluye los criterios para la selección de la raza o el cruzamiento que se quiera practicar, y el sistema de apareamiento a realizar, además de generar los criterios de eliminación y selección de animales. Estos criterios no siempre son los más adecuados, debido a que todas las fincas tienen características en particular, dando algunas veces, resultados subestimados al utilizar programas de manejo preestablecidos en otras áreas. Además, generalmente no se hacen evaluaciones comparativas para determinar los mejores rendimientos, dependiendo del tipo de cruce, en una finca en particular.

UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA FINCA

La finca El Laberinto, propiedad de Inversiones JSSA, se encuentra ubicada en la provincia de Guanacaste, en el cantón de Cañas, distrito San Miguel, con la siguiente dirección: de la entrada del CURDTS (Colegio Universitario Para el Riego y el Desarrollo del Trópico Seco) 3 km al este y 1 km al sur.

La finca se dedica a varias actividades: el cultivo de caña de azúcar (*Sacharum officinarum*), la producción de pacas de heno con pasto Transvala (*Digitaria sp*) y la ganadería de cría. Cuenta con un área exclusiva para la actividad ganadera de 460 hectáreas.

Esta propiedad se ubica en una zona con clima tropical seco. Se presentan dos estaciones climáticas: lluviosa y seca. La estación seca se da principalmente desde el 25 de noviembre hasta el 15 de mayo, alcanzando en este periodo, temperaturas de hasta 35 °C. La estación lluviosa comprende desde el 15 de mayo hasta el 25 de noviembre, en esta época se presentan fuertes aguaceros.

La topografía del terreno en que se encuentra es muy estable, presentándose aproximadamente el 80% del terreno plano, un 10% semiplano y un 10% de lomas rocosas, según su propietario.

En la finca se encuentran suelos de textura arcillosa y franco arcillosos.

El sistema de producción ganadera de la finca, es la cría de ganado, donde los terneros son vendidos al destete cuando tienen en promedio 8 meses de edad. Las terneras se dejan para el reemplazo de los vientres, en la finca se dejan todas las hembras, pues se tiene suficiente espacio para el crecimiento del hato. Actualmente

se está iniciando un programa para desarrollar y engordar a los terneros, en la misma finca.

La explotación se desarrolla en forma extensiva, los animales pastorean los potreros en un sistema rotacional, el ganado va pasando de un lado a otro según la disponibilidad del forraje, siendo la permanencia del ganado en cada potrero variable según el número de apartos y la época del año.

En la finca se encuentran los pastos Jaragua (*Hyparrhenia rufa*), Angleton (*Dichantium aristatum*), Brizanta (*Brachiaria brizantha*), Decumbens (*Brachiaria decumbens*), Toledo (*Brachiaria brizantha* cv. Toledo), Tanzania (*Panicum máximum*), Transvala (*Digitaria sp*) y Suazia (*Digitaria swazilandensis*).

Se utilizan cuatro diferentes razas de bovinos, tres *Bos taurus* y una *Bos indicus*, las cuales se utilizan puras y sus cruces. Estas razas son Santa Gertrudis, Senepol, Simmental Rojo y Brahman Rojo.

GENERALIDADES DE MANEJO GENÉTICO, REPRODUCTIVO Y DE LAS RAZAS UTILIZADAS EN LA FINCA

Razas utilizadas en la finca

Esta finca utiliza básicamente cuatro razas puras y también sus cruces, sin embargo el análisis de los registros solo se realizó a los grupos de animales con suficiente representación, esto con el fin de obtener resultados lo suficientemente confiables para tenerlos en cuenta en la toma de decisiones. A continuación se presenta una breve recopilación de información acerca de las razas puras analizadas en la finca.

Simmental

La raza Simmental se originó en el valle del río Simme, en Suiza hace 350 años aproximadamente; inicialmente fue de triple propósito (carne, leche y trabajo) pero después, gracias a la selección se especializó en carne y leche. Sus características de rusticidad y adaptabilidad a diferentes condiciones medio ambientales y de producción permitieron su rápida difusión permitiendo que hoy en día sea la raza más popular de Europa y ocupa el segundo lugar en el mundo después de las razas *Bos Indicus* (UNAGA sin año)

Es una raza de buen tamaño con una altura a la cruz en los toros adultos de 150-158 cm. y peso adulto promedio de 1200 Kg y en las vacas de 138 -142 cm. con peso adulto promedio de 750 Kg. Son de buena longitud y musculatura, con perfecta estructura de aplomos y pezuñas cerradas lo que le permite su fácil desplazamiento y en general buena conformación. Son animales con alta precocidad sexual, total adaptación a condiciones de potrero, alta longevidad, mansedumbre, excelente habilidad materna y adaptabilidad. Los colores característicos van del amarillo claro al rojo marrón. El Simmental Europeo (Fleckvieh) se caracteriza por ser de doble propósito -carne y leche- y el Simmental Americano, gracias al proceso de selección se especializó solamente en la producción de carne, conservando una buena habilidad materna (UNAGA sin año).

La raza Simmental, surge como alternativa de doble propósito -carne y leche- la cual ha demostrado mayor eficiencia biológica en el trópico comparada con las razas especializadas en solo carne o leche. El conjunto de características de la raza, mejora la capacidad de competencia frente a razas especializadas en su producción y ofrece disminución de costos por la alta producción de carne, crecimiento acelerado, leche de excelente calidad, buenas ubres, pezuñas y miembros fuertes y sanos, facilidad de partos y vida útil prolongada (UNAGA sin año).

Brahman

Se originó en el estado de Texas (Estados Unidos) y es el resultado del cruce de razas de origen Hindú como Nelore, Gir, Guzerá, Red Sindi sobre Heredford principalmente.

La raza Brahman es un ganado de porte grande, cabeza ancha, perfil recto, con ojos achinados negros, vivos, salientes y elípticos, bien protegidos por arrugas de piel. Las orejas son vivas de tamaño medio, pabellón externo amplio terminadas en punta redondeada. El cuello es corto y grueso con papada desarrollada. Los cuernos son cortos medianamente gruesos, dirigidos hacia atrás y afuera; la giba es arriñonada mediana bien implantada, dirigida hacia atrás apoyándose en el dorso. Las costillas son arqueadas, el vientre voluminoso denotando una gran capacidad corporal.

El tronco es cilíndrico con caderas amplias y musculosas, ancas ligeramente inclinadas y su inserción con la cola es alta y fina. La ubre bien desarrollada, con pezones bien dispuestos, revela su capacidad lechera.

El color predominante, sobre piel totalmente pigmentada, es el blanco, sin embargo existen también el gris medio y gris oscuro. También está el Brahman Rojo, que en su origen tiene sangre Gir.

El patrón de peso establecido para el animal macho adulto es de 800 a 1000 Kg. Para la hembra, 450 a 600 Kg.

Ha sido la raza de carne por excelencia para el trópico con acentuada tolerancia al calor, resistencia a las altas temperaturas e infestaciones por parásitos externos e internos. Tiene gran capacidad de caminar en busca de agua y sobrevive con forrajes de baja calidad.

Su crecimiento y desarrollo muscular es muy rápido, saliendo para cosecha a más corta edad con mayores pesos. Su instinto maternal es muy fuerte, protege sus crías contra enemigos naturales y levantan terneros en excelentes condiciones. Su vida productiva y la de sus cruces son más largas (UNAGA sin año).

Santa Gertrudis

La raza Santa Gertrudis fue desarrollada en el King Ranch, en Texas USA, por el Capitán Richard King en 1853. En 1940, la raza Santa Gertrudis fue oficialmente reconocida por el Gobierno de los Estados Unidos, como una raza de carne diferente. Se compone de 5/8 Shorthorn y 3/8 Brahman (Kleberq 1954).

La raza Santa Gertrudis es la primera raza creada por apareamientos controlados y cruzamientos para adaptarse en climas cálidos. Mantiene temperaturas corporales inferiores a la temperatura ambiental, la cual causaría fiebre en las razas Británicas. Bajo las condiciones imperantes en el King Ranch, los terneros Santa Gertrudis pesan alrededor de 225 kilogramos de peso a los ocho meses de edad. Los novillos maduros y las vacas de esta raza promedian aproximadamente 100 kilogramos más de peso que las razas Británicas a la misma edad (Kleberq 1954).

Los novillos de cuatro años, en el King Ranch, pesan alrededor de 630 kilogramos terminados a pasto para el mercado (Kleberg 1954).

El ganado Santa Gertrudis, en idénticas condiciones, supera al ganado Británico en aproximadamente un 3%. La calidad de la carne es similar a la de las razas Británicas (Kleberg 1954).

La gran resistencia al calor y a los insectos, la rusticidad, propensión a engordar y madurez temprana del Santa Gertrudis lo hacen a la vez una raza económica y lucrativa para la producción de carne (Kleberg 1954).

Utilización de animales *Bos indicus* y *Bos taurus* para la producción de carne.

En América Latina, en general, el ganado criollo original fue prácticamente absorbido en su totalidad por el Cebú. Los bovinos Cebú (*Bos indicus*), constituyen la base genética de los hatos de carne y de doble propósito.

Estos han recibido influencia de las razas Brahman, Nelore, Guzerat Gir e Indobrasil principalmente (Plasse *et al.* 1990).

En Costa Rica, la explotación de ganado bovino para carne, representa unos de los principales rubros de producción pecuaria, sin embargo, esta actividad, mantiene índices de producción muy bajos en promedio, aunque existe la tecnología disponible y demostrada para aumentar estos índices, a través de programas nutricionales, sanitarios, de selección y manejo en general, aplicados en forma Integral y técnicamente dirigidos.

El aporte del *Bos indicus* en general y de la raza Brahman en particular en estos programas ha sido primordial, ya que el cebú es el elemento fundamental del componente genético tanto en cría pura o en cruzamiento con razas *Bos taurus*, tanto para sistemas de producción de carne, como para sistemas de producción de doble propósito (Plasse *et al.* 1990).

En algunos países de América Latina se han realizado estudios de cruzamiento de animales *Bos Indicus* con *Bos taurus*. Los resultados discutidos en la mayoría de los trabajos publicados demuestran en forma general, que los animales que tienen 50% de genes de *Bos taurus* y 50% de *Bos indicus* son los que producen mejor en

condiciones ambientales mejoradas ó más intensivas. Esta combinación de genes es la que maximiza la heterosis o vigor híbrido, pero también estos genotipos cruzados tienen mayores exigencias nutricionales y sanitarias que los Cebú (Plasse *et al.* 1990).

La producción de animales F1 a partir de semen de toros *Bos taurus* y vacas comerciales cebú, es un sistema discontinuo que solo puede realizarse en una parte del hato, ya que en el resto del mismo, las vacas tienen que ser apareadas con toros *Bos Indicus* con el fin de producir las hembras de reemplazo. Con los niveles de producción actuales en hatos tropicales, no es posible dedicar más del 10-20% de las vacas del hato a este sistema de producción si se quiere seguir produciendo suficientes hembras cebú para garantizar una presión de selección en el hato, la cual asegure cierto grado de progreso genético y una adecuada edad promedio del hato (Plasse *et al.* 1992).

Generalmente la introducción de razas *Bos taurus* para la producción de heterosis con vacas comerciales Cebú se realiza a través de la Inseminación artificial. Esta técnica implementada en programas cortos (6 - 8 semanas) y bien organizados dentro de una temporada de servicios en hatos de vacas no lactantes y novillas bien desarrolladas, se ha demostrado como una herramienta exitosa para lograr el cruzamiento con *Bos taurus* ó la introducción de genes *Bos indicus* de alta superioridad genética sin detrimento notable de la eficiencia reproductiva (Hoogesteijn 1987, Hoogesteijn 1993). Actualmente con el establecimiento de hatos registrados de las razas *Bos taurus* adaptadas a condiciones tropicales tales como la Romosinuano y la Senepol, se presenta la posibilidad de la introducción de genes

Bos taurus y la producción de genotipos cruzados mediante el servicio natural en hatos de Cebú comercial, sin la necesidad de implementar programas de Inseminación artificial.

En la producción de toros para engorde producto del apareamiento de vacas cebú inseminadas con *Bos taurus*, estos superan a los testigos Brahman de alta calidad genética en un 14% en promedio en peso en canal (Plasse *et al.* 1983), sin embargo si estos machos de engorde no son sometidos a un programa sanitario y de pastos adecuados, ellos no superan a los cebú en los pesos finales a engorde y cosecha. En una publicación posterior, (Plasse *et al.* 1992), evaluó 8 genotipos cruzados (F1 Romosinuano, Angus, Simmental, Chianina, Marchigiana, Gelbvieh, Limousin y Charolais), producto de dos programas de cruzamiento, diseñados con el fin de evaluar el crecimiento en hembras hasta la edad de servicio y en machos hasta la edad de cosecha, en comparación a un grupo testigo Brahman de alta calidad genética. Para la mayoría de los caracteres estudiados (peso al nacer, peso al destete, peso a 18 meses, peso a servicio en hembras, peso a entrada y a salida de engorde en machos y peso en canal), la superioridad promedio de los animales F1 sobre los Brahman testigo está entre el 8 y el 12% y fue bastante similar para los dos programas involucrados (Plasse *et al.* 1992). Asimismo este autor afirma que para evaluar el beneficio de una raza europea para el cruzamiento, es necesario también evaluar la productividad de las hembras.

Parte de las vacas F1 producidas en estos programas se han apareado con toros Brahman para la producción de terneros $\frac{3}{4}$ *Bos indicus* y $\frac{1}{4}$ *Bos taurus*, y también se han realizado pruebas con el apareamiento de toros F1 con vacas Cebú comerciales. En ambos casos y con la utilización de diferentes razas, estos terneros $\frac{1}{4}$ *Bos taurus* superaron ampliamente a los Brahman en un 8-17 % en el peso al destete, dependiendo del grupo racial y de su proveniencia (hijos de toros F1 ó hijos de vacas F1). Sin embargo, esta alta ventaja al destete fue bajando paulatinamente a 18 meses y en la ganancia diaria en el engorde no existió una diferencia significativa entre grupos raciales ni en el peso final, aunque los cruces superaron a los Brahman en un 4% en un ensayo y en el otro los pesos finales de todos los grupos fueron prácticamente iguales (Plasse *et al.* 1991). Este resultado sorprende tomando en cuenta que los animales fueron a engorde en pastos cultivados, en condiciones similares a las utilizadas para toros F1, en las cuales estos últimos demostraron una alta superioridad sobre los Brahman. Es posible que en condiciones nutricionales aún mejores que las de estos ensayos se produjeran mayores ganancias en los cruces $\frac{1}{4}$ *Bos taurus*, de manera que estos logren expresar mejor su potencial genético para crecimiento (Plasse *et al.* 1991).

Una estrategia de cruzamiento para tratar de mantener la heterosis es la formación de hatos compuestos. Plasse *et al.* (1990), reportan en dos años de apareamientos de toros F1 con vacas F1 con el fin de establecer hatos compuestos, en los cuales los animales en promedio tienen un 50 % de genes *Bos indicus* y 50 % de genes *Bos taurus* (que en este caso involucran genes de ocho razas *Bos taurus* en varios hatos), una eficiencia reproductiva de -2 a 38 % mejor, pesos al destete 7 a 18 %

mayores y una producción total al destete 7 a 70 % mayor que los grupos testigos Brahman de buena calidad. Estos resultados indican que bajo condiciones ambientales adecuadas estas vacas F1 apareadas con toros F1 producen mejor que las vacas *Bos indicus* puras. Sin embargo estos autores enfatizan que las vacas F1 deben tener un nivel alimenticio muy bueno si se desea que el mayor potencial genético para eficiencia reproductiva se exprese fenotípicamente. Si esta vaca está bajo estrés nutricional sigue dando mucha leche, baja de peso y restringe las funciones reproductivas.

Según Plasse *et al.* 1992, los resultados de cruzamiento obtenidos en América Latina permiten concluir que existe una considerable ventaja en los pesos a diferentes edades de animales F1 *Bos taurus* x *Bos indicus*. Los méritos y fallas particulares de algunas razas europeas con respecto a otras en el cruzamiento pueden variar según el carácter, por lo que es necesario tomar en cuenta todas las características producidas en ambos sexos. Existen importantes interacciones genotipo-ambiente, cuando se consideran cruces y puros en diferentes ambientes, lo que significa que las diferencias pueden ser de diferente magnitud en los diversos ambientes (y condiciones nutricionales) y por lo tanto también puede variar el orden de mérito entre los diferentes grupos de F1. Los sistemas de cruzamiento no producen milagros, estos animales sufren más que el Cebú bajo condiciones sanitarias y nutricionales precarias y necesitan condiciones mejoradas para expresar su superioridad.

Aspectos básicos de mejoramiento de hatos y reproducción de bovinos para carne

Es importante recordar que el comportamiento productivo y reproductivo de un hato en particular depende de factores genéticos y ambientales (De Alba 1985).

Dentro de los factores ambientales, se encuentran: la alimentación, el manejo, el clima y la sanidad. Son estos, los que primero se deben tener en consideración a la hora de analizar sistemas de producción con una genética en particular que presenta deficiencias con respecto a otros sistemas. Cabe mencionar que a la hora de analizar registros, es muy probable que los resultados sean muy variables, debido al efecto ambiental. Esto podría generar toma de decisiones que no son del todo correctas, como cambios de utilización de materiales genéticos que no presentan resultados favorables o esperados. Por lo tanto, antes de tratar de solucionar problemas productivos con materiales genéticos probados, de alta calidad y de alto costo, es indispensable, tratar de mejorar las condiciones ambientales para un adecuado desarrollo de la genética que se tiene (De Alba 1985).

Está claro que el conocimiento del ambiente disponible debería ser parte de las consideraciones iniciales en el establecimiento de un hato productor de carne, en este caso de bovino, por tanto, en un sistema de producción ya establecido, se debe saber, a menos que haya un cambio en alimentación, clima o manejo, el ambiente se comporta con un patrón aproximadamente constante, lo que se llama o considera un efecto fijo, pues el ambiente afecta negativa o positivamente a todo el grupo de animales, de forma similar (De Alba 1985).

Cuando los factores ambientales se consideran fijos ó se han controlado lo más posible y de forma favorable, se puede ir analizando el factor genético del hato disponible, tratando de mejorarlo manipulando dirigidamente, la reproducción hacia genotipos que se ha observado que han presentado mejores resultados dependiendo de los objetivos de producción de la finca (De Alba 1985).

Para ir logrando esta “mejora” genética, se pueden implementar diferentes estrategias o herramientas como las siguientes:

- Búsqueda de adaptación al medio
- Aprovechamiento de la heterosis y complementariedad a través de sistemas de cruzamiento o de utilización de razas sintéticas
- Selección de caracteres de tipo aditivo

Las dos primeras contribuyen muy significativamente a mejorar los indicadores de eficiencia biológica en general, y reproductiva en particular.

La tercera tendrá un impacto muy reducido en comparación con el que se puede lograr utilizando las dos primeras herramientas, ya que permite obtener progreso en características menos relevantes.

Búsqueda de Adaptación al Medio

La interacción genotipo-ambiente, se verifica cuando la expresión genotípica (fenotipo) se modifica al cambiar el medioambiente (De Alba 1985).

Es necesario entonces, definir lo más claramente posible el sistema en el cual se va a producir, antes de fijar el material genético y la estrategia de mejoramiento a utilizar. Definir el sistema no significa que el mismo no evolucione sino sentar las bases generales sobre las cuales se produce (De Alba 1985).

Cuanto más adaptada esté una población, mayores oportunidades existen de que cumpla con su "objetivo biológico" (ocupar lo máximo posible un determinado nicho ecológico produciendo más biomasa y asegurando su reproducción) y en concordancia con nuestro "objetivo económico" produzca más carne. Existen múltiples adaptaciones que inciden significativamente en la producción. Como algunos ejemplos se pueden mencionar los siguientes:

- La ubicación y pigmentación del globo ocular (y párpados) en las razas adaptadas a zonas de alta insolación (cebuínas, criollas, africanas).
- Capacidad de traslado de biotipos adaptados a sistemas de escasa cobertura vegetal.
- El largo del pelo y el color del manto, según se produzca en zonas tropicales, templadas o frías.
- La longitud de la cola, que es importante en zonas con abundante presencia de ectoparásitos.

- La resistencia a las enfermedades locales.

Aprovechamiento de la Heterosis y complementariedad a través de sistemas de cruzamientos o de la utilización de razas sintéticas

La heterosis es el fenómeno genético que ocasiona el denominado "vigor híbrido", el cual es aprovechado en la mayoría de las especies de interés productivo, tanto animal como vegetal, donde en general no existe producción comercial con razas o líneas puras. La práctica de combinar selección con cruzamientos, curiosamente, no es tan utilizada en el caso de los bovinos.

La heterosis y el consiguiente vigor híbrido resultan de utilidad para mejorar los índices de las características productivas más importantes.

Algunos sistemas de cruzamiento de razas son:

Encaste o cruzamiento absorbente

Este sistema pretende cambiar el tipo de ganado que se tiene en la 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 de la finca. 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 2007).

Este sistema es sencillo, solo es necesario utilizar siempre sementales de la raza que se desee introducir. Al practicar este tipo de cruzamiento, se tiene la ventaja de que no se requiere de infraestructura adicional a la común en las fincas para realizar los empadres. Además, 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 2007).

Cruzamiento Terminal

Este sistema de cruzamiento tiene el objetivo de aprovechar al máximo la adaptabilidad del hato original al ambiente de la finca y el "vigor híbrido" de las crías resultantes al final del proceso, logrando animales para venta con gran capacidad de crecimiento (Navarro 2007).

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 o tipo (preferentemente de talla mediana, como Angus o Hereford, por ejemplo). Todos los terneros resultantes de estas cruza deben salir de la finca, y las crías hembras cruzadas se empadran con una tercera raza (grande y con habilidad para un desarrollo eficiente, como Charolais o Simmental, por ejemplo). Todas las crías resultantes de esta cruza se van a la venta, éstas son el resultado buscado al utilizar este sistema (Navarro 2007).

Las vacas del hato original y las crías hembras del primer cruzamiento se utilizan durante todo el tiempo que permanecen productivas. Para el buen funcionamiento de este sistema se requieren hatos grandes, de 100 vientres en adelante, con una producción de crías al destete mayor al 80%. Es necesario también mantener separadas a las hembras en tres lotes para sus empadres, por lo que se requiere por lo menos de tres potreros de empadre.

Se requiere realizar 1 ó 2 épocas de empadre definidas y cortas al año.

Cruzamiento alterno 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. En este tipo de cruzamiento se utilizan toros de dos razas, empadrando las hijas de uno con el otro y viceversa (Navarro 2007).

El cruzamiento alterno de dos razas se puede adaptar a cualquier hato que utilice dos o más toros y en el cual se puedan controlar los apareamientos. Todos los terneros 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.

Existen otros sistemas de cruzamiento de razas, sin embargo requieren mayor infraestructura y su aplicación es más complicada. (Navarro 2007)

Selección de caracteres de tipo aditivo

La selección debería aprovecharse orientándola a mejorar caracteres de mayor importancia relativa, relacionados con la aptitud adaptativa y reproductiva como largo del pelo (Turner y Schleger, 1959) y circunferencia escrotal, (Rodríguez *et al.* 1989), etc., sin perjudicar otros caracteres como el normal crecimiento y la conformación aceptada por el mercado, que son las características más frecuentemente tenidas en cuenta.

En la selección por peso, se debe ser consciente de que si bien es deseable un buen peso de destete de los terneros, debe prestarse atención a no lograrlo a expensas de un aumento de tamaño relativo de las hembras de reposición y por ende del hato, ni a un aumento en demasía de la leche materna, ya que ambos factores conducen a mayores requerimientos forrajeros de los vientres y en el segundo caso, además, a una clara ineficiencia biológica (Rodríguez *et al.* 1989),

En rigor, la conformación es prácticamente el único carácter donde no existe necesariamente un paralelismo entre el "negocio biológico" con el "negocio de la carne", donde es una realidad que algunas conformaciones juzgadas como superiores son mejor remuneradas, aun cuando la misma (con excepción de razas portadoras del carácter hereditario del "doble músculo") no esté relacionada en gran medida con el rendimiento de la res, ni la proporción de cortes valiosos, ni la calidad sensorial de la carne (Rodríguez *et al.* 1989).

Se debe evitar seleccionar a favor de una conformación que no exige el mercado y que puede ser perjudicial para la especie, como se han dado múltiples casos (pigmentación, encoladura, aplomos) (Rodríguez *et al*, 1989).

Es importante tener presente en sistemas donde se utilizan cruzamientos de razas *Bos indicus* x *Bos taurus*, que podrían presentarse fenómenos como el denominado “discriminación”, el cual se refiere a la tendencia de toros cebuinos a buscar y cubrir únicamente vacas de su propia raza y, en un grado menor, toros *Bos taurus* que cubren de preferencia vacas de su misma especie (De Alba 1985).

Sistemas de Manejo Reproductivo en Bovinos de Carne

Sistemas de apareamiento

Los sistemas de monta utilizados en el ganado bovino son: monta natural (continua y controlada), la inseminación artificial (IA) (continua o estacional) y la monta estacional o periodo de empadre o de servicios. Esta última, se define como el periodo de tiempo determinado del año durante el cual se aparean los toros con las vacas y novillas del hato, mediante la conformación de lotes de apareamiento (Navarro 2007).

El sistema de monta estacional cuenta con algunas ventajas como son: facilita la organización, la planeación, el manejo general, el control de nacimientos, control de

destetes, programación de ventas con lotes de terneros homogéneos, programación de gastos, control sanitario, control de praderas y malezas, alimentación estratégica en diversos periodos productivos, entre otros (Navarro 2007).

En este sistema de monta, Warnick *et al* (1971) realizaron un estudio donde observaron que en promedio el 28% del tiempo lo gastaban los toros en la actividad sexual. También en este mismo estudio se observó que en apareos con múltiples toros, el 65% de los servicios registrados, los efectuaron toros dominantes.

Periodo de monta

El periodo de tiempo y la época deberán obedecer a un estudio previo que garantice la conveniencia técnica y económica para cada explotación.

En el caso de la finca en estudio, actualmente manipula el periodo de monta de forma tal que la época de nacimiento no sea principalmente en la época lluviosa, esto debido a que en este periodo de año las condiciones del terreno no son aptas para los nacimientos (mucha cantidad de lodo) además de que los potreros donde nacen están ubicados lejos de las instalaciones centrales de la finca (Navarro 2007).

Relación macho: hembra en apareamiento con época de monta

Para ganado de origen europeo se recomienda un toro por cada 15 ó 20 vacas en su primer año de servicio y 20 a 30 vacas en años subsecuentes. Con toros estabulados y monta a mano el número de vacas que puede cubrir un toro es de 50 a 60 aún en una estación corta de servicios (De Alba 1985). Con ganado de razas

cebuinas la situación es diferente. El toro cebú se desgasta menos que el europeo y, además, la vaca tiene un periodo de celo mas corto cuando es cubierta por el toro y no permite muchos servicios (De Alba 1985).

La relación recomendada usualmente, de que no sobrepase el número de 30 vacas por toro en el empadre a campo, tiene como fin evitar que algunas vacas no sean encontradas en celo por algunos toros por el tiempo que gastan en seguir a una sola vaca en un celo, no porque les falte capacidad para cubrir mas vacas. En potreros de tamaño reducido (5 a 20 hectáreas), un toro puede atender y cubrir mas de 30 vacas, siempre que sea competente (De Alba 1985).

Edad al primer servicio

En ganado de carne, la posibilidad de lograr la gestación durante el segundo año de vida de la novilla, solo está abierta a sistemas alimenticios en que el periodo postdestete permita incrementos de peso superiores a los 500 g/día y una buena ayuda también recibida de pesos al destete cercanos ó superiores a los 180 kg (De Alba 1985).

OBJETIVOS

a. Generales:

1. Diagnosticar la situación productiva, reproductiva y genética de la finca de ganado bovino de cría “El Laberinto”, en Cañas Guanacaste.
2. Proponer un nuevo sistema de manejo reproductivo y genético en la finca.

b. Específicos:

1. Evaluar estadísticamente los registros de producción y reproducción.
2. Determinar las razas o cruces que mejor se comporten en las condiciones de la finca.
3. Proponer un sistema de manejo genético y reproductivo de acuerdo a los objetivos de producción de la explotación.
4. Realizar un análisis de productividad para determinar el impacto económico con la implementación de la propuesta de manejo.

DIAGNOSTICO DEL MANEJO REPRODUCTIVO Y DE LA GENÉTICA EN LA FINCA

Manejo Actual de la Genética Utilizada en la Finca

Esta finca maneja principalmente tres razas diferentes de bovinos. Estas razas se utilizan puras y cruzadas entre ellas mismas. Los objetivos del manejo actual de este recurso genético no están totalmente claros, el destino al que se trata de dirigir es hacia la obtención de buenas crías al destete. Debido a esto, la reproducción se ha manejado según los criterios de los encargados del hato y de los mismos dueños de la finca.

Anteriormente este hato, utilizaba en gran porcentaje la raza Santa Gertrudis. En ese momento se importó animales puros de esta raza desde el propio King Ranch en Texas, Estados Unidos. Se trajeron tanto toros como vacas puras. Actualmente se importa semen de toros puros Santa Gertrudis de distintas partes de Estados Unidos pero principalmente del King Ranch en el estado de Texas. Así se trató de mantener un hato puro de esta raza. También se ha utilizado el cruzamiento de Santa Gertrudis con animales Brahman Puros. Este cruzamiento sigue dando buenas crías, sin embargo, al introducir animales de raza Simmental se obtuvieron mejores resultados. Estos comportamientos han sido observados por los encargados del manejo del hato pero sin una base que cuantifique las diferencias, pues el sistema de registros era

deficiente. Actualmente se han ido implementando mejoras en los sistemas de registros, obteniendo datos fiables para realizar estudios estadísticos.

Se ha tratado de utilizar sistemas de cruzamiento rotacional y terminal, no obstante no se tenía un objetivo claro de las crías que se deseaba obtener. Este detalle se observa claramente al verificar los registros de nacimientos, en los cuales se pueden encontrar gran variedad de cruzamientos sin dirección específica.

Una de las limitaciones principales del actual manejo, es que no se tiene claro la composición racial de algunos animales, ya que anteriormente se clasificaban como puros para alguna raza o comerciales, estos últimos, se sobreentendía que eran animales media sangre, sin embargo no siempre era así, teniendo realmente un combinado de razas que es difícil de clasificar.

Con la implementación de la inseminación artificial como principal método de reproducción, y con la utilización de mejores registros, se ha ido logrando clasificar de forma más exacta los nuevos animales del hato.

Actualmente se compra semen de toros Santa Gertrudis, Simmental, Brahman y Senepol, para esto se utilizan los catálogos de toros de las siguientes casas comerciales: Ultimate Genetics, Bovine Elite, Semex, Simmenthal Fleckvieh alemán, Holstein rojo, MRI, Roja Sueca y las revistas Santa Gertrudis USA y Brahman Journal.

Manejo Actual de la Reproducción en la Finca

La reproducción en la finca se ha manejado de diferentes maneras. Han utilizado los sistemas de monta natural continua y controlada, mas recientemente se ha implementado un programa de Inseminación Artificial.

Cuando se utilizó monta natural continua, se mantenían todas las vacas en potreros con toros hasta la detección de preñez, cuando esto sucedía se trasladaban las vacas gestantes a potreros de gestación, ahí pasaban las vacas hasta el parto. Luego se enviaban las vacas con los terneros a otro potrero hasta el destete. Inmediatamente después, las vacas se enviaban nuevamente a los potreros de empadre.

El método de monta natural controlada se implementó realizando una o dos épocas de monta, el sistema utilizado no contemplaba una duración muy estricta de la monta y se utilizaba una o dos épocas por año dependiendo del criterio de los encargados del manejo del hato. Cuando se utilizó solo una época de monta por año, esta tenía una duración de 6 a 8 meses y se intentaba acomodarla para obtener una época de parición en los meses menos lluviosos del año, esto con el objetivo de evitar que las crías nacieran en los meses con mayores precipitaciones, evitando así todos los problemas del exceso de humedad en los potreros. Cuando se utilizó dos épocas de monta se procuraba que estas fueran de tres meses, separadas una de otra por tres meses, y también se trataba de evitar una época de parición en los meses mas lluviosos del año.

Al utilizar sistemas de monta natural la relación macho:hembra que se implementaba era de entre 40 a 80 vacas por toro, dependiendo de los toros que se utilizarán, si eran jóvenes a más viejos.

Actualmente, la inseminación artificial (IA) es el principal método de reproducción que se utiliza, prácticamente todas las vacas son inseminadas artificialmente. Se cuenta con seis toros (cuatro Brahman y dos Santa Gertrudis), para enviar a un potrero de empadre, las vacas que no se preñan con IA, esto después de dos servicios sin preñez.

La expectativa de manejo reproductivo es continuar con la IA, esto debido a que en el mercado de semen, se cuenta con alta calidad genética, necesaria para mejoramiento del hato. Además de que la finca dispone de los equipos y el personal calificado para los procedimientos de la técnica.

Cabe mencionar que hasta el momento no se ha implementado ningún sistema de registro reproductivo. El control de la actividad reproductiva de las vacas queda a criterio de los encargados.

La obtención de las vacas de reemplazo del hato, provienen del mismo hato, así, de las crías hembras que se destetan, se venden solamente las consideradas no aptas para el hato y el resto se queda para reemplazar las vacas viejas. Se decide mantener la mayoría de las hembras que nacen, esto, porque la finca tiene capacidad de crecimiento, no obstante el objetivo es alcanzar un equilibrio y poder vender cerca de 100 hembras por año. Debido a que no se llevan registros

reproductivos, no hay parámetros claros para determinar si una vaca debe ser reemplazada o no, esto podría estar provocando que en la finca se encuentren vacas muy viejas de deficiente actividad reproductiva.

La rotación de los toros, ha sido una técnica eficiente para evitar problemas de consanguinidad, lo cual no ha sido mayor problema, debido a que el recurso genético se utiliza para generar animales cruzados, disminuyendo así la posibilidad de aparear toros con sus hijas. Hubo problemas de consanguinidad en el pasado, principalmente en el hato Santa Gertrudis el cual en un momento se pensó en manejarlo puro, además se utilizaban sistemas de monta natural continua donde el control del apareamiento era más difícil. Esta situación actualmente está solventada debido al programa de inseminación artificial implementado, aparte de eso ya no es tan constante como antes el apareamiento para obtener crías puras Santa Gertrudis.

ANÁLISIS DE REGISTROS

Proceso de recolección y organización de los registros.

En la finca, los registros de producción, son hojas de campo en donde se anotan los nacimientos. A estos nacimientos se les asigna un código el cual es un número compuesto por el año de nacimiento de la cría y el número de parto dentro de ese mismo año. En el registro se apunta la fecha de nacimiento, el peso al nacimiento del animal, el sexo, la identificación y raza de la madre, la identificación y raza del padre y la raza de la cría, la fecha del destete de la cría y el peso logrado en ese tiempo.

Las características anteriormente descritas se recopilaron y anotaron en hojas electrónicas, los nacimientos fueron clasificados por año de nacimiento. Se obtuvo datos del año 2001 hasta el 2007, los registros de los años anteriores no fue posible conseguirlos o eran inexactos. En estas hojas se identifican a los animales mediante el código de la finca, además se les asignó un nuevo número, y es asignado de menor a mayor dependiendo de la fecha de nacimiento a través del año. Esta nueva numeración se realizó debido a que la que se utiliza en la finca es una numeración a través del año fiscal, iniciando el primer día de octubre y terminando el treinta de setiembre. Esta numeración es adecuada para los registros contables de la finca, sin embargo es poco práctica para la evaluación de la producción a través de los años.

En las hojas electrónicas del programa computacional Excel, se incluyeron otras mediciones, las cuales se calcularon con los datos existentes, así se determinó los

días requeridos para el destete, la diferencia de peso entre el nacimiento y el destete y la ganancia diaria de peso, además se determinó con mayor exactitud la raza de los animales. A las madres y las crías se les asignó un asimilado de raza.

Este asimilado es dependiente de su composición racial original y fue realizado para poder clasificar a los animales y analizar un determinado grupo.

El criterio utilizado para asignar un asimilado de raza es clasificarla dependiendo de cual es el mayor porcentaje de alguna raza en su composición racial. Así, los animales asimilados como un $\frac{1}{2}$ poseen una composición racial $\frac{1}{2}$ de una raza y $\frac{1}{2}$ de otra ó $\frac{1}{2}$ sumando el conjunto de otras. Si el grupo racial es $\frac{1}{2}$ de una raza y $\frac{1}{2}$ de otra, se clasifica en el asimilado como $\frac{1}{2}$ de alguna de las dos razas dependiendo de cuál de las dos razas tenga más interés el estudio. En este caso cuando un animal presentaba $\frac{1}{2}$ Santa Gertrudis $\frac{1}{2}$ Brahman, se clasificaba asimilado como $\frac{1}{2}$ Santa Gertrudis; si el grupo racial es $\frac{1}{2}$ Simmental $\frac{1}{2}$ Brahman, se clasificó asimilado como $\frac{1}{2}$ Simmental. Cuando el grupo racial de los animales es $\frac{5}{8}$ de una raza y $\frac{3}{8}$ de otra u otras, el animal se clasificó con un asimilado de $\frac{1}{2}$ para la raza mayoritaria. Si el grupo racial de los animales es $\frac{3}{4}$ de una raza y $\frac{1}{4}$ de otra u otras, los animales se clasificaron en un asimilado tres cuartos. Si los animales presentan un grupo racial $\frac{7}{8}$ de una raza $\frac{1}{8}$ de otra se clasificaron en el asimilado de raza pura.

Los animales de composición racial pura se clasificaron en un asimilado de raza pura, Brahman puro y Santa Gertrudis puro.

Los padres de las crías no fueron clasificadas dentro de los asimilados, debido a que casi todos los toros utilizados poseen composición racial pura.

Evaluación de los registros ganaderos de la finca.

El estudio de los registros se realizó en tres partes. Primero se obtuvieron los promedios de los registros de producción y reproducción, luego se realizaron análisis de varianza para determinar los efectos que causan diferencias importantes en las variables reproductivas y productivas de interés y por último se efectuó un análisis de componentes de varianza con el fin de estimar los valores de heredabilidad y repetibilidad de las diferentes características en el hato.

Promedios de los registros de producción.

Con los datos en las hojas electrónicas, se obtuvieron los promedios para las características productivas de las crías según su composición racial, la composición racial de las madres, la raza de los padres, el año de nacimiento, el mes de nacimiento y el sexo. Los resultados se obtuvieron con el programa SAS versión 9.1 (SAS, 2003).

Promedios de características productivas de las crías según su composición racial.

El análisis de las crías, incluyó la evaluación de las siguientes variables: peso al nacimiento, peso al destete, días al destete y ganancia diaria de peso.

En el Cuadro 1 se presentan los promedios de las variables de producción para los nacimientos registrados en la finca en el periodo evaluado.

Cuadro 1. Valores promedio de variables de producción de las crías según su asimilado de raza.

Asimilado	Nacimiento		Destete			Ganancia peso (kg/día)
	N	Peso (kg)	N	Peso (kg)	Días	
Brahman ½	107	35,95	94	213,74	245,21	0,724
Brahman ¾	331	36,94	262	218,45	241,72	0,750
Brahman puro	180	37,27	137	215,56	238,98	0,748
Santa Gertrudis ½	136	35,88	126	228,42	244,19	0,791
Santa Gertrudis ¾	15	36,07	13	213,31	231,77	0,765
Santa Gertrudis puro	80	36,77	69	213,22	244,09	0,725
Simmental ½	63	36,68	62	241,06	246,37	0,832
Simmental ¾	7	36,86	7	248,86	238,71	0,894

N: Número de observaciones

En el Cuadro 1 y en la Figura 1 se observa que en los nacimientos registrados en la finca, el grupo racial que presenta los mejores pesos al nacimiento es el Brahman

puro, seguido por el grupo Brahman $\frac{3}{4}$. También se observa que el grupo racial asimilado que presenta en promedio el más bajo peso al nacimiento es el Santa Gertrudis $\frac{1}{2}$. Los animales con grupos raciales que contienen Simmental ó Santa Gertrudis, presentan pesos promedio al nacimiento más bajos que los animales que poseen Brahman en su grupo racial. Sin embargo como se observa en la Figura 2., el grupo Simmental $\frac{3}{4}$ es el que presenta en promedio los mayores pesos al destete, seguidos por el grupo Santa Gertrudis $\frac{1}{2}$. Esta condición hace que el asimilado Simmental de esta finca sea el que presenta la mayor ganancia diaria de peso, seguidos por el asimilado Santa Gertrudis $\frac{1}{2}$ (Figura 3.). Cabe destacar que los grupos Simmental $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ y Santa Gertrudis $\frac{1}{2}$ poseen la totalidad o gran porcentaje del resto de su composición racial en Brahman. Esto nos indica que por lo menos en el caso de los animales Santa Gertrudis, las mejores crías para peso al destete y ganancia diaria de peso son las que presentan media sangre Brahman. En el caso de los animales Simmental, las mejores crías en esta finca son las que tiene mayor porcentaje de pureza de la raza, en este caso los animales $\frac{3}{4}$ son mejores que los animales $\frac{1}{2}$ para características de peso al destete y ganancia diaria de peso. Es importante observar que se analizaron menos animales Simmental que animales Brahman ó Santa Gertrudis lo que implica que la confianza de los resultados para los Simmental es menor que en los otros grupos raciales.

En las Figuras 1, 2 y 3 se presentan los valores promedio para las características peso al nacimiento, peso al destete y ganancia diaria de peso.

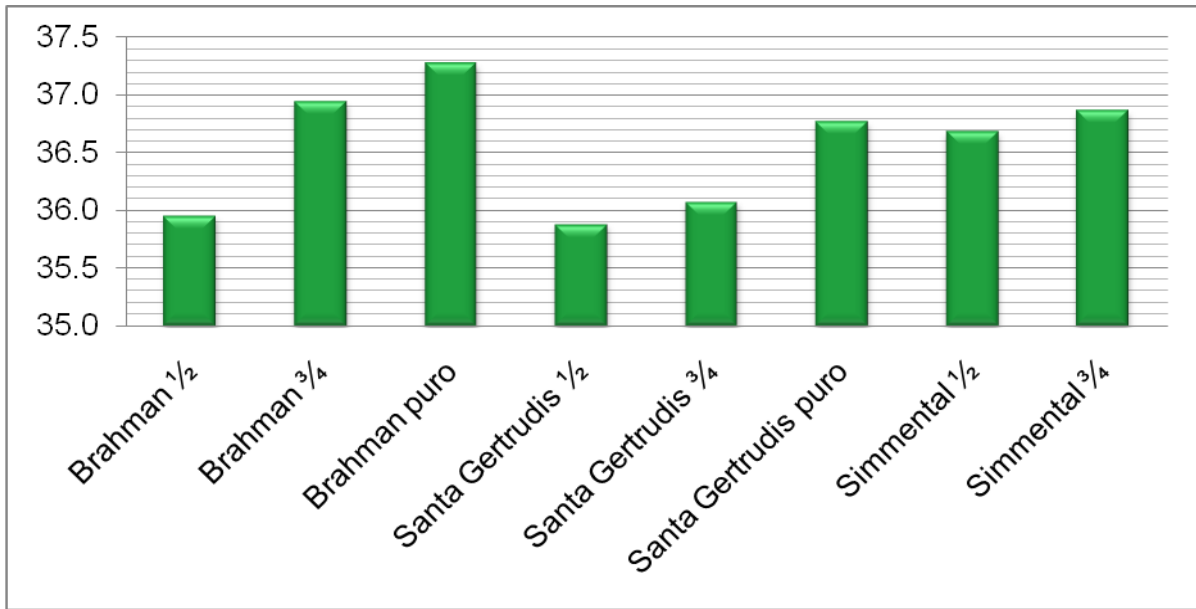


Figura 1. Valores promedio de Peso al Nacimiento (kg) según grupo racial de las crías.

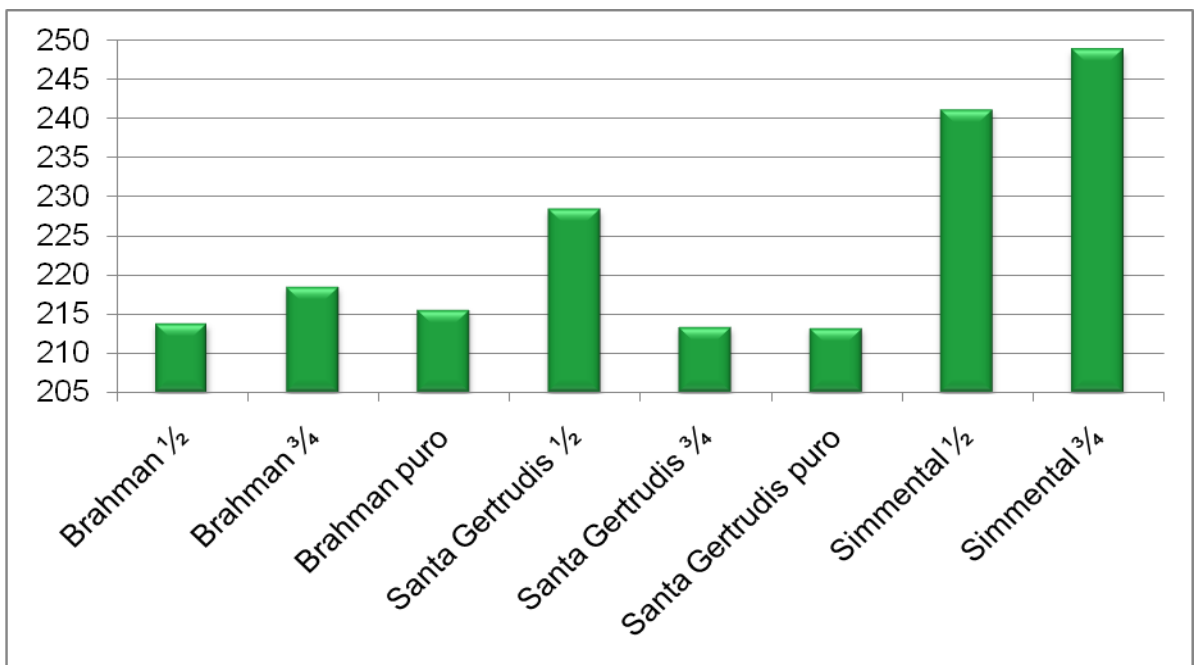


Figura 2. Valores promedio de Peso al Destete (kg) según grupo racial de las crías.

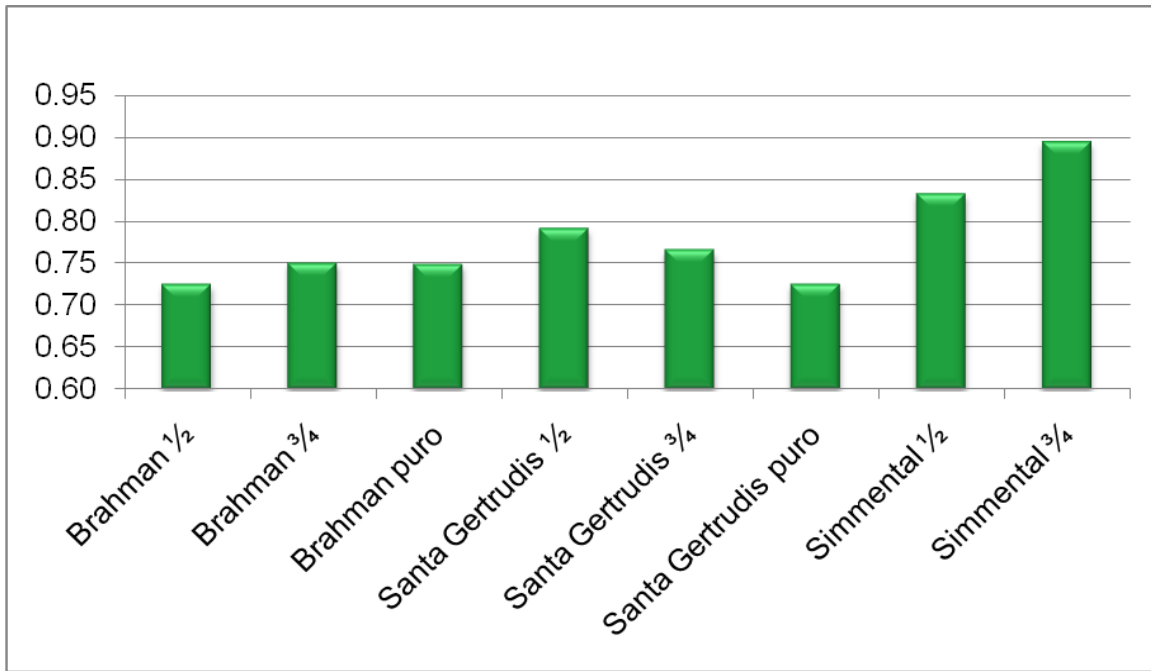


Figura 3. Valores promedio de Ganancia Diaria de Peso (kg) según grupo racial de las crías.

Promedios de características productivas de las crías según la raza del padre.

En el Cuadro 2 se presentan los promedios de las características productivas de las crías según la raza del padre.

Cuadro 2. Valores promedio de parámetros de producción de las crías según la raza de padre.

Raza Padre	Nacimiento		Destete			Ganancia peso (kg/día)
	N	Peso (kg)	N	Peso (kg)	Días	
Brahman puro	628	36,91	501	216,56	241,23	0,745
Santa Gertrudis puro	196	36,04	172	223,10	243,79	0,770
Simmental $\frac{3}{4}$	42	36,24	42	236,52	249,07	0,804
Brahman $\frac{1}{4}$ Simmental puro	47	36,76	46	240,50	244,74	0,837

N: Número de observaciones

En las Figuras 4, 5 y 6, se presentan los valores promedio de las características productivas de las crías, clasificadas según la raza del padre.

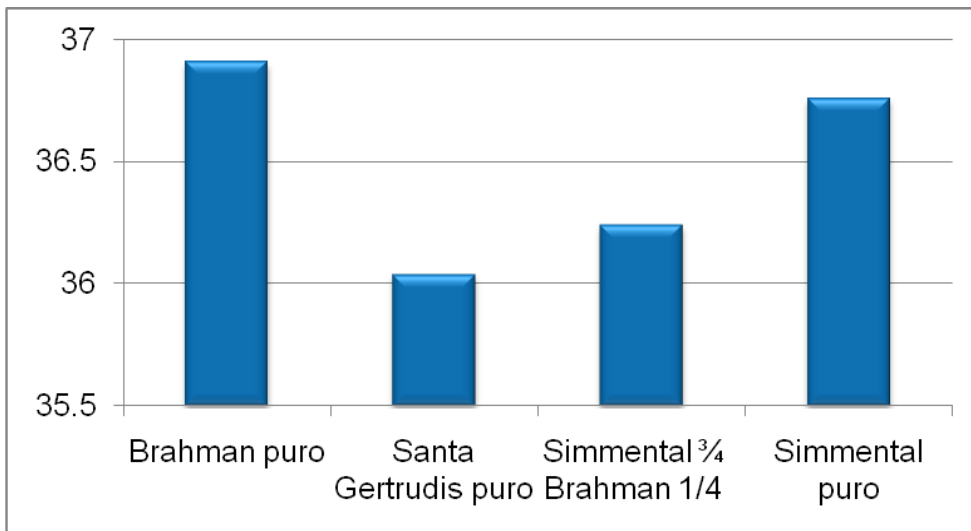


Figura 4. Valores promedio de Peso al Nacimiento (kg) de las crías clasificadas según la raza del padre.

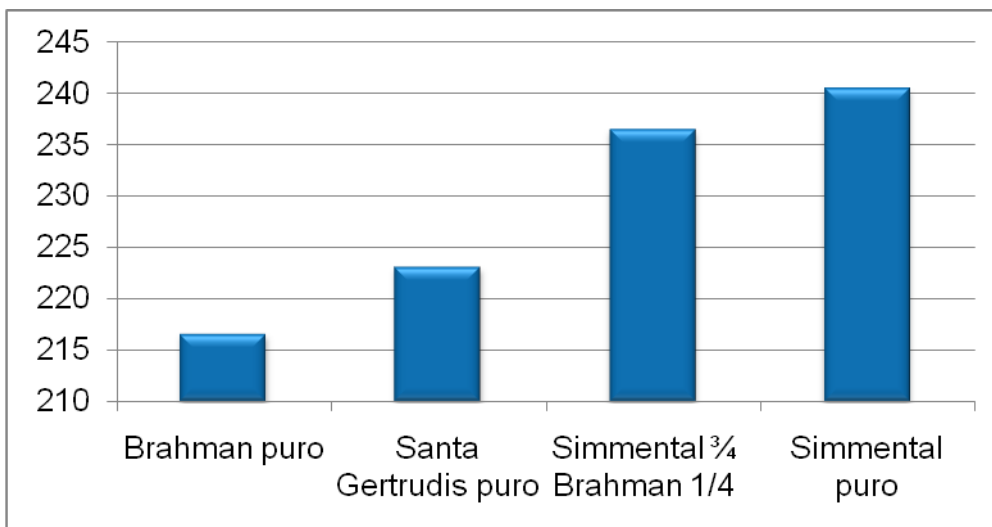


Figura 5. Valores promedio de Peso al Destete (kg) de las crías clasificadas según la raza de su padre.

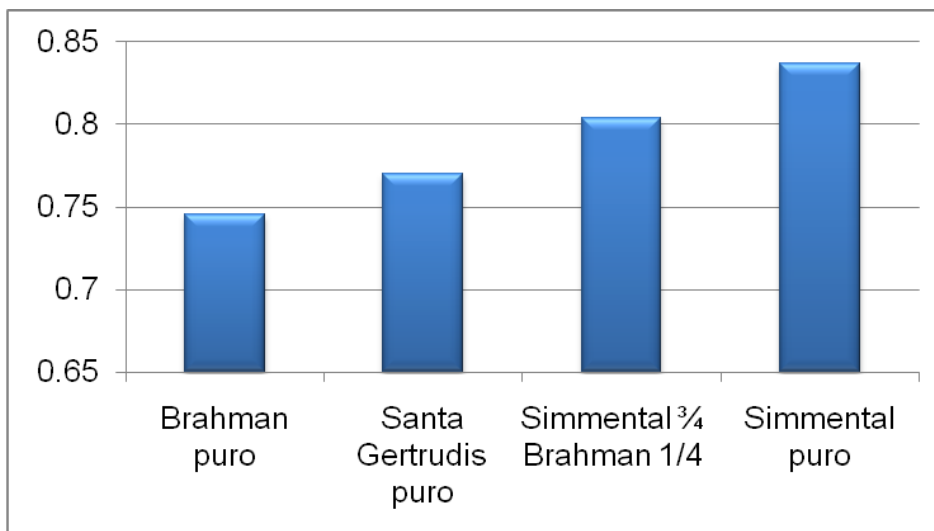


Figura 6. Valores promedio de Ganancia Diaria de Peso (kg) de las crías clasificadas según la raza de su padre.

Promedios de características productivas de las crías según la composición racial de la madre.

En el Cuadro 3 se presentan los promedios de los parámetros productivos de las crías según el grupo racial de la madre.

Cuadro 3. Valores promedio de parámetros de producción de las crías según el asimilado de raza de madre.

Composición Racial Madres	Nacimientos		Destete			Ganancia peso (kg/día)
	N	Peso (kg)	N	Peso (kg)	Días	
Brahman ½	259	36,23	206	221,42	244,24	0,757
Brahman ¾	189	37,81	146	224,14	241,05	0,775
Brahman puro	48	35,46	42	204,26	240,71	0,700
Santa Gertrudis ½	156	36,90	136	222,18	241,45	0,768
Santa Gertrudis ¾	33	35,30	29	203,76	241,31	0,700
Santa Gertrudis puro	118	36,97	101	218,15	242,95	0,748
Simmental ½	35	39,37	30	231,67	239,43	0,803
Simmental ¾	3	37,00	2	246,00	236,00	0,902

N: Número de observaciones

En las Figuras 7, 8 y 9 se presentan los valores promedio de las características productivas de las crías, clasificadas según la composición racial de la madre.

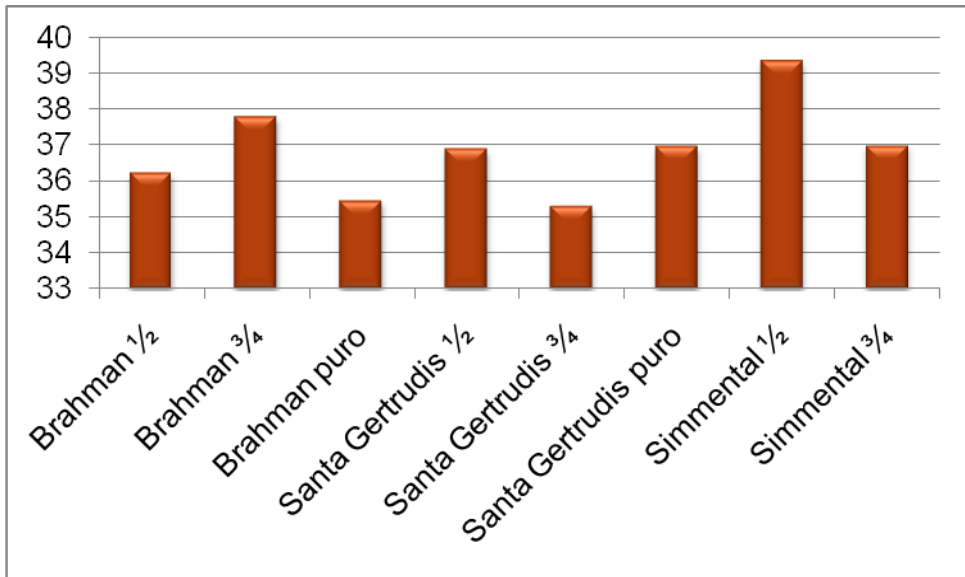


Figura 7. Valores promedio de Peso al Nacimiento (kg) de las crías clasificadas según la raza de la madre.

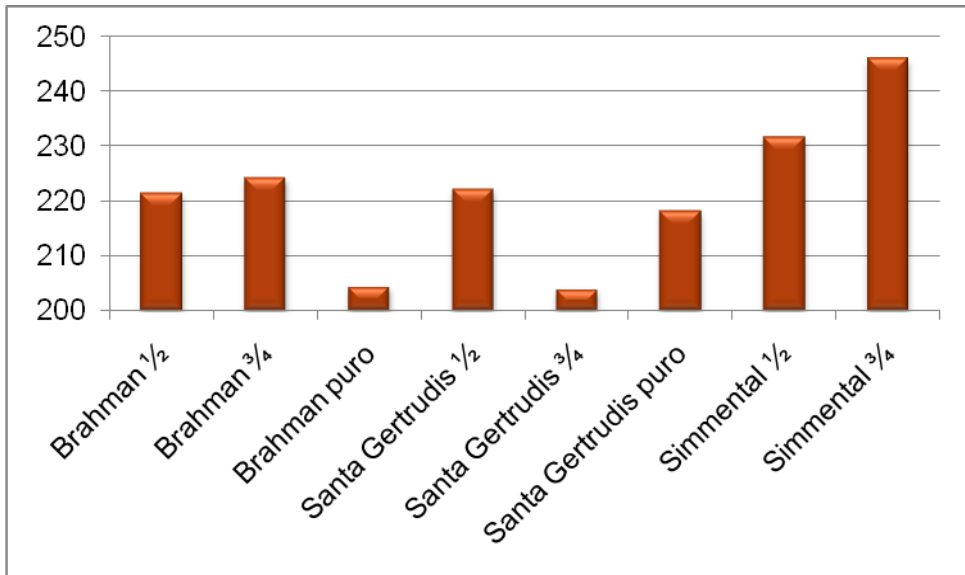


Figura 8. Valores promedio de Peso al Destete (kg) de las crías clasificadas según la raza de la madre.

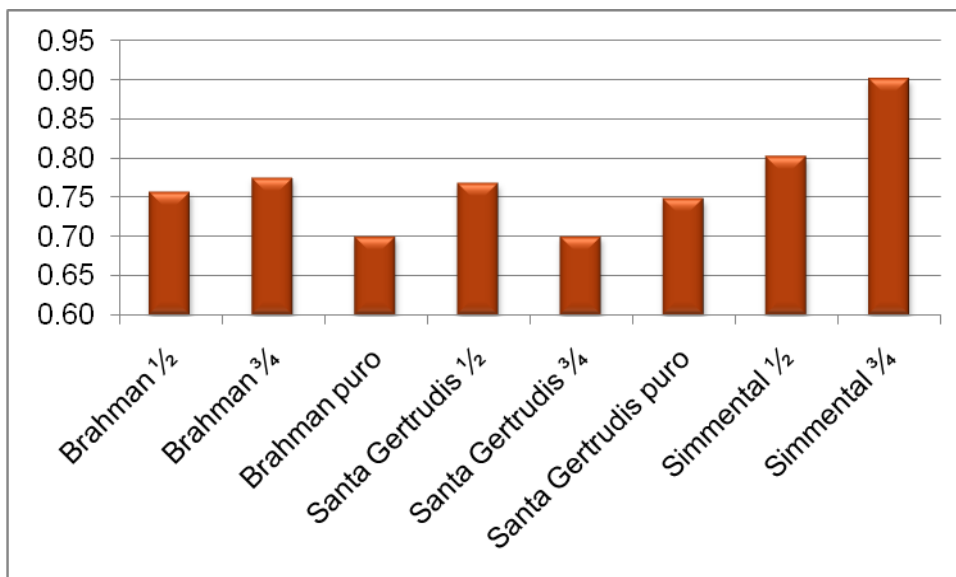


Figura 9. Valores promedio de Ganancia Diaria de Peso (kg) de las crías clasificadas según la raza de la madre.

La observación del Cuadro 2 y la Figura 4 muestran que para la variable peso al nacimiento, los mejores valores, en promedio, son los presentados por las crías de los toros Brahman puros. Del Cuadro 3 y el Figura 7, se observa que los mejores promedios de peso al nacimiento son presentados por las madres Simmental, seguido por las madres Brahman $\frac{3}{4}$. El peso promedio más bajo lo presentan las madres Brahman puras. A pesar de que las madres Simmental son las que, en promedio, paren crías más pesadas; en el Cuadro 1 se observa que las crías que nacen más pesadas son las Brahman puro; esto es debido a que son hijos de toros Brahman puros (los que presentan en promedio las crías más pesadas) y de madres Brahman $\frac{3}{4}$ (las que presentan en promedio las crías más pesadas al nacimiento).

La observación de la Figura 5, indica que las crías que tuvieron mejores pesos al destete, fueron hijos de toros Simmental, seguidos por los hijos de toros Santa Gertrudis, y por último, las crías de toros Brahman. Este comportamiento productivo podría explicarse debido a factores más genéticos, que ambientales, ya que la eficiencia en conversión, es una característica heredable, y los animales *Bos taurus*, seleccionados para producción de carne presentan generalmente mejor eficiencia alimenticia que los *Bos indicus*. Otro factor que podría estar favoreciendo estas crías, es que la madre tenga algún porcentaje Simmental o Santa Gertrudis, las cuales generalmente producen más leche que una vaca Brahman. La Figura 6 muestra una tendencia similar a la presentada en Figura 5. Las crías de toros Simmental y Santa Gertrudis, presentan mejores ganancias diarias de peso que las crías de toros Brahman. La tendencia en ambas Figuras (5y 6) es similar debido a que los días requeridos para el destete son similares para todos los animales.

La Figura 8, indica que las crías de vacas Simmental presentan los mejores pesos al destete, esto se explica debido a que estas vacas poseen una mayor capacidad de producción lechera, favoreciendo una mejor alimentación del ternero hasta el destete. Estas crías también presentan la mejor ganancia diaria de peso (Figura 9), esto confirma que los días al destete son poco variables.

En el Cuadro 4 se presenta un resumen con las razas o asimilados de raza, que presentaron los promedios más altos para las características de producción.

Cuadro 4. Resumen de mejores razas o asimilados de raza, para valores promedio de parámetros de producción observados.

Asimilado ó Raza	Nacimiento		Destete			Ganancia peso
	N	Peso (kg)	N	Peso (kg)	Días	(kg/día)
Asimilado de las crías	180	Brahman puro (37,27)	7	Simmental $\frac{3}{4}$ (248,86)	238,71	Simmental $\frac{3}{4}$ (0,894)
Asimilado de Madres	35	Simmental $\frac{1}{2}$ (39,37)	30	Simmental $\frac{1}{2}$ (231,67)	239,43	Simmental $\frac{1}{2}$ (0,803)
Raza de toros	628	Brahman puro (36,91)	46	Simmental puro (240,50)	244,74	Simmental puro (0,837)

N: Número de observaciones

Los valores entre paréntesis indican el valor promedio para cada característica de producción de las crías.

Promedios de las características productivas de las crías según grupo racial de sus progenitores.

En el Cuadro 5 se presentan los valores promedios de peso al nacimiento de las crías según grupo racial de sus progenitores.

Cuadro 5. Valores promedio de peso al nacimiento (kg) de las crías según grupo racial de sus progenitores

Asimilado Madres	Raza de toros			
	Brahman puro	Santa Gertrudis puro	Simmental $\frac{3}{4}$ Brahman $\frac{1}{4}$	Simmental puro
Brahman $\frac{1}{2}$	36,38 (201)	35,17 (35)	35,78 (18)	39,40 (5)
Brahman $\frac{3}{4}$	37,85 (137)	38,03 (33)	38,12 (8)	36,54 (11)
Brahman puro	35,33 (39)	40,00 (2)	34,20 (5)	40,00 (1)
Santa Gertrudis $\frac{1}{2}$	37,23 (118)	36,06 (15)	34,28 (7)	35,64 (14)
Santa Gertrudis $\frac{3}{4}$	35,50 (28)	33,67 (3)	40,00 (1)	0 (0)
Santa Gertrudis puro	36,94 (36)	36,90 (77)	40,66 (3)	0 (0)
Simmental $\frac{1}{2}$	40,37 (27)	0 (0)	0 (0)	36,00 (8)
Simmental $\frac{3}{4}$	37,00 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

Los valores entre paréntesis indican el número de observaciones

En el Cuadro 6 se presentan los promedios de peso al destete de las crías según grupo racial de sus progenitores..

Cuadro 6. Promedio de peso al destete de las crías según grupo racial de sus progenitores.

Asimilado Madres	Raza de toros			
	Brahman puro	Santa Gertrudis puro	Simmental $\frac{3}{4}$ Brahman $\frac{1}{4}$	Simmental puro
Brahman $\frac{1}{2}$	213,99 (150)	235,60 (33)	244,94 (18)	265,80 (5)
Brahman $\frac{3}{4}$	218,90 (100)	232,22 (27)	249,50 (8)	233,45 (11)
Brahman puro	205,33 (33)	229,00 (2)	202,00 (5)	185,00 (1)
Santa Gertrudis $\frac{1}{2}$	220,68 (101)	213,31 (13)	228,43 (7)	237,61 (13)
Santa Gertrudis $\frac{3}{4}$	206,12 (24)	201,67 (3)	192,0 (1)	 (0)
Santa Gertrudis puro	223,97 (30)	213,74 (66)	242,67 (3)	 (0)
Simmental $\frac{1}{2}$	227,00 (22)	 (0)	 (0)	244,50 (8)
Simmental $\frac{3}{4}$	246,00 (2)	 (0)	 (0)	 (0)

Los valores entre paréntesis indican el número de observaciones

En el Cuadro 7 se presentan los promedios de ganancia diaria de peso de las crías según grupo racial de sus progenitores.

Cuadro 7. Promedio de ganancia diaria de peso de las crías según grupo racial de sus progenitores.

Asimilado Madres	Raza de toros			
	Brahman puro	Santa Gertrudis puro	Simmental $\frac{3}{4}$ Brahman $\frac{1}{4}$	Simmental puro
Brahman $\frac{1}{2}$	0,731 (150)	0,808 (33)	0,854 (18)	0,872 (5)
Brahman $\frac{3}{4}$	0,760 (100)	0,801 (27)	0,821 (8)	0,819 (11)
Brahman puro	0,708 (33)	0,750 (2)	0,689 (5)	0,659 (1)
Santa Gertrudis $\frac{1}{2}$	0,758 (101)	0,766 (13)	0,762 (7)	0,845 (13)
Santa Gertrudis $\frac{3}{4}$	0,712 (24)	0,666 (3)	0,644 (1)	 (0)
Santa Gertrudis puro	0,775 (30)	0,728 (66)	0,803 (3)	 (0)
Simmental $\frac{1}{2}$	0,776 (22)	 (0)	 (0)	0,878 (8)
Simmental $\frac{3}{4}$	0,903 (2)	 (0)	 (0)	 (0)

Los valores entre paréntesis indican el número de observaciones

El peso al nacimiento presentó valores muy variables y no se distingue una diferencia clara entre ninguno de los grupos raciales de las crías, a pesar de que algunos presentan valores relativamente superiores (por ejemplo: crías de vacas Brahman puras con toros Santa Gertrudis puros y Simmental puros, además de crías de vacas Simmental 1/2 con toros Brahman puros). Con relación a los pesos al destete y las ganancias diarias de peso, se puede observar mayores promedios en los grupos con progenitores de la raza Simmental.

Promedios de características productivas de las crías clasificadas por identificación del padre.

En la finca se han utilizado gran cantidad de toros, sin embargo, en el Cuadro 8, se analizan los 24 que han sido utilizados con mayor regularidad y de los cuales se cuenta con mayor información. Se reportan los promedios para peso al nacimiento, peso al destete, días al destete y ganancia diaria de las crías.

Cuadro 8. Promedio de las crías clasificadas según identificación del padre.

Nombre del Toro	Raza	N	Peso al nacimiento (kg)	N	Peso al destete (kg)	Días al destete	Ganancia peso (kg/día)
ABUELO	BR	21	36,52	8	208,50	236,37	0,725
AUTOBAM	SM	13	37,77	13	238,61	236,30	0,855
BRONNI	SM3/4	42	36,24	42	236,52	249,07	0,804
CARAVACA	SG	39	37,97	38	236,84	252,52	0,790
CHEREPO	BR	76	39,05	49	226,14	242,92	0,765
ELROJO	BR	158	37,11	142	215,79	238,39	0,751
EMBRION	BR	57	37,03	34	202,38	237,70	0,691
FLASH	SG	51	34,31	49	219,71	243,81	0,767
HATCHET	SG	17	43,00	15	209,73	244,07	0,686
JOSCO	BR	18	36,28	8	211,25	242,62	0,715
KINGR	SG	10	33,20	10	221,90	250,90	0,758
KingRanch	SG	9	32,44	9	244,22	245,11	0,865
LORENZO	BR	78	35,38	75	214,41	246,95	0,726
MAKELLAR	SM	21	37,48	20	252,15	251,90	0,855
MELITO	BR	52	35,04	49	209,51	237,77	0,739
NIETO	SG	11	35,00	3	168,33	221,66	0,592
PADRINO	SG	13	35,92	9	195,67	225,78	0,708
PARTNER	SG	18	37,28	18	199,67	238,22	0,684
PEINADO	BR	58	36,09	36	198,78	239,47	0,671
PALMA	BR	30	38,27	29	238,48	250,34	0,801
ROJOBUENO	BR	18	38,67	14	217,93	238,64	0,745
ROJOSUGAR	BR	38	36,84	35	234,03	238,97	0,829
RayGun	BR	21	37,62	20	223,15	248,65	0,748
RedeyedJack	SM	12	34,17	12	221,25	244,83	0,767

N: número de observaciones

Los resultados del cuadro anterior presentan cierta congruencia con los expuestos en el Cuadro 2. De forma general, los toros que tienen las crías más pesadas al nacimiento, son de la raza Brahman y los toros que tienen las crías más pesadas al destete y con mejores ganancias diarias de peso, son los Simmental.

También se observa que los toros Santa Gertrudis presentan valores muy variables para los pesos al destete de sus crías, encontrándose inclusive que las crías de algunos de ellos presentan valores promedios para pesos al destete más altos que los presentados por algunos toros Brahman y Simmental. Una posible causa de esto, podría ser, que las mejores vacas hayan sido apareadas más frecuentemente con toros Brahman o Simmental y no con toros Santa Gertrudis. También, podría deberse a un efecto de consanguinidad en el hato Santa Gertrudis. Es importante determinar si esta variación es debida a condiciones ambientales ó es un problema de manejo genético o reproductivo o ambos. A pesar de esto, las crías Santa Gertrudis puras, presentan promedios de pesos al destete y ganancias diarias más bajos que las crías de toros Brahman y Simmental.

Promedios de características productivas de las crías según año de nacimiento, mes de nacimiento y sexo.

Las características productivas podrían estar influenciadas por la época del año. La zona de Guanacaste es caracterizada por una estación seca muy marcada y alta precipitación en la estación lluviosa. Esta variación climática afecta los rendimientos

productivos, debido a aspectos relacionados como por ejemplo, una mayor cantidad y calidad de forraje disponible en la época lluviosa o a la dificultad de las labores de manejo en suelos arcillosos.

En los Cuadros 9 y 10 se presentan los valores promedios para las características productivas de las crías por año de nacimiento y por mes de nacimiento, respectivamente.

Cuadro 9. Promedios de peso al nacimiento, peso al destete y ganancia diaria de peso de las crías por año de nacimiento.

Año de Nacimiento	Nacimiento		Destete			Ganancia peso
	N	Peso (kg)	N	Peso (kg)	Días	(kg/día)
2001	42	34,24	41	237,00	234,51	0,87
2002	63	34,14	61	233,75	246,06	0,81
2003	104	35,36	96	203,67	245,60	0,69
2004	127	36,66	125	232,79	249,87	0,79
2005	115	35,41	113	218,25	237,13	0,77
2006	219	39,31	210	233,24	247,97	0,78
2007	244	36,61	116	188,40	227,94	0,66

N: Número de observaciones

Cuadro 10. Promedios de las variables productivas de las crías por mes de nacimiento.

Mes de nacimiento	Peso al nacimiento (kg)	Peso al destete (kg)	Días al destete	Ganancia peso (kg/día)
Enero	36,66	233,78	239,36	0,83
Febrero	35,00	232,79	239,66	0,83
Marzo	37,13	224,65	239,74	0,78
Abril	36,98	214,06	240,85	0,73
Mayo	37,29	205,24	238,77	0,70
Junio	37,32	218,59	246,81	0,73
Julio	36,48	205,87	244,24	0,70
Agosto	38,43	219,36	242,90	0,74
Setiembre	36,18	221,66	244,13	0,76
Octubre	35,43	223,89	252,62	0,75
Noviembre	37,88	219,93	242,63	0,74
Diciembre	35,75	233,92	243,67	0,81

El promedio de peso al nacimiento a través de los años analizados presenta una leve tendencia a aumentar. Sin embargo este aumento no ha incidido en el promedio de peso al destete, el cual ha ido descendiendo al igual que la ganancia diaria de peso.

En el Cuadro 11 se presentan los valores promedios de las características productivas de las crías según el sexo.

Cuadro 11. Valores promedio de parámetros de producción de las crías según el sexo de la cría.

Sexo de la cría	Peso al nacimiento (kg)	Peso al destete (kg)	Días al destete	Ganancia peso (kg/día)
Hembra	36,24	210,18	243,79	0,714
Macho	37,09	230,43	241,16	0,802

Al nacimiento, la diferencia de pesos entre machos y hembras es mínima. Para las características de peso al destete y ganancia diaria de peso, los resultados muestran que los machos alcanzan mayores pesos al .destete con mejor ganancia diaria, este comportamiento productivo es normal debido a que los machos presentan una mayor eficiencia alimenticia que las hembras.

Análisis de Factores que Generan Varianza en las Características Productivas.

En este diagnóstico se analizaron los efectos de algunas fuentes de variación sobre las características de producción: peso al nacimiento, peso al destete y ganancia diaria de peso.

Los datos fueron editados excluyendo grupos raciales de madres y padres con muy pocas observaciones. De esta forma, se eliminaron las madres Simmental $\frac{1}{2}$, Simmental $\frac{3}{4}$ y los padres Simmental puros. También se excluyeron padres y madres de raza desconocida y nacimientos anteriores al año 2000 inclusive. Por esta razón los promedios que se presentan en este análisis no necesariamente son los mismos que los presentados en la sección anterior.

Los resultados se obtuvieron con el programa estadístico SAS versión 9.1 (SAS, 2003).

Peso al nacimiento.

El análisis de varianza para esta característica se realizó utilizando un modelo Anova con covariables. En el modelo se incluyó los factores: raza de padre, raza de madre, sexo y sus interacciones, además, el efecto simple del año de nacimiento y como covariables, los efectos simples y cuadráticos del mes de nacimiento anidado dentro de año.

La ecuación del modelo utilizado es la siguiente:

$$Y_{ijklmn} = \mu + P_i + D_j + (PD)_{ij} + S_k + (PS)_{ki} + (DS)_{kj} + \beta_1 A_l + B_2 M_{l(l)} + B_{22} M^2_{l(l)} + e_{ijklmn}$$

Donde:

Y_{ijklmn} = Peso al nacimiento.

μ = media general.

P_i = efecto de la raza del padre.

D_j = efecto de la raza de la madre.

PD_{ij} = Interacción raza de madre*raza de padre.

S_k = efecto del sexo.

PS_{ki} = Interacción sexo*raza de padre.

DS_{kj} = interacción sexo*raza de madre.

β_1 = efecto lineal simple del año de nacimiento

A_l = año de nacimiento.

$B_{2(l)}$ = efecto lineal simple del mes de nacimiento dentro de año

$B_{22(l)}$ = efecto cuadrático del mes de nacimiento dentro de año

M_l, M^2 = efectos lineal y cuadrático del mes de nacimiento

e_{ijklmn} = Residual

Se determinó que para esta variable, las fuentes que causan diferencias significativas ($P \leq 0,05$), son la raza de madre, la interacción sexo*raza del padre y los

efectos lineal y cuadrático del mes de nacimiento dentro de año. Las diferencias entre razas de madre se evaluaron utilizando la prueba de Duncan.

En el Cuadro 12 se presenta la comparación entre los promedios de peso al nacimiento de las crías de las diferentes razas de madre. Se determinó que las madres de grupo racial Brahman $\frac{3}{4}$, paren los terneros más pesados ($P \leq 0,05$) con respecto a los grupos raciales Brahman $\frac{1}{2}$ y Brahman puro, no así con las Santa Gertrudis puras y media sangre. Se hace notar que el grupo de madres Simmental $\frac{3}{4}$, a pesar de haber obtenido el promedio más alto de peso de la cría al nacimiento (Cuadro 3.), fue excluido del presente análisis debido al poco número de observaciones ($n=35$).

Cuadro 12. Valores promedio de peso al nacimiento de las crías, según la raza de la madre.

Raza de madre	N	Peso nacimiento* (kg)
Brahman $\frac{3}{4}$	177	37,90 ^a
Santa Gertrudis puro	116	37,01 ^{ba}
Santa Gertrudis $\frac{1}{2}$	137	36,99 ^{ba}
Brahman $\frac{1}{2}$	254	36,17 ^{bc}
Brahman puro	46	35,41 ^c

N: Número de observaciones

***letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$)**

Peso al destete

El análisis de varianza para esta característica se realizó utilizando un modelo Ancova. En el modelo se incluyó los factores: raza de padre, raza de madre, sexo y sus interacciones, el efecto simple del año de nacimiento y como covariables, los efectos simples y cuadráticos del mes de nacimiento anidado dentro de año, además del efecto simple del peso al destete dentro de la interacción raza de padre*sexo.

La ecuación del modelo utilizado es la siguiente:

$$Y_{ijklmn} = \mu + P_i + D_j + (PD)_{ij} + S_k + (PS)_{ki} + (DS)_{kj} + \beta_1 A_l + B_2 M_{l(i)} + B_{22} M_{l(i)}^2 + B_3 H_{(ki)} + e_{ijklmn}$$

Donde:

Y_{ijklmn} = Peso al destete.

μ = media general.

P_i = efecto de la raza del padre.

D_j = efecto de la raza de la madre.

PD_{ij} = Interacción raza de madre*raza de padre.

S_k = efecto del sexo.

PS_{ki} = Interacción sexo*raza de padre.

DS_{kj} = interacción sexo*raza de madre.

β_1 = efecto lineal simple del año de nacimiento

A_l = año de nacimiento.

$B_{2(l)}$ = efecto lineal simple del mes de nacimiento dentro de año.

$B_{22(l)}$ = efecto cuadrático del mes de nacimiento dentro de año.

M_m, M_m^2 = efectos lineal y cuadrático del mes de nacimiento.

$H_{\bar{n}}$ = días al destete.

$B_{3(ki)}$ = efecto lineal simple de los días al destete dentro de la interacción

sexo*raza de padre.

e_{ijklmn} = Residual.

Para esta característica, el análisis de varianza, indica que las variables que generan diferencias significativas ($P \leq 0,05$), son la raza de la madre, la raza del padre, el año de nacimiento, el efecto lineal simple y cuadrático del mes de nacimiento dentro de año y el efecto lineal simple de los días al destete dentro de la interacción sexo*raza de padre.

Este análisis se realizó con los mismos grupos raciales, que se utilizaron en el análisis de varianza del peso al nacimiento. La cantidad de datos es menor que al anterior análisis debido a que algunos de los datos de nacimiento registrados en el peso al nacimiento, a la fecha de la recolección de datos aún no habían sido destetados por lo tanto no se tienen los datos de pesos al destete, días al destete y ganancia diaria de peso.

En Cuadro 13 se observa los promedios de pesos al destete y su diferencia según la raza de las madres.

Cuadro 13. Promedio de peso al destete de las crías, según la raza de la madre

Raza de Madre	N	Peso al destete* (kg)
Brahman $\frac{3}{4}$	134	223,739 ^a
Santa Gertrudis $\frac{1}{2}$	118	220,585 ^a
Brahman $\frac{1}{2}$	201	220,313 ^a
Santa Gertrudis puro	99	217,717 ^a
Brahman puro	40	206,100 ^b

N: Número de observaciones

***letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas**

Del Cuadro 13 se deduce que ninguna raza de madre analizada presentó una superioridad importante sobre las demás, lo que si se observa es como las madres de raza Brahman puras presentan los menores pesos al destete, y esta diferencia si es importante estadísticamente con respecto al peso al destete de las crías de los demás grupos raciales de madres.

La raza de la madre, es un factor importante que influencia el peso al destete de la cría. Según Lasley (1982) ésta influencia es tanto ambiental como genética. El aspecto ambiental incluye la nutrición del embrión en el útero y la influencia sobre la cría después del nacimiento, principalmente por la producción de leche de la vaca.

El comportamiento de esta característica productiva para dicho grupo racial, es esperada, debido a que estas madres por ser de origen cebú, presentan una menor producción de leche, comparada con las madres que presentan un porcentaje de sangre *Bos taurus* en su composición racial. Es importante mencionar que el factor determinante para obtener los mejores pesos al destete (según el Cuadro 13) no es

la proporción de *Bos taurus* sobre la composición racial de la madre. Esto se fundamenta al observar que las madres Santa Gertrudis, con 5/8 de su composición genética Shorthorn (*Bos taurus*) no fueron las que presentaron las crías más pesadas al destete.

De este análisis se puede derivar la tesis, que la interacción entre el genotipo y el ambiente es muy importante en estas condiciones de producción. Se sabe que las madres Santa Gertrudis tienen una mayor capacidad genética para producir leche, aportando mayor cantidad de alimento al ternero contribuyendo en los destetes más pesados. Sin embargo estas madres podrían estar viendo comprometida su producción láctea debido a las difíciles condiciones climáticas. Esto aunque la Santa Gertrudis haya sido diseñada con 3/8 de sangre cebuina para soportar condiciones climáticas duras como las de sur de los Estados Unidos.

En cambio, las madres con mayor porcentaje de sangre cebuina presentan una mayor adaptabilidad a condiciones adversas, como los presentados en la región de Cañas Guanacaste donde la temperatura y la lluvia son muy variables.

En el Cuadro 14 se presenta el promedio de los pesos al destete y su diferencia, según la raza del padre.

Cuadro 14. Valores promedio de peso al destete de las crías, según la raza del padre.

Raza de Padre	N	Peso al destete* (kg)
Simmental $\frac{3}{4}$ Brahman $\frac{1}{4}$	41	237,610 ^a
Santa Gertrudis puro	138	222,833 ^b
Brahman puro	413	216,944 ^b

N: Número de observaciones

***letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas**

En el Cuadro 14 se observa que hay una diferencia significativa en los pesos de destete de los terneros hijos de toros Simmental con respecto a los hijos de los toros Brahman y Santa Gertrudis. A pesar de que el principal factor para obtener altos pesos al destete es un adecuado manejo alimenticio y sanitario, el genotipo de los padres y del propio animal, también es muy importante, así la raza de la madre influye en el desarrollo del ternero mediante el aporte alimenticio según su producción láctea. Podría pensarse que la raza del padre es un factor ajeno al desarrollo del ternero en la etapa del destete, sin embargo Lasley (1982) menciona estudios realizados en Estados Unidos en donde se determinó que la capacidad para obtener aumentos de peso rápido y eficiente es heredable. Por lo tanto, toros que han tenido eficientes pesos al destete, tendrán crías con buenos pesos al destete en igualdad de condiciones.

Otro factor que causa varianza importante en los pesos al destete de los terneros, son los días al destete. Es importante recordar que el manejo del tiempo al destete

es en principio, constante para todos los animales de la finca, aproximándose a los 8 meses, ya que la destetada se realiza una vez por mes.

El análisis estadístico, indica una diferencia importante en los resultados de los pesos al destete según los días al destete. Es probable que para algunas crías según su sexo y raza de su padre, se desteten a diferente edad que el resto de los terneros.

En el Cuadro 15 se presentan los promedios de pesos al destete de las crías dependiendo de su sexo.

Cuadro 15. Promedio de peso al destete de las crías, según el sexo

Sexo	N	Peso al destete* (kg)
Machos	291	229,65 ^a
Hembras	301	210,18 ^b

N: Número de observaciones

***letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas**

El Cuadro 15 indica que según la prueba de Duncan, si existe diferencia significativa en los valores de promedio de peso al destete entre machos y hembras.

Ganancia diaria de peso

El análisis de varianza para esta característica se realizó utilizando un modelo Ancova. En el modelo se incluyó los factores: raza de padre, raza de madre, sexo y sus interacciones, el efecto simple del año de nacimiento y como covariables, los efectos simples y cuadráticos del mes de nacimiento anidado dentro de año, además del efecto simple del peso al destete dentro de la interacción raza de padre*sexo.

La ecuación del modelo utilizado es la siguiente:

$$Y_{ijklmn} = \mu + P_i + D_j + (PD)_{ij} + S_k + (PS)_{ki} + (DS)_{kj} + \beta_1 A_l + B_2 M_{l(1)} + B_{22} M_{l(1)}^2 + B_3 H_{(ki)} + e_{ijklmn}$$

Donde:

Y_{ijklmn} = Ganancia diaria de peso.

μ = media general.

P_i = efecto de la raza del padre.

D_j = efecto de la raza de la madre.

PD_{ij} = Interacción raza de madre*raza de padre.

S_k = efecto del sexo.

PS_{ki} = Interacción sexo*raza de padre.

DS_{kj} = interacción sexo*raza de madre.

β_1 = efecto lineal simple del año de nacimiento

A_l = año de nacimiento.

$B_{2(l)}$ = efecto lineal simple del mes de nacimiento dentro de año

$B_{22(l)}$ = efecto cuadrático del mes de nacimiento dentro de año

M_m, M_m^2 = efectos lineal y cuadrático del mes de nacimiento

$H_{\bar{n}}$ = días al destete.

$B_{3(ki)}$ = efecto lineal simple de los días al destete dentro de la interacción

sexo*raza de padre.

e_{ijklmn} = Residual

Para esta característica se observó que los resultados son similares a los presentados en los pesos al destete.

Los factores que generan variaciones estadísticas importantes en los resultados ($P \leq 0,05$), son los mismos presentados en el análisis de pesos al destete a excepción del efecto lineal simple y cuadrático de mes de nacimiento dentro de año.

Este comportamiento se explica, debido a que si los días al destete son aproximadamente constantes para todos los terneros, los animales con mayores pesos al destete serán los de mayor ganancia diaria de peso.

Podría haber alguna variabilidad en los días de destete, por lo que es posible que los animales con mayores pesos al destete no sean los que tengan las mejores ganancias diarias, esto por que, el hecho de tener un mayor peso al destete podría deberse a que se destetó con mayor edad, favoreciendo a tener una mejor alimentación a base de leche. Sin embargo, si la variación en los días al destete no

es muy alta y es un proceso no manipulado dependiendo de raza o sexo, los promedios de los resultados de ganancia diaria de peso deben ser congruentes con los resultados de los promedios de pesos al destete.

Es importante señalar, que las variaciones en los días al destete, podrían ser originadas casualmente, debido a las labores propias del manejo de destete.

El efecto del sexo de la cría sobre la eficiencia de las ganancias de pesos diarias, es importante debido a que los machos son convertidores más eficientes que las hembras.

En el Cuadro 16 se presentan los promedios de ganancias de pesos de las crías y sus diferencias, según la raza de la madre.

Cuadro 16. Valores promedio de ganancia diaria de peso de las crías, según la raza de la madre

Raza de Madre	N	Ganancia peso (kg/día)
Brahman $\frac{3}{4}$	134	0,773 ^a
Santa Gertrudis $\frac{1}{2}$	118	0,760 ^a
Brahman $\frac{1}{2}$	201	0,754 ^a
Santa Gertrudis puro	99	0,745 ^a
Brahman puro	40	0,708 ^b

N: Número de observaciones

***letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas**

En el Cuadro 17 se presentan los valores promedio de las ganancias diarias de peso de las crías y sus diferencias, según la raza de padre.

Cuadro 17. Valores promedio de ganancia diaria de peso de las crías, según la raza del padre

Raza de Padre	N	Ganancia peso (kg/día)
Simmental $\frac{3}{4}$ Brahman $\frac{1}{4}$	41	0.808 ^a
Santa Gertrudis puro	138	0.765 ^b
Brahman puro	413	0.746 ^b

N: Número de observaciones

***letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas**

En el Cuadro 18 se presentan los valores promedio de las ganancias diarias de peso de las crías dependiendo del sexo.

Cuadro 18. Promedio de ganancia diaria de peso de las crías, según el sexo

Sexo	N	Ganancia peso (kg/día)
Machos	291	0,797 ^a
Hembras	301	0,714 ^b

N: Número de observaciones

***letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas**

El Cuadro 18 indica que según la prueba de Duncan, si existe diferencia significativa en los valores de promedio de ganancia diaria de peso entre machos y hembras.

Evaluación estadística de los registros reproductivos

En esta finca, los registros que se llevan son los datos de producción de los nacimientos. No se ha considerado hasta hace poco tiempo, llevar otro tipo de registros como los de características reproductivas.

La información reproductiva con que se cuenta para cada vaca es la obtenida de los mencionados registros productivos. Para realizar el diagnóstico de la actividad reproductiva, fue necesario hacer registro específico, en donde se clasificó la información de nacimientos para cada vaca. Se anotó la identificación de la vaca, el año de nacimiento, la raza, fecha y número de partos conocidos, así como las características productivas de cada una de las crías. Con esta información, se pudo calcular intervalo entre partos (IEP) consecutivos, el periodo abierto para cada intervalo entre parto y un eficiencia reproductiva, en donde el 100% de eficiencia es un intervalo entre parto de un año. Para calcular el periodo abierto en cada intervalo entre parto, se restó al intervalo entre partos un valor de gestación aproximado. Este valor de gestación (287 días) es un valor promedio, debido a que en la finca se utilizan varias razas o grupos raciales de vacas.

El nuevo registro contiene información importante pero limitada para un estudio completo de la situación reproductiva, esto porque hay vacas de las que no se tiene información ya que mostraron actividad reproductiva antes de iniciar la implementación de registros en la finca. Esto impidió por ejemplo saber con exactitud si tuvo partos anteriores a los registrados y cuantos fueron, además no se puede determinar la edad al primer parto.

Sin embargo con la información disponible, se realizó un análisis estadístico para las variables: Intervalo entre parto, periodo abierto y eficiencia reproductiva utilizando un modelo del tipo Ancova que incluyó la raza de la vaca como variable de clasificación y el año de nacimiento de la vaca como covariable.

La ecuación del modelo utilizado es la siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + \beta_1 A_j + e_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Intervalo entre parto/Eficiencia Reproductiva/Periodo abierto

μ = media general.

R_i = efecto de la raza de la vaca.

β_1 = efecto lineal del año de nacimiento.

A_j = Año de nacimiento de la vaca

El efecto de la raza de la vaca fue significativo ($P \leq 0,05$) en todas las variables evaluadas. En el Cuadro 19 se presentan los promedios de las características reproductivas de las vacas según su composición racial.

Cuadro 19. Valores promedios de características reproductivas de las vacas según su composición racial

Grupo racial de las vacas	N	Intervalo entre parto (días)	Periodo abierto (días)	Eficiencia reproductiva (%)
Brahman $\frac{1}{2}$	173	450,54 ^b	163,54	81,01
Brahman $\frac{3}{4}$	108	437,73 ^b	150,73	83,38
Brahman puro	26	482,81 ^{ab}	195,81	75,60
Santa Gertrudis $\frac{1}{2}$	109	442,57 ^b	155,57	82,47
Santa Gertrudis $\frac{3}{4}$	22	508,95 ^a	221,95	71,72
Santa Gertrudis puro	73	511,53 ^a	226,04	71,35
Simmental $\frac{1}{2}$	19	455,89 ^b	168,89	80,06

N: Número de observaciones

***Intervalos entre partos con letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas**

En el Cuadro 19y en las Figuras 10, 11 y 12, se observa que para la característica IEP, el grupo racial que presenta el mejor promedio es el Brahman $\frac{3}{4}$, sin embargo las diferencias con las vacas Brahman (puras y $\frac{1}{2}$), Simmental y Santa Gertrudis $\frac{1}{2}$ no fueron significativas. Las vacas Santa Gertrudis puras y Santa Gertrudis $\frac{3}{4}$, presentaron los promedios más largos para esta característica, con diferencias significativas con los demás grupos raciales, excepto con las Brahman puras.

A pesar de que la diferencia entre vacas Santa Gertrudis puras y Santa Gertrudis $\frac{3}{4}$ no es estadísticamente significativo para esta característica, sí es significativo con relación a las vacas Santa Gertrudis $\frac{1}{2}$. Es importante recordar que en este grupo el 50 % restante en su composición racial puede incluir la raza Brahman y que estas presentan en promedio los IEP más cortos.

Cabe mencionar que las vacas Simmental analizadas podrían tener también hasta un 50% de la raza Brahman, lo que indica que, es posible, que la inclusión de raza Brahman sea un factor importante para obtener IEP más cortos.

Al comparar los resultados de grupos de las vacas Brahman entre sí, se observa que no hay diferencia significativa entre estas, no obstante el promedio de IEP es mayor en las vacas Brahman puras.

Con relación al periodo abierto y a la eficiencia reproductiva los grupos raciales mostraron exactamente el mismo patrón de respuesta, por lo tanto, se sugiere que desde el punto de vista reproductivo el genotipo preferido para una vaca sería el Brahman media sangre o tres cuartos.

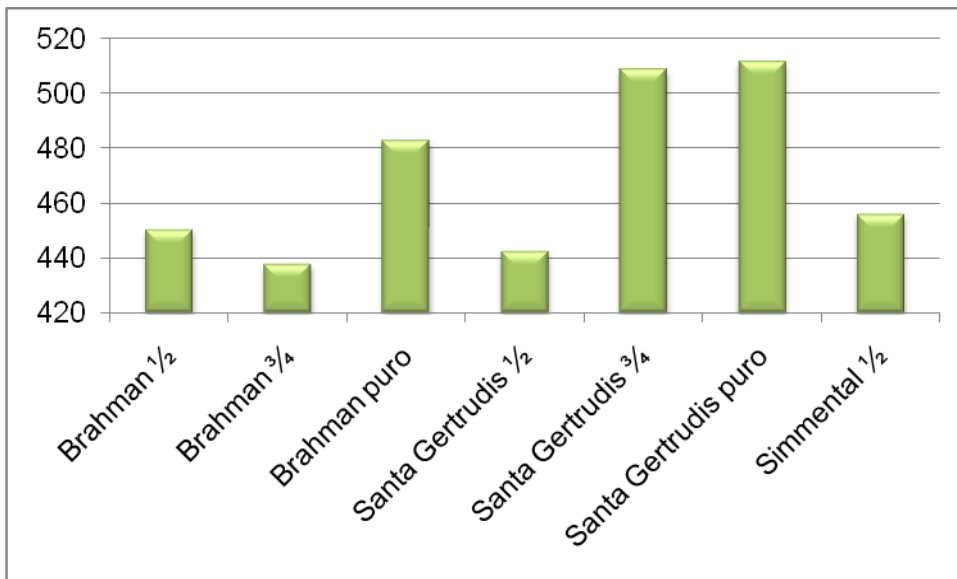


Figura 10. Valores promedio de Intervalo Entre Partos de las Vacas, clasificadas según su grupo racial.

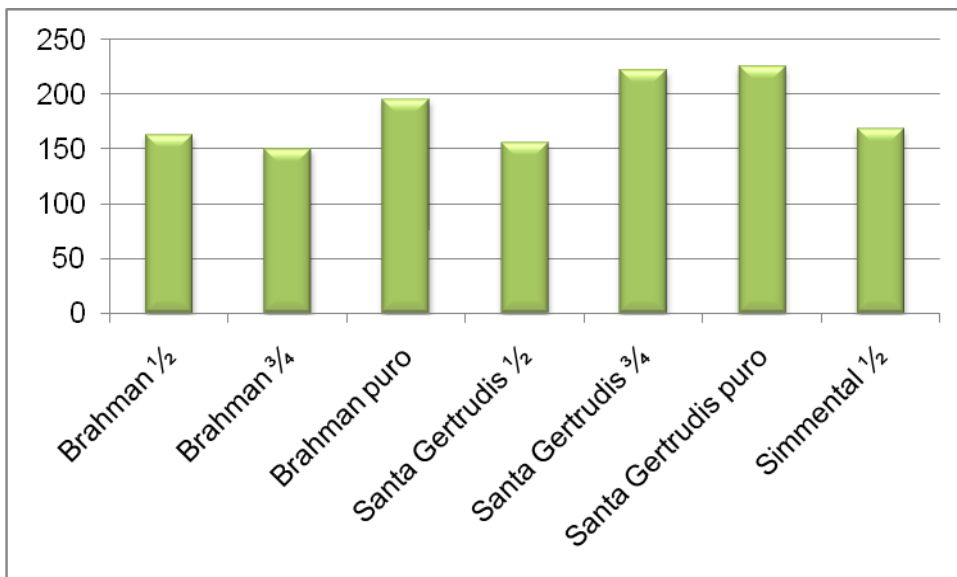


Figura 11. Valores promedio de Periodos Abiertos (Días) de las Vacas, clasificadas según su grupo racial.

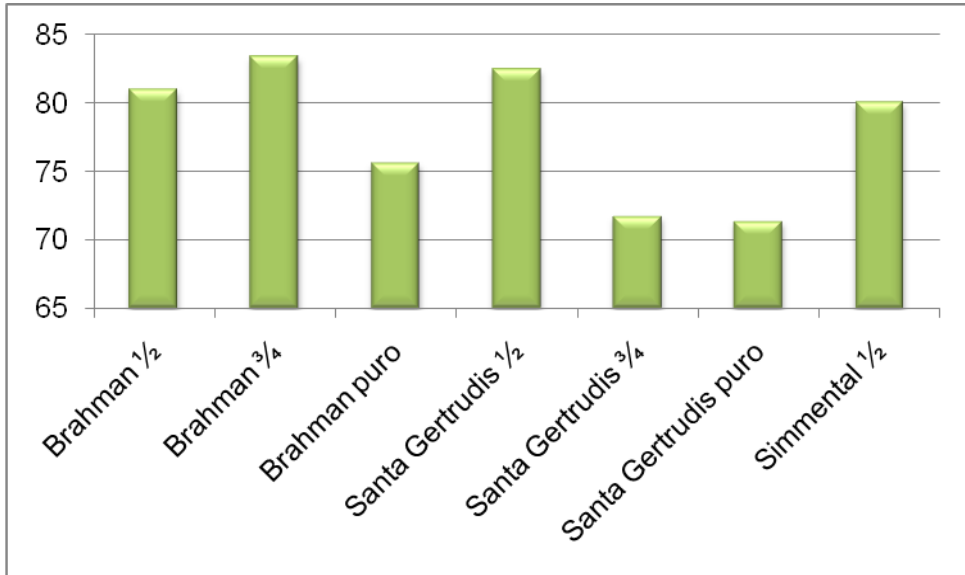


Figura 12. Valores promedio de Eficiencia Reproductiva de las Vacas, clasificadas según su grupo racial.

Estimación de los índices de Heredabilidad y Repetibilidad

Como parte del diagnóstico, se estimaron los valores de heredabilidad y repetibilidad para características productivas y reproductivas presentadas en la población en estudio.

La estimación de la heredabilidad, se realizó con ayuda del programa computacional estadístico SAS versión 9.1 (2003), utilizando un modelo mixto (Padre) y el procedimiento PROC MIXED y el método de estimación de componentes de varianza REML.

Se utilizó una ecuación diferente para la estimación de la heredabilidad del peso al nacimiento y las demás variables productivas. Todas las ecuaciones incluyeron los siguientes factores: efecto del mes, del año, raza de padre, raza de madre, sexo, las interacciones raza de padre por sexo y raza de madre por sexo, además el efecto del toro y el efecto de la vaca. Además, la ecuación para peso al destete y la ganancia diaria de peso, incluyó como variable de clasificación los días al destete que fueron divididos en tres categorías de 150 a 200; de 200 a 250 y de 250 a 310 días.

Se realizó un análisis de varianza, en donde se obtuvieron estimados de la variancia entre toros, la variancia entre vacas y de la variancia entre la progenie de cada vaca dentro de toro ó variancia residual. La heredabilidad se estimó dividiendo la variancia

entre toros por la varianza total, la cual incluye la varianza entre toros, la varianza entre vacas y la varianza residual. Este resultado se multiplica por 4 porque la varianza entre toros estima un cuarto de la variancia aditiva para la característica.

La ecuación del modelo utilizado para la estimación de heredabilidad para peso al nacimiento es la siguiente:

$$Y_{ijklmno} = \mu + A_j + M_i + P_k + D_l + S_m + PS_{km} + DS_{lm} + t_n + v_{\bar{n}} + e_{ijklmno}$$

Donde:

μ = Es la media general.

A_j = efecto del año de nacimiento.

M_i = efecto del mes de nacimiento.

P_k = efecto de la raza del padre.

D_l = efecto de la raza de la madre.

S_m = efecto del sexo

$PS_{(km)}$ = efecto de la interacción raza del padre*sexo.

$DS_{(lm)}$ = efecto de la interacción raza de madre*sexo.

t_n = Es el efecto del toro.

$v_{\bar{n}}$ = Es el efecto de la vaca.

$e_{ijklmno}$ = Es el residual.

La ecuación del modelo utilizado para la estimación de heredabilidad para peso al destete y ganancia diaria de peso es la siguiente:

$$Y_{ijklmno} = \mu + A_j + M_i + P_k + D_l + S_m + PS_{km} + DS_{lm} + H_n + t_{\bar{n}} + v_o + e_{ijklmno}$$

Donde:

μ = Es la media general.

A_j = efecto del año de nacimiento.

M_i = efecto del mes de nacimiento.

P_k = efecto de la raza del padre.

D_l = efecto de la raza de la madre.

S_m = efecto del sexo

$PS_{(km)}$ = efecto de la interacción raza del padre*sexo.

$DS_{(lm)}$ = efecto de la interacción raza de madre*sexo.

H_n = efecto de los días al destete.

$t_{\bar{n}}$ = Es el efecto del toro.

v_o = Es el efecto de la vaca.

$e_{ijklmno}$ = Es el residual.

La repetibilidad se estimó utilizando un modelo mixto (modelo animal) y el procedimiento PROC VARCOMP, método de estimación REML. El modelo incluyó los factores: raza de vaca y el efecto de la vaca.

Se estimó la varianza de los registros entre las vacas y la varianza residual. El valor de repetibilidad se obtuvo dividiendo la varianza entre vacas por la varianza total.

La ecuación del modelo utilizado es la siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + v_j + e_{ijk}$$

Donde:

μ = Es la media general.

R_i = Efecto de la raza de la vaca

v_j = Es el efecto de la vaca.

e_{ijk} = Es el residual.

Heredabilidad

La heredabilidad se define como la proporción de la variación fenotípica total debida a efectos genéticos aditivos, es decir, a la proporción de la varianza fenotípica total atribuible a los efectos medios de los genes, que son los que determinan el parecido entre parientes. Así, la heredabilidad se estima basándose en el grado de parecido entre parientes (Soto 2006).

La heredabilidad es una propiedad para cada característica y para una población en específico y también depende de las circunstancias ambientales a las que los individuos de esa población están sujetos.

Cuando la heredabilidad de un carácter es alta (esto depende de la característica), se deduce que el diferencial es debido principalmente a la herencia y en menor grado al ambiente.

La heredabilidad es una herramienta importante para estimar el progreso genético de una población e indica qué tanto de la variación observada en los registros es debido a la variación genética presentada por los animales en la población particular. La cantidad de progreso que puede hacerse en la selección está limitada por la heredabilidad del carácter (Lasley 1982). Esto indica que si la heredabilidad es alta, se podría progresar más rápido en cuanto a rasgos favorables para la producción. Entonces, la respuesta, la mejora o el progreso genético no solo está determinada por el valor estimado de la heredabilidad sino también por intensidad de selección que se utilice. Si la heredabilidad es relativamente alta y además se utiliza un estricto programa de selección para la característica, el progreso genético se podrá notar en pocas generaciones.

En los Cuadros 20, 21 y 22 se presentan las estimaciones de heredabilidad para las características productivas analizadas

Repetibilidad

A diferencia de la heredabilidad, la repetibilidad se estima con los registros del mismo animal y no con los registros de su progenie o sus parientes en línea directa o colateral. Se puede definir como el grado en que se repiten los registros de una característica en la vida de un individuo.

Los valores de heredabilidad, son una herramienta importante para establecer programas de selección, la repetibilidad, se utiliza para generar un criterio de eliminación de algún animal en un hato. Si la repetibilidad de una característica es alta, es muy probable que si un animal presenta cierto valor para esa característica, lo siga presentado a lo largo de toda su vida. Si el valor que presenta, se considera como negativo para la producción, se debe considerar la posibilidad de eliminar dicho animal del hato.

En el presente estudio, no fue posible la estimación de heredabilidad para características reproductivas, debido a que la mayoría de las vacas analizadas, no cuentan con la información de sus madres para estas características ni padres identificados. Sin embargo, estas vacas cuentan con los registros repetidos requeridos para estimar la repetibilidad. En los Cuadros 23, 24 y 25 se presentan los estimados de la repetibilidad de las características reproductivas analizadas en este estudio.

Para peso al nacimiento se obtuvo un valor de heredabilidad muy bajo (1.31%, Cuadro 20.) comparado con el 25% al 40% para esta característica reportado por

Soto (2006). Indicando que la variación genética aditiva entre las progenies de medios hermanos de los toros utilizados en la finca es baja. De esta forma los hijos de las crías seleccionadas por buenos pesos al nacimiento, no necesariamente van a presentar buenos pesos al nacimiento. Esta estimación se presenta muy baja debido a la alta varianza residual, lo cual indica que la variación observada entre las progenies de los toros analizados son en escasa medida genéticas. Esta alta variación residual es debida a factores propios del manejo, de la alimentación y del clima. Es indispensable mejorar estos aspectos para esperar que los efectos genéticos para esta característica se evidencien en el hato.

Las heredabilidades presentadas en los Cuadros 21 y 22, para peso al destete y ganancia diaria de peso están dentro de los rangos normales reportados en la literatura. En estas características se puede esperar una mayor mejora del hato mediante programas de selección.

Heredabilidad de Características Productivas

Cuadro 20. Heredabilidad estimada para peso al Nacimiento.

	Varianza	%	Heredabilidad estimada (%)
Varianza Padre	0,09	0,33	1,31
Varianza Madre	2,91	10,28	
Varianza Residual	25,28	89,39	
Varianza total	28,28	100,00	

Cuadro 21. Heredabilidad estimada para peso al Destete.

	Varianza	%	Heredabilidad estimada (%)
Varianza Padre	66,34	7,91	31,64
Varianza Madre	162,98	19,43	
Varianza Residual	609,48	72,66	
Varianza total	838,80	100,00	

Cuadro 22. Heredabilidad estimada para Ganancia diaria de Peso.

	Varianza	%	Heredabilidad estimada (%)
Varianza Padre	0,00078	5,788	23,15
Varianza Madre	0,00238	17,578	
Varianza Residual	0,01038	76,633	
Varianza total	0,013545	100,00	

Repetibilidad de las Características Reproductivas

Los valores de repetibilidad presentados en los Cuadros 23, 24 y 25, indican valores bajos para estas características. De esta forma, una vaca con un intervalo entre parto corto (rasgo deseado), no precisamente presentará siguientes intervalos entre partos cortos. Al contrario, una vaca que presente un primer y segundo intervalo entre parto largo, no precisamente presentará siguientes intervalos entre parto largos.

Cuando la repetibilidad es baja, esta no funciona como herramienta importante a la hora de formar criterios para el descarte de animales, si así fuera se podría caer en el error de eliminar animales con buen potencial para la característica. Una repetibilidad baja como las expuestas en los resultados de este estudio significa que

hay mucha variación en efectos no genéticos, que influyen en el comportamiento reproductivo de los animales. Esto se demuestra al observar que en los registros no hay diferencias tan grandes para estas características entre vacas, pero si hay mucha diferencia entre los registros de cada vaca.

Cuadro 23. Repetibilidad estimada para Intervalo Entre Parto.

	Varianza	%	Repetibilidad estimada (%)
Varianza Vaca	1090,114	7,7751726	7,77
Varianza Residual	12930,332	92,2248274	
Varianza total	14020,446	100,0000000	

Cuadro 24. Repetibilidad estimada para Eficiencia Reproductiva.

	Varianza	%	Repetibilidad estimada (%)
Varianza Vaca	388,333994	5,31106305	5,31
Varianza Residual	6923,46009	94,688937	
Varianza total	7311,79408	100,0000000	

Cuadro 25. Repetibilidad estimada para Periodo Abierto.

	Varianza	%	Repetibilidad estimada (%)
Varianza Vaca	1119,55406	7,98237483	7,98
Varianza Residual	12905,7715	92,0176252	
Varianza total	14025,3256	100,0000000	

PROPUESTA DE MANEJO REPRODUCTIVO Y GENÉTICO DEL HATO

Con los datos obtenidos de los análisis expuestos anteriormente, se propone una opción al manejo reproductivo y genético, ajustada a los objetivos de producción de la finca. Esta propuesta se basa en aspectos técnicos, siguiendo siempre los resultados del diagnóstico de los análisis de registros con el objetivo de elevar al máximo la productividad de la finca.

PROPUESTA DE MANEJO GENÉTICO

Para realizar la propuesta es importante definir claramente los objetivos de producción de la finca de tal forma que la propuesta concuerde.

Uno de los principales objetivos la actividad ganadera de esta finca está dirigida hacia la producción de terneros al destete. Se pretende que los terneros se críen junto a sus madres hasta una edad mínima sin comprometer el peso al destete de los mismos. Esto se pretende lograr mediante la maximización de las ganancias diarias de peso.

El otro objetivo de la finca es mejorar la eficiencia reproductiva.

Hasta el momento, la actividad económica de la explotación se centra en la venta de terneros al destete, también se pretende incluir dentro de las actividades productivas,

la utilización de los terneros destetados para desarrollarlos y engordarlos dentro de la misma finca con programas de confinamiento y semi-confinamiento.

Otro objetivo es dirigir la genética hacia la obtención de vacas que produzcan terneros pero que también presenten una considerable producción lechera, no solamente con el fin de alimentar bien los terneros sino también poder vender parte de esa leche manejando el hato en un sistema de doble propósito.

Recomendaciones para facilitar el manejo genético del hato

1. Crear una base de datos con la información disponible de todas las vacas en reproducción, en donde se incluya la identificación de la vaca, grupo racial, toro con el cual se apareó, además de datos propios como fecha de nacimiento, características físicas y datos reproductivos como edad al primer parto, fecha de sus partos y servicios por concepción si fue inseminada artificialmente.
2. Utilizar registros de nacimientos donde se anoten las características productivas de cada animal nacido y, lo más confiable posible, el grupo racial al cual se clasifican sus padres y el mismo animal.

Para lograr los principales objetivos de la finca, podemos basarnos con bastante seguridad en el historial de productividad, el cual ha sido analizado y del cual se han expuesto los resultados del análisis y serán una guía para dirigir la producción hacia un determinado destino. Cabe mencionar que no necesariamente el comportamiento

presentado hasta ahora, es el que presentará a futuro, ya que una parte de la expresión depende factores asociados al ambiente. Si estos factores ambientales se mantienen como hasta el presente es difícil esperar un cambio apreciable en el comportamiento productivo del hato a pesar de cambios en el manejo reproductivo y genético, de esta forma se sugiere mantener los aspectos de manejo que más éxito han presentado hasta el momento e incorporar otros, más acordes con los nuevos objetivos propuestos.

Utilización de vacas

En el Cuadro 3 se presentaron los valores promedios de los parámetros productivos de las crías según el grupo racial de las madres. Se observó, que los valores más altos para las tres características productivas analizadas los mostraron las vacas de grupos raciales que presentan en su composición racial grados medios y altos de la raza Simmental. También se observa que para peso al nacimiento, uno de los mejores promedios los presentan las vacas Brahman $\frac{3}{4}$, sin mostrar diferencia con las vacas de composición racial Santa Gertrudis.

No obstante, para la obtención de terneros destetados de buen peso en el menor tiempo posible y debido a que las vacas que presentaron el mayor promedio para peso al destete y ganancia diaria hasta el destete son también las que presentan una proporción considerable de la raza Simmental en su composición racial, se propone aumentar la utilización de este tipo de vacas, particularmente, las media sangre

Simmental- Brahman. Los resultados con las $\frac{3}{4}$ Simmental son aún mejores, sin embargo, por el momento, debido a un menor número de observaciones disponibles, los resultados son menos confiables.

A continuación se presenta, en orden de prioridad, los grupos raciales de vacas recomendados:

1. Vacas Simmental $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$
2. Vacas Simmental $\frac{1}{4}$ Brahman $\frac{3}{4}$
3. Vacas Santa Gertrudis $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$
4. Vacas Brahman

Utilización de toros

En cuanto a la utilización de toros, al igual que con las vacas es importante revisar los resultados de los análisis de los registros de las crías. Estos análisis demuestran que para el peso al nacimiento, los mejores resultados fueron los presentados por la crías de toros de la raza Brahman. No obstante, esta característica no es de primordial importancia, debido a que lo que se busca es producir animales de mayor peso al destete y no necesariamente al nacimiento. Para las demás características productivas (peso al destete y ganancia diaria de peso), los mejores resultados fueron los presentados por las crías de los toros Simmental puros y luego de los cruzados, en particular con un $\frac{1}{4}$ de Brahman. Siguiendo el orden de los resultados

para estas dos características, se presentan seguidos los toros Santa Gertrudis y por último los toros Brahman.

No solo es importante tener en cuenta el grupo racial de las crías producidas por estos toros para la venta, sino también es importante tener en cuenta el grupo racial de la cría que se utilizará en el futuro como vaca de reemplazo. Por lo tanto, es necesario seleccionar toros para la producción de crías comerciales y para la producción de hembras de reemplazo del hato.

Es necesario contar con vacas reproductoras las cuales sean de grupos raciales con algún grado de Simmental, Brahman y Santa Gertrudis. Debido a esto se planteará la utilización de las tres razas de toros con que cuenta la finca, de forma dirigida no solo para la producción de crías comerciales sino también para las vacas de reemplazo.

Dependiendo de la cría que se desee obtener, se utilizaran las siguientes razas de toros:

1. Simmental
2. Brahman
3. Santa Gertrudis

Propuesta para el Sistema de Apareamiento Controlado

Con el sistema de apareamiento controlado, se pretende dirigir la obtención de crías de algunos grupos raciales que, mediante el análisis histórico de la finca, han demostrado un alto desempeño en las características de interés. El sistema

propuesto conlleva cambios en los procedimientos de apareamiento pero se ha procurado que su adopción no cause un problema en el manejo general del hato.

La práctica del apareamiento controlado es más sencilla cuando la fertilización de las vacas se realiza mediante inseminación artificial, además se facilita la toma de registros ya que se conoce la fecha exacta preñez y los datos del padre de la cría.

El sistema de apareamiento se debe controlar de forma tal, que se utilicen los grupos raciales de las vacas y de los toros recomendados anteriormente, con el fin de obtener un tipo racial específico de crías.

Como se mencionó anteriormente, el programa de manejo genético debe ser orientado a la obtención no solo de animales para la venta sino también de las hembras de reemplazo. El sistema propuesto requiere también utilizar los vientres ya existentes, de tal forma que no se desechen sino que a través de los apareamientos se modifique la composición racial de las crías progresivamente hasta obtener los grupos raciales recomendados.

El programa de manejo genético, inicia básicamente con la clasificación de las vacas en tres sub-hatos. El primero de estos sub-hatos producirá animales para la venta y hembras para reemplazo en el sub-hato 2. El segundo sub-hato será el que produzca animales exclusivamente para la venta. El tercer sub-hato producirá solamente

animales Brahman puros, que se utilizarán para la venta y para producir las hembras de reemplazo en los sub-hatos 1 y 3.

En los Cuadros 26, 27 y 28 y en la Figura 13, se presenta el sistema de manejo propuesto para cada sub-hato.

Sub-hato 1

- Apareamiento de toros Simmental puro con Vacas Brahman puras
- Apareamiento de toros Santa Gertrudis puros con vacas Brahman puras

Cuadro 26. Propuesta de apareamiento del Sub-hato 1.

Toro	Vaca	Cría	Destino cría
Simmental puro	Brahman puro	Simmental ½ Brahman ½	Macho: Venta Hembra: Reemplazo
Santa Gertrudis puro	Brahman puro	Santa Gertrudis ½ Brahman ½	Macho: Venta Hembra: Reemplazo

Sub-hato 2

- Apareamiento de toros Simmental puros con vacas provenientes del reemplazo producido en el sub hato 1, las vacas que se utilizarán son las clasificadas como Santa Gertrudis $\frac{1}{2}$
- Apareamiento de toros Santa Gertrudis puros con vacas provenientes del reemplazo producido en el sub hato 1, las vacas que se utilizarán son las clasificadas como Simmental $\frac{1}{2}$.

Cuadro 27. Propuesta de apareamiento del Sub-hato 2.

Toro	Vaca	Cría	Destino cría
Simmental puro	Santa Gertrudis $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$	Simmental $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{4}$ Santa Gertrudis $\frac{1}{4}$	Macho: Venta Hembra: Venta
Santa Gertrudis puro	Simmental $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{2}$	Santa Gertrudis $\frac{1}{2}$ Brahman $\frac{1}{4}$ Simmental $\frac{1}{4}$	Macho: Venta Hembra: Venta

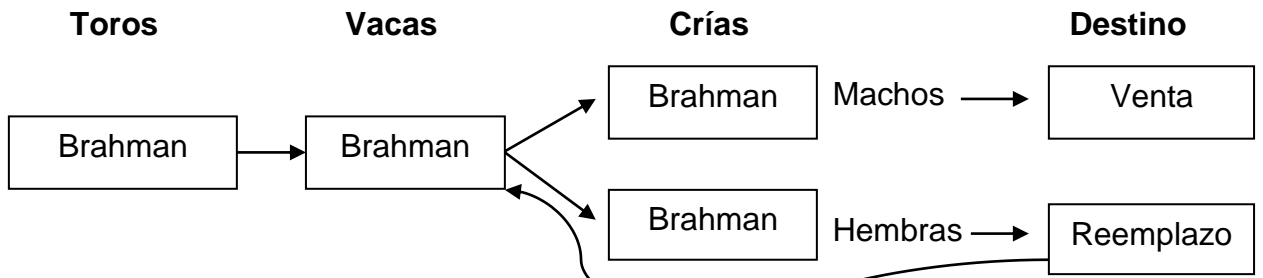
Sub- hato 3

- Apareamiento de toros Brahman puros con vacas Brahman puras

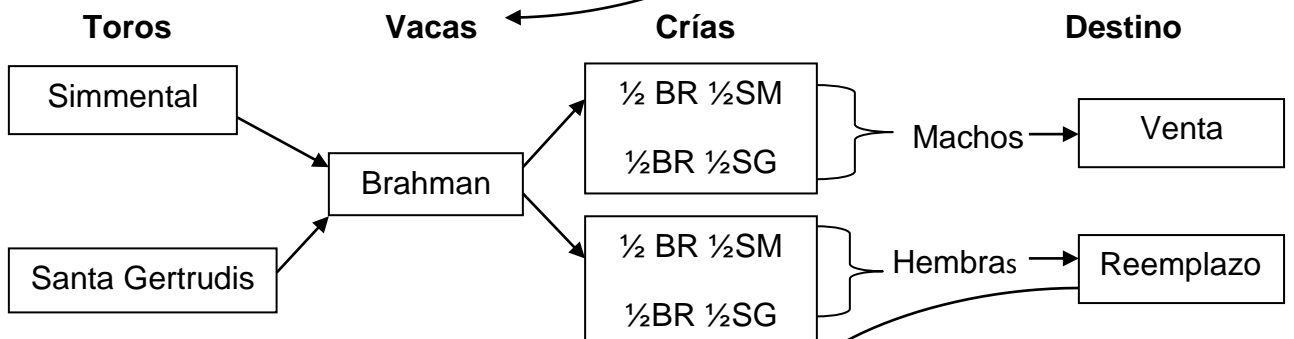
Cuadro 28. Propuesta de apareamiento del Sub-hato 3.

Toro	Vaca	Cría	Destino cría
Brahman puro	Brahman pura	Brahman puro	Macho: Venta Hembra: Reemplazo

Sub-Hato 3



Sub-Hato 1



Sub-Hato 2

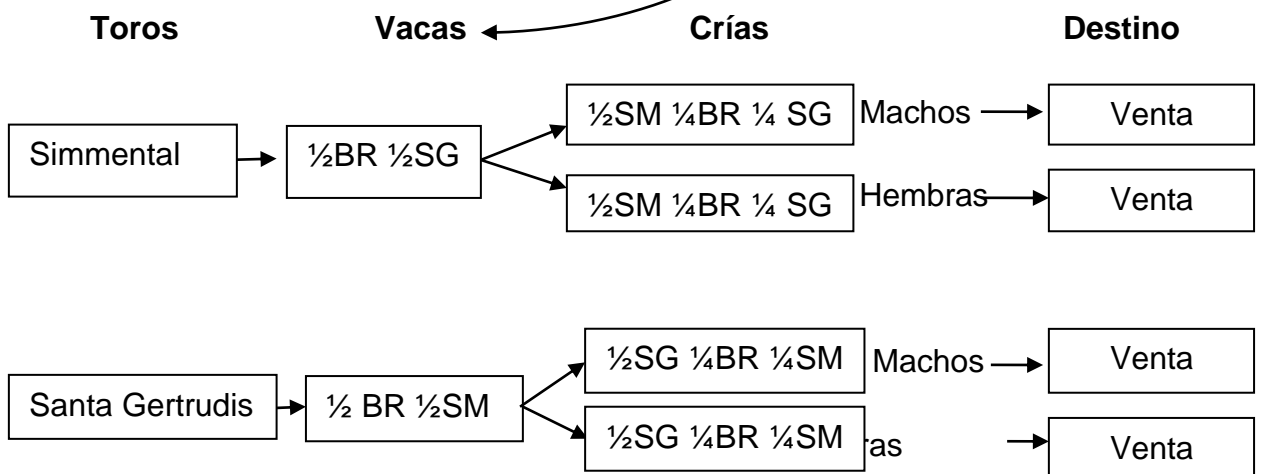


Figura 13. Propuesta de Manejo Genético

Cada sub-hato, mantendrá su propio sistema de reproducción, sin embargo de forma general, en cada sub-hato se debe mantener un sistema de rotación de toros para evitar aumentos innecesarios en la consanguinidad. Esto es muy importante en el sub-hato 3 donde podría haber apareamiento consanguíneo si no lleva adecuadamente un sistema de registro de los nacimientos identificando adecuadamente los progenitores de las crías. En los sub-hatos 1 y 2, el sistema se estructuró de manera que el apareamiento consanguíneo es imposible.

Como se ha mencionado con antelación, el sistema de manejo genético propuesto, se basa, en el análisis del comportamiento histórico del hato pero aprovecha factores como heterosis y complementariedad entre las distintas razas.

Otra estrategia existente que debería utilizarse es, la selección de vacas y toros mediante el análisis de progenie no solamente en las características incluidas en este estudio sino también en características como conformación, estatura, características de canal y de rendimiento y calidad de las canales, por ejemplo.

En la propuesta de manejo del recurso genético existente, se contempla la implementación de un sistema de selección para algunas características productivas. Se seleccionarán los animales de reemplazo que presenten ventaja en las características de peso al destete y ganancia diaria de peso. No se seleccionará por peso al nacimiento, debido a que esta característica presentó un bajo estimado de heredabilidad y además altos peso al nacimiento muy por encima del promedio de

hato puede ocasionar problemas de distocia. Es importante mencionar que los pesos al nacimiento son una característica que puede presentar gran varianza fenotípica debido a que en la finca hay varias razas. También, como se ha observado, los grupos raciales de crías más pesadas al nacimiento, no necesariamente son los que producen crías más pesadas al destete, la cual es la característica deseable. Además algunos autores como Rodríguez *et al.* (1989), indican que seleccionar por esta característica podría originar un aumento en el peso corporal de las hembras de reemplazo, generando que estas tengan un mayor requerimiento alimenticio lo que genera una ineficiencia biológica.

Dependiendo de las necesidades de reemplazo, en la finca se seleccionará, los animales mas favorables para las características de peso al destete y ganancia diaria de peso, estas características presentan estimados de heredabilidad de 31,64%, y 23,15% respectivamente.

Los animales seleccionados por peso al destete deben presentar alguna ventaja con respecto a los demás en igualdad de condiciones y con la misma cantidad de días al destete. También se seleccionará animales que presente mejores ganancias diarias de peso, la cual se considera la característica de mayor importancia económica de la finca.

El éxito que se tenga en progreso o mejoramiento del hato, no solo depende de la selección de los mejores animales sino también del porcentaje de animales que se seleccionen, si la selección de los animales para estas características, es muy

rigurosa, el mejoramiento se generaría de forma más rápida. Además es muy importante mantener el factor ambiental lo más favorable posible recordando que mejores genotipos presentan mayores demandas ambientales.

Propuesta Para el Manejo de la Reproducción

La propuesta trata de mejorar los parámetros reproductivos analizados según el sistema empleado hasta ahora. El sistema de manejo de la reproducción es la parte complementaria del sistema de manejo de la genética, así se pretende no solo obtener las mejores crías, sino que estas se obtengan de la manera más eficientemente posible.

Es importante mencionar que es esencial la utilización de registros completos para esperar resultados de mayor éxito en los programas de reproducción. Se recomienda la utilización de bases de datos digitales para el control de la actividad reproductiva de cada vaca. Adicionalmente a estas bases de datos digitales, se plantea como parte de la propuesta, la utilización de tarjetas de control reproductivo. Estas tarjetas, se llenarán a mano según el evento reproductivo de cada vaca, para tener a disposición, sin necesidad de equipos de cómputo, la información completa y exacta de la actividad reproductiva de cada vaca, para la toma de decisiones rápidas y prácticas por parte de los responsables del hato.

En la Figura 2 se presenta la tarjeta de control reproductivo recomendada para la finca.

Finca El Laberinto Tarjeta de Control Reproductivo						
Id vaca		Comp Racial		Fecha Nac		
Edad Primer Parto						
Fecha Parto	Num Parto	IEP	Periodo Abierto	Eficiencia	Serv/concep	Observaciones
						IEP=
Intervalo entre parto						

Eficiencia= Eficiencia Reproductiva: $365/IEP \cdot 100$

Serv/concep= Servicios por concepción para ese parto

Figura 14. Tarjeta de Control Reproductivo.

De acuerdo a los resultados presentados en el Cuadro 19., las vacas que presentaron, en promedio, la mejor eficiencia reproductiva fueron en orden descendente, las Brahman $3/4$, Brahman $1/2$, Santa Gertrudis $1/2$ y Simmental $1/2$. No se detectó diferencia significativa entre los promedios de IEP para estos mismos grupos raciales, indicando que las hembras que mejor se comportan para esta característica, son precisamente vacas cruzadas. Consecuentemente, se recomienda su utilización en el sub-hato 2, que es el hato comercial en el cual recae la producción de animales para la venta.

Como se indicó anteriormente, las vacas media sangre Simmental X Brahman y Santa Gertrudis X Brahman necesarias en el sub-hato 2 son producidas a través del cruzamiento de vacas Brahman puras con toros Simmental y Santa Gertrudis. La raza Brahman fue escogida como raza materna debido a que fueron superiores en eficiencia reproductiva a las hembras Santa Gertrudis puras.

Cabe mencionar de nuevo que los animales cruzados presentando un genotipo superior son también animales con mayores demandas ambientales, de esta forma, si las condiciones ambientales de manejo pueden ser mejoradas en aspectos como manejo, nutrición y sanidad, es también posible obtener mejoras adicionales en la eficiencia reproductiva.

En cuanto a la alimentación, por estar localizada esta finca en una región con una estación seca muy drástica, algunos meses del año presentan poca precipitación, esto influye principalmente en el crecimiento de los pastos y por tanto en la disponibilidad de alimento para los animales.

A pesar de no haber sido posible estimar los índices de herencia para características reproductivas en esta población se recomienda que, en la medida de lo posible, se elijan crías de reemplazo, hijas de las vacas que presenten valores favorables para las características reproductivas.

Implementación del sistema de manejo reproductivo

El sistema de manejo reproductivo recomendado es utilizar principalmente IA en los tres sub-hatos con toros de alto potencial genético. Se sugiere también el uso de monta natural controlada para las novillas de primer servicio y para las vacas que no quedan preñadas con dos servicios en IA.

Se deben destinar, potreros para la monta natural de novillas. Es necesario tener al menos tres potreros de monta de novillas, esto debido a que el manejo genético, se realizará con tres sub-hatos.

Este sistema de monta natural para novillas, será mediante un periodo continuo, debido a que en todo el transcurso del año ingresarán nuevas vacas al sistema de reproducción. La relación hembra:macho en estos potreros, se recomienda que sea de 15 a 20 con toros *Bos taurus* y de 25 a 35 con toros *Bos indicus*, tomando en cuenta la edad y competitividad del toro, para esto es necesario realizar exámenes andrológicos por lo menos una vez por año.

La edad al primer servicio se recomienda que sea después de los dos años de edad, esto con el fin de programar la edad al primer parto aproximadamente a los tres años. Sin embargo el principal factor para enviar la novilla al empadre es el peso del animal, el cual esta relacionado con la facilidad al primer parto. Se recomienda un peso mínimo para el primer servicio de 300 kg para novillas Brahman y de 300 a 320 kg para novillas cruzadas (Bearden y Fuquay 1982).

En el hato de vacas de más de dos partos, deberán utilizarse toros con pene desviado para detectar el celo en relación 1 por 50 vacas, además debe haber una

persona encargada de verificar el hato dos veces al día, determinando cuales vacas están en celo para enviarlas a Inseminación.

Es importante cuidar la nutrición durante la gestación y después del parto, ya que, bajos niveles nutricionales en estas etapas pueden generar anestro y retrasar la siguiente preñez, aumentando así el IEP.

Las vacas en lactancia se enviarán a un potrero con sus crías. Después de los dos meses post parto, estas vacas se enviarán a potreros con toros marcadores, para determinar si hay presencia de celo.

Para pasar del actual sistema de reproducción utilizado hacia la nueva propuesta de manejo, se plantea la siguiente programación.

1. Realizar el inventario actual de todas las vacas las cuales se destinaran al apareamiento controlado siguiendo el nuevo sistema de manejo. Este sería el hato que se consideraría como base
2. Clasificar con mayor precisión las vacas del inventario, dentro de grupos raciales asimilados.
3. Implementar la sub división del hato, enviando a apareamiento a cada hembra al sub hato que le corresponda según su grupo racial asimilado. Las vacas que presenten grupos raciales que no son contemplados en el nuevo sistema de manejo, se enviaran a apareamiento al sub hato que requiera hembras con el grupo racial mas aproximado al que tenga dicha vaca. Este problema lo presentaran vacas Santa Gertrudis $\frac{3}{4}$, Santa Gertrudis puras, Simmental $\frac{3}{4}$ y

Brahman $\frac{3}{4}$. Estas vacas se utilizarán hasta que cumplan su vida útil. Posterior a la salida de estas vacas se procurará mantener solo los grupos raciales que se han mencionado anteriormente para cada sub-hato.

Expectativa del impacto en la productividad y economía de la finca con la implementación de la propuesta.

Sistema actual de venta de terneros.

Actualmente, la finca no cuenta con un sistema definido de venta de los terneros. Cuando los animales se destetan, algunos de estos se venden en la subasta ganadera, otros se venden a compradores que llegan a la propia finca y otros se venden en fincas vecinas. Este sistema genera que los precios de venta y los ingresos, no sean constantes, por lo tanto se hace difícil determinar un valor acertado para definir la variación en los ingresos de la finca por concepto de venta de animales destetados. No obstante, se puede mencionar un valor aproximado de la cantidad de kilogramos de terneros de más, que se pueden obtener si se implementa el nuevo sistema de manejo.

Expectativa productiva con la implementación del nuevo sistema de manejo

En la finca, se puede esperar como resultado, un aumento en los ingresos con la implementación de los sistemas de manejo propuestos, esto es debido a que se pretende obtener mayor número de crías, las cuales también se espera que tengan mejores rendimientos en ganancias de pesos, lo que representa una mayor venta de terneros más pesados.

Se pretende que la propuesta de manejo, no genere costos adicionales a los generados hasta el momento en las labores y requerimientos de la finca. Esto porque lo que se plantea es dirigir el manejo actual de la genética. El manejo reproductivo propuesto, tampoco generará costos adicionales debido a que actualmente, se utilizan la técnica de IA, ya se compra semen, se cuenta con personal capacitado para las labores de inseminación y existe espacio suficiente en la finca para distribuir los potreros según el planteamiento del manejo.

Es importante recordar que uno de los nuevos objetivos de la finca, es la implementación de sistemas de desarrollo y engorde de terneros. Las ganancias diarias de peso en estas etapas serán mayores y lograrán el peso al mercado más rápido los animales que ingresen en el sistema estabulado de desarrollo y engorde con mejores pesos al destete y eficientes ganancias de peso hasta esa etapa. Estas últimas dos características son los principales objetivos del sistema de manejo genético propuesto.

Otro de los objetivos novedosos de la finca, es plantear a futuro la posibilidad de manejar el hato como de doble propósito, obteniendo así ingresos por venta de leche o queso. El programa de manejo, propone en alguno de los sub-hatos, la utilización de vacas 50% *Bos taurus*, las cuales tiene un potencial aceptable para la producción de leche sin descuidar la alimentación de los terneros destinados para el negocio de la carne.

No podría decirse con exactitud, cuantas crías más se producirán con la implementación del sistema propuesto debido a que los análisis se basan en resultados históricos y no son de carácter predictorio, sin embargo se puede formar un panorama de lo que hubiese resultado la productividad en los años contemplados en el estudio si se hubiera utilizado un sistema de manejo similar al propuesto.

El sistema de manejo genético propuesto, contempla la producción de animales que se clasificarían asimiladamente como Brahman puro, Simmental $\frac{1}{2}$ y Santa Gertrudis $\frac{1}{2}$, además de Brahman $\frac{1}{2}$. Este sistema no contempla la producción de animales Brahman $\frac{3}{4}$, Santa Gertrudis $\frac{3}{4}$ y Santa Gertrudis puros.

Si las 331 crías Brahman $\frac{3}{4}$ con peso promedio al destete de 218, 45 kg, hubieran sido Simmental $\frac{1}{2}$ con peso promedio al destete de 241,06 kg; con buena precisión se puede decir que se hubieran obtenido cerca de 22 kg más por animal al destete, con 331 animales se hubieran obtenido 7282 kg de terneros de más.

Si las 15 crías Santa Gertrudis $\frac{3}{4}$ y las 80 crías Santa Gertrudis puras, con pesos promedio al destete de 213,31 kg y 213,22 kg respectivamente hubieran sido Santa Gertrudis $\frac{1}{2}$ con peso promedio al destete de 228,42 se hubieran obtenido cerca de 15 kg más por animal, eso en 95 crías, representa cerca de 1425 kg de mas en terneros al destete.

Sumado lo obtenido de las crías Simmental y las crías Santa Gertrudis, se hubieran obtenido cerca de 8700 kg de más en terneros al destete en siete años, esto es 1243 kg por año.

Se puede decir que esta cantidad de kilogramos, no es despreciable, sabiendo que se hubieran podido lograr con solo dirigir la reproducción hacia un tipo de cría, que presenta mejores características productivas.

Para conocer el beneficio económico, que este aumento de productividad hubiera generado en la finca, es necesario conocer los diferentes precios a los que se cotizaba en kilogramo ternero destetado. Estos datos son difíciles de conseguir, si se considera que estamos evaluando nacimientos desde el año 2001. Sin embargo, se podría hacer un supuesto muy optimista y contemplar esa producción con los precios actuales en subasta.

Si esos 1243 kg de terneros se vendieran en Setiembre del 2008, con precio de aproximadamente 561 colones en subasta (CORFOGA 2008), se obtendría un beneficio de 697 323 colones por año. Esto en siete años sería un beneficio de 4 881 121 colones, al tipo de cambio, con moneda estadounidense, del 23 de octubre de 2008 (550,55 colones/dólar), sería 8 865,90 dólares.

También es importante mencionar, que ese aumento en la cantidad de kilogramos es una situación hipotética, la cual no puede asegurarse con toda exactitud que hubiera sucedido de dicha forma, además, si sucediera, también hay que recordar que esa cantidad de kilogramos hubieran demandado una cantidad de kilogramos de alimento extra, lo cual representaría un costo adicional, debido a que parte de la alimentación de los animales en época seca, se abastece mediante pacas de heno, las cuales tienen un costo directo en la finca, y si la cantidad de animales es mayor, el costo de la alimentación para estos, también aumenta.

También se espera que con la implementación del sistema de manejo reproductivo, se genere un impacto positivo en la productividad en la finca. La propuesta plantea la utilización de vacas reproductoras Simmental $\frac{1}{2}$, Santa Gertrudis $\frac{1}{2}$, Brahman $\frac{1}{2}$ y Brahman puras. Los resultados expuestos en el análisis reproductivo indican que las vacas que se reproducen con mayor eficiencia son aquellas que podríamos clasificar como “cruzadas” ó media sangre Simmental, Santa Gertrudis y Brahman, mismas que se contemplan en el plan de manejo genético reproductivo.

Con la utilización de vacas Santa Gertrudis $\frac{1}{2}$, en lugar de Santa Gertrudis puras y $\frac{3}{4}$, se hubiera podido disminuir en promedio el intervalo entre parto cerca de 68 días por vaca, pasando de aproximadamente 510 a 442 días. Esto hubiese representado para 95 vacas, un total 6460 días menos, en los cuales se hubieran podido gestar cerca de 22,5 partos más en el periodo contemplado en el estudio.

Estos 22,5 partos de más, hijos de vacas Santa Gertrudis $\frac{1}{2}$ y toros Simmental puros, tendrán un composición racial Simmental $\frac{1}{2}$, estas crías hubieran presentado promedio, 241,06 kg de peso al destete. Esto equivale a 5423,85 kg de más. Si se vendieran en subasta en setiembre de 2008 a un precio de aproximadamente 561 colones (CORFOGA 2008), se obtendría un beneficio de 3 042 779,85 colones, esto al tipo de cambio con moneda estadounidense, del 23 de octubre de 2008 (550,55 colones/dólar), sería 5 526,80 dólares.

A pesar de que las vacas Brahman puras, no fueron las que presentaron los mejores resultados para eficiencia reproductiva, es importante e indispensable la utilización de este tipo de animales. La estrategia para mejorar estos índices reproductivos en

las vacas Brahman y en el resto de las vacas del hato es mejorar en aspectos propios de manejo, como alimentación y sanidad. Además de seguir las recomendaciones expuestas en el plan de manejo reproductivo.

CONCLUSIONES

- ✓ A lo largo del periodo productivo que se evaluó, se determinó que los mejores resultados en promedio para las características productivas, lo mostraron las crías, que en forma general presentaban algún grado de cruzamiento con razas *Bos taurus* (50% ó 75% Santa Gertrudis ó Simmental) y específicamente las crías con algún porcentaje de Simmental en su composición racial.

- ✓ Se determinó que, las vacas que presentaron los mejores resultados promedio para las características reproductivas, son aquellas que presentan algún porcentaje de cruzamiento (50% Santa Gertrudis ó 50% Simmental) en su composición racial. Se comprobó, que las vacas de razas puras Brahman y Santa Gertrudis de esta finca, presentaban eficiencias reproductivas en promedio más bajas comparadas con vacas con algún porcentaje de cruzamiento.

- ✓ La implementación de sistemas de manejo genético y reproductivo controlado, generan aumentos en la productividad de fincas productoras de ganado de carne, al dirigir la producción hacia la obtención eficiente de animales con mejores ganancias de peso.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- BEARDEN H.J. FUQUAY J. 1982. *Reproducción Animal Aplicada*. Editorial El Manual Moderno. México D.F. México. pp 214-215.
- CORPORACION DE FOMENTO GANADERO (CORFOGA). Precios de Venta de Bovinos Comercializados en Subastas. San José Costa Rica Disponible en la World Wide Web: <http://www.corfoga.com/> Consultada el 23 de Octubre de 2008 a las 9:30.
- DE ALBA, J. 1985. *Reproducción Animal*. La prensa Medica Mexicana, S.A. México, D.F. pp 320-321
- HOOGESTEIJN R. 1987. *Manejo de programas estratégicos de Inseminación artificial en Bovinos de Carne en Venezuela*. III Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 255-289.
- HOOGESTEIJN R. 1993. *Implementación y resultados de un programa de inseminación artificial en vacas no lactantes en Apure*. IX Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 131-155.
- KLEBERQ R. 1954. *La Raza Santa Gertrudis*. King Ranch
- LASLEY J. 1982. *Genética del Mejoramiento del Ganado*. Unión Tipográfica Editorial UTEA. México D. F.

- NAVARRO M.A. 2007. Boletín técnico. *Ventajas del cruzamiento de razas en bovinos para carne*. Asociación Rural de Paraguay. ARP. www.arp.org.py
- PLASSE D., R. HOOGESTEIJN, J. BASTARDO O. VERDE Y P. BASTIDAS. 1983. *Tendencias fenotípicas, genéticas y ambientales del crecimiento en un hato Brahman registrado*. ALPA Memorias. 18-161.
- PLASSE, D., H. FOSSI Y O. VERDE. 1990. *Producción de vacas F1 Bos taurus x Bos Indicus en Venezuela (informe preliminar)*. VI Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 71-94.
- PLASSE, D.; H. FOSSI O. VERDE. 1991. *Crecimiento de Bovinos de carne 3/4 Bos indicus 1/4 Bos taurus producidos por toros o vacas FI*. VII Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 20-225.
- PLASSE, D., H. FOSSI Y O. VERDE. 1992. *Crecimiento de animales F1 Bos taurus x Bos Indicus hasta la edad de servicio (hembras) o sacrificio (machos)*. VIII Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 239-272.
- RODRÍGUEZ C.A. VALDÉS M. SOBRADO, J.A. 1989 *Actas XX Congreso Argentino de Genética*.
- SAS Institute Inc. 2003. SAS. Cary. NC. USA.
- SOTO, H. 2006. *Mejoramiento Animal. Notas de clase*. Curso de Mejoramiento Animal. Escuela de Zootecnia. Universidad de Costa Rica.

- TURNER H.G. SCHLEGER A. 1959. *Journal of Animal Science*. pág. 116-131.
- UNION NACIONAL DE ASOCIACIONES GANADERAS COLOMBIANAS (UNAGA). Razas de ganado bovino. Bogotá, Colombia. Disponible en la World Wide Web: <http://www.unaga.org.co/asociados/simmental.htm>. Consultada el 24 de junio de 2008 a las 10:15.
- WARNICK, A. SMITH, H.R. PLASSE, D. BURGUERA, M. 1971. *El comportamiento de toros de monta en Venezuela*. A.L.P.A. Maracay, Venezuela.