

## ARTÍCULO CIENTÍFICO

# CARACTERÍSTICAS PRE-DESTETE DE CRUCES GENÉTICOS DE BOVINOS DE CARNE EN EL TRÓPICO SECO COSTARRICENSE

Miguel Ángel Castillo-Umaña<sup>1</sup>, Michael López-Herrera<sup>2</sup>, Adolfo Montero-Quirós<sup>3</sup>, Henry Soto-Murillo<sup>3</sup>

## RESUMEN

---

El objetivo de esta investigación fue analizar la información de los registros productivos de crías nacidas durante los años 2001 – 2007 de una finca ganadera ubicada en Cañas, Guanacaste. Ahí se evaluaron 3 razas (Brahman, Santa Gertrudis y Simbrah) y sus cruces, los registros fueron recopilados y ordenados en hojas electrónicas, donde se identificaron los animales y se incluyeron otras mediciones calculadas con los datos existentes. Las variables evaluadas fueron peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD), Peso al destete a 205 días (Días al destete (DD) -205) y ganancia de peso diaria (GPD). Los terneros de raza pura Brahman tendieron a presentar mayores PN, sin embargo cuando las madres son Brahman puro las crías provenientes de machos no cebuínos tienden a nacer con menor peso, por un efecto propio de las hembras *Bos indicus*. Los animales Brahman puro presentaron menores PD y menor GPD con respecto a los terneros nacidos de cruces genéticos con Santa Gertrudis y Simmental, debido a un efecto de heterosis materna que estimula una mayor producción de leche, lo que permite una mayor GPD, destetando terneros más pesados. Los terneros nacidos de padres cruzados *Bos indicus* – *Bos taurus*, presentan mayores PD y GDP por un efecto de heterosis que beneficia a las crías, permitiendo una mayor adaptación a las condiciones climáticas sin sacrificar la productividad. Los machos en promedio fueron más pesados que las hembras, 1,25 kg al nacimiento y 16,26 kg al destete a 205 días.

**Palabras claves:** Cruce genético, Ganancia de peso diaria, Peso al nacimiento, *Bos indicus*, *Bos taurus*.

---

<sup>1</sup> Universidad Nacional. Escuela de Ciencias Agrarias. Heredia, Costa Rica. Autor para correspondencia: [miguel.castillo.umana@una.cr](mailto:miguel.castillo.umana@una.cr)

<sup>2</sup> Universidad de Costa Rica. Escuela de Zootecnia y Centro de Investigación en Nutrición Animal. San José, Costa Rica. [michael.lopez@ucr.ac.cr](mailto:michael.lopez@ucr.ac.cr)

<sup>3</sup> Universidad de Costa Rica. Escuela de Zootecnia. San José Costa Rica. [agmonter@gmail.com](mailto:agmonter@gmail.com)

<sup>4</sup> Universidad de Costa Rica. Escuela de Zootecnia. San José Costa Rica. [henry.sotomurillo@gmail.com](mailto:henry.sotomurillo@gmail.com)

## **ABSTRACT**

---

**Prewaning traits from crossbreeding beef cattle in Costa Rican dry tropic.** The objective of this research was to analyze the records of calves born from 2001 to 2007 from El Laberinto Farm three breeds (Brahman, Santa Gertrudis and Simmental) and their genetic crosses were evaluated, the records were collected and sorted into spreadsheets, where animals were identified, also other measurements calculated with existing data were included. The variables evaluated were birth weight (BW), weaning weight (WW), weaning weight to 205 days (WD) and average daily gain (ADG). Both cows and calves were assigned a breed assimilated so they could be better classified as a racial group. Purebred Brahman calves tended to have higher BW; however when cow is pure Brahman calves from non Zebu males' calves tend to be lighter, by a specific effect of *Bos indicus* females. Pure Brahman animals showed lower and less ADG and WW regarding genetic crosses calves born with Santa Gertrudis and Simmental, because maternal heterosis that increase milk production, allowing greater ADG and weaning heavier calves . Calves born to parents cross *Bos indicus* - *Bos taurus*, have higher WW and ADG for heterosis effect that benefits breeding, allowing better adaptation to climatic conditions without sacrificing productivity. Males tend to be heavier than females 1.25 kg at birth and 16.26 kg at weaning to 205 days.

**Keywords:** Crossbreeding, Daily Weight Gain, Birth weight, *Bos indicus*, *Bos taurus*

## **INTRODUCCIÓN**

---

En las explotaciones ganaderas de cría, las características que mayor influencia tienen en los costos de operación son: la eficiencia reproductiva de la hembra y el desempeño productivo del ternero (Cienfuegos et al., 2006). El uso de ganado cebuino adaptado a condiciones tropicales como alta temperatura y parasitosis ha posibilitado la producción de carne en estas condiciones climáticas, sin embargo se ven limitados en términos de productividad, fertilidad y producción de leche (Herring et al., 1996; Herring et al., 2005). Las fincas en los países tropicales latinoamericanos enfrentan el reto de identificar y resolver problemas para lograr el máximo desempeño productivo (Martínez 2008).

La implementación de programas de cruzamiento de ganado *Bos indicus x Bos taurus* ha permitido una mayor productividad de los sistemas ganaderos tropicales, ya que a través de la heterosis se han obtenido animales con mayor velocidad de crecimiento, rendimiento, precocidad y producción de leche en las hembras (Souza et al., 2008, Lema et al., 2011, Dadi, 2003).

El desempeño pre-destete, principalmente el peso al destete (PD), es de gran importancia productiva y económica durante la crianza, ya que al destete el animal ha alcanzado alrededor del 50% de su peso final (Cañas et al., 2008) y este depende en gran medida de la relación vaca : cría, donde hay efectos genéticos y ambientales (Santana Jr et al., 2012) importantes que podrían determinar el éxito de los sistemas ganaderos (Mejía et al., 2010) y la preselección de futuros reproductores. Por tal motivo se hace importante conocer la composición genética de los animales para predecir su comportamiento productivo en las explotaciones.

El objetivo del presente trabajo, fue comparar los parámetros productivos pre-destete de bovinos de carne con diferentes composiciones genéticas, en una finca perteneciente al trópico seco costarricense.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

---

La investigación fue realizada en la finca El Laberinto la cual se ubica en el cantón de Cañas, Guanacaste, en una zona donde predominan los suelos arcillosos y franco-arcillosos, con una topografía plana en el 80% de la finca, y con un clima tropical seco. La genética utilizada es Brahman rojo, Simmental rojo y Santa Gertrudis. La reproducción se realiza con inseminación artificial, de forma continua, además el destete se realiza a los 8 meses de edad de los terneros. La alimentación de los animales se basa en un sistema de pastoreo rotacional con apartos cultivados con pastos de las especies: Jaragua (*Hiparrhenia rufa*), Angleton (*Dichantium aristatum*), Brizantha (*Brachiaria brizantha*), Peludo (*Brachiaria decumbens*), además se proporciona suplementación mineral a todos los animales.

Se realizó un análisis de la información de los registros productivos de las crías nacidas desde el año 2001 – 2007, los registros fueron recopilados y ordenados en hojas electrónicas, donde se identificaron los animales y se incluyeron otras mediciones calculadas con los datos existentes. Las variables evaluadas fueron peso al nacimiento, peso al destete, peso ajustado a 205 días, utilizando la ecuación [1]; y ganancia de peso diaria.

$$P_{aj205} = (PD - PN / DD) * 205 + PN \quad [1]$$

Donde PD es el peso al destete del animal, PN es el peso al nacimiento y DD los días al destete.

Debido a que la explotación se dedica a la ganadería comercial, se encuentran animales con composición genética muy variada, por lo que se procedió a clasificar los animales por su composición genética de acuerdo a si son animales puros, animales con media sangre y animales con 3/4 de cualquiera de las razas, es decir que se valoraron los efectos de la raza del padre y la raza de la madre de ternero, además se evaluaron los efectos del sexo del individuo, peso al nacimiento, mes de nacimiento, año de nacimiento y estación climática del nacimiento en el año, finalmente el número del parto de la vaca.

Se excluyeron del análisis los animales que no presentaran algún registro, es decir que animales que no cuentan con información completa, animales muertos y vendidos con datos incompletos, fueron eliminados del análisis estadístico.

Para el análisis de la información de la característica peso al nacimiento (PN), se utilizó la herramienta informática INFOSTAT (Di Rienzo et al., 2013), usando un modelo ANDEVA de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Y_{ijklmn} = \mu + P_i + D_j + S_k + E_l + N_m + A_n + (EN)_{lm} + (AN)_{nm} + (EA)_{ln} + \varepsilon_{ijklmn}$$

$Y_{ijklmn}$  = peso al nacimiento.

$\mu$  = media general.

$P_i$  = efecto i-ésimo de la raza del padre.

$D_j$  = efecto j-ésimo de la raza de la madre.

$S_k$  = efecto k-ésimo del sexo del animal.

$E_l$  = efecto l-ésimo del mes de nacimiento en el año.

$N_m$  = efecto m-ésimo del número de parto de la vaca

$A_n$  = efecto n-ésimo año de nacimiento

$\varepsilon_{ijklmn}$  = Término de error, donde  $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$

Para las características peso al destete (PD) y ganancia diaria promedio (GDP), se usó un modelo ANAVA utilizando el software INFOSTAT (Di Rienzo et al., 2013) de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Y_{ijklmn} = \mu + P_i + D_j + S_k + E_l + N_m + A_n + \beta T_o + (EN)_{lm} + (AN)_{nm} + (EA)_{ln} + \varepsilon_{ijklmn}$$

$Y_{ijklmn}$  = peso al destete, días al destete y ganancia diaria promedio.

$\mu$  = media general.

$P_i$  = efecto i-ésimo de la raza del padre.

$D_j$  = efecto j-ésimo de la raza de la madre.

$S_k$  = efecto k-ésimo del sexo del animal.

$E_l$  = efecto l-ésimo del mes de nacimiento en el año.

$N_m$  = efecto m-ésimo del número de parto de la vaca

$A_n$  = efecto n-ésimo año de nacimiento.

$\beta T_o$ = efecto lineal del peso al nacimiento del ternero

$EN_{lm}, AN_{nm}, (EA)_{ln}$ = interacciones de primer orden.

$\varepsilon_{ijklmn}$ = Término de error, donde  $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$

Cuando se determinó significancia de los efectos principales, la comparación entre medias se realizó mediante la prueba de Duncan con un nivel de significancia de 0,05.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

---

### **Peso al nacimiento (PN)**

Se determinó que para esta variable, las fuentes que causan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), son la raza de madre, el sexo de la cría, el mes de nacimiento y el año de nacimiento, lo que coincide con los resultados obtenidos por Madrigal (2013) quien evaluó cruzamientos de ganado *Bos indicus*, esta autora no incluye en su análisis el efecto del grupo racial de los padres. No se encontró diferencia significativa en cuanto al número de parto de la vaca. Los resultados obtenidos son reforzados por las investigaciones de De Souza et al. (2008) señalan que la variable de PN está significativamente influenciada por la raza y el peso de la madre. También, Cienfuegos et al. (2006) encontraron que el sexo del ternero tiene alta significancia sobre el PN, al igual que lo encontrado en este experimento. Finalmente, Martínez et al. (2008) encontraron que la época del año no afectaba de forma significativa el PN de los terneros.

Cundiff (2005) señaló que al cruzar hembras Hereford y Angus con machos Brahman y Nelore, los terneros nacidos presentaban mayor peso al nacimiento que los animales cuyo padre pertenecía a las razas Angus, Hereford, Brangus, Beefmaster, Tuli, Romosinuano y Longhorn. Esto puede ser explicado con la información generada por Gill et al. (2005), quienes reportan que animales heterocigotos con alelos Brahman heredados a través del padre producen un mayor PN en las crías, situación que puede influenciar el resultado de los pesos de los animales en el presente estudio. De acuerdo a Browning et al. (1995) las crías obtenidas a partir de cruces, con machos *Bos indicus*, tienen la

capacidad *in utero*, para superar la habilidad de las vacas *Bos indicus* de restringir el crecimiento fetal, lo que les permite nacer con mayores pesos, situación que podría explicar los datos obtenidos.

Se determinó que las crías de vacas pertenecientes al grupo racial Simmental 1/2, paren los terneros más pesados ( $p < 0,05$ ) con respecto a los otros grupos raciales en evaluación. Por otra parte, las crías nacidas de hembras Brahman puro y Santa Gertrudis 3/4, son las que presentaron menor PN (Cuadro 1). Esta situación, coincide con los resultados obtenidos por Gill et al. (2005) y Franke et al. (2005), quienes encontraron que las crías de hembras puras Brahman o Nelore, eran más livianas que las crías provenientes de cruces con hembras Angus puras, debido a un posible efecto de útero de la madre, a la impronta genómica (silenciamiento de una copia de los genes heredados del padre o la madre por mecanismos epigenéticos) y/o QTL en los cromosomas bovinos BTA 3, 6, 8 y X vinculados a la característica de PN.

Cuadro 1. Medias para la variable peso al nacimiento (PN) de las crías, de acuerdo al grupo racial de la madre. San José, Costa Rica, 2014.

Raza de madre	n	PN* (kg)
Brahman puro	47	35,19 <sup>a</sup>
Santa Gertrudis 3/4	25	35,48 <sup>a</sup>
Brahman 1/2	261	36,28 <sup>b</sup>
Santa Gertrudis 1/2	150	36,64 <sup>b</sup>
Santa Gertrudis puro	114	37,03 <sup>b</sup>
Brahman 3/4	183	37,86 <sup>b</sup>
Simmental 1/2	33	39,59 <sup>c</sup>

n=Número de observaciones

<sup>a,b</sup> Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

El PN de los terneros machos fue mayor al de las hembras (Cuadro 2), sin importar la raza del individuo o la de alguno de sus progenitores, en promedio los machos pesan 1,25 kg más que las hembras ( $p < 0,05$ ), este efecto del sexo de la cría sobre el PN coincide con los datos obtenidos por Cienfuegos et al. (2006) y Herring et al. (1996), sin embargo este último autor señala que la diferencia de peso puede ser de hasta 4 kg, cifra muy superior a la obtenida en este trabajo, esta situación puede ser debida al tipo de razas evaluadas en cada uno de los trabajos.

Cuadro 2. Medias para la variable peso al nacimiento (PN) de las crías, de acuerdo al sexo de la cría. San José, Costa Rica, 2014.

<b>Sexo de la cría</b>	<b>n</b>	<b>PN* (kg)</b>
Hembras	399	36,20 <sup>a</sup>
Machos	414	37,45 <sup>b</sup>

n=Número de observaciones

<sup>a,b</sup> Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

El mes de nacimiento influyó de forma significativa en el PN de las crías, Jenkins y Ferrell (1994) y Freetly et al. (2000) señalan que restricción en el consumo de materia seca se traduce en un menor PN de los terneros, en esta investigación los terneros más pesados nacieron en los meses de: marzo, abril, mayo, junio, agosto y noviembre, debido probablemente a la disponibilidad de alimento en la región donde se ubica la explotación, aunque esta afirmación requiere de mayor estudio.

### **Peso al destete (PD), Peso al destete a 205 días (PD-205) y Ganancia diaria de peso (GDP)**

Estas características fueron influenciadas de manera significativa ( $p < 0,05$ ) por las variables: sexo del ternero, raza de la madre, raza del padre, el mes y año de nacimiento y el peso al nacimiento del ternero como covariable, aunque no se encontró diferencias significativas por efecto del número de parto de la vaca o interacciones entre variables. De acuerdo a Herring et al. (1996), el PD y la GDP está influenciado por la genética del padre y la madre, además del año de nacimiento debido a cambios en las condiciones climáticas, disponibilidad de forrajes o cambios en el manejo de los animales que favorecieran mejores condiciones para un mejor desempeño de los animales, otros autores reafirman estos resultados (Martínez et al., 2008).

Browning et al. (1995) indican que existe una interacción entre la raza del padre y el sexo del ternero que es significativa para el PD, en este estudio se encontró que tanto la raza del padre como el sexo del ternero afectan el PD, sin embargo no se encontró interacción entre las variables. Por su parte, Madrigal (2013) señala que el PD de animales *Bos indicus* en Costa Rica, está afectado por el sexo, año de nacimiento y la raza de la cría, mientras que, el año de nacimiento, el sexo del ternero y el grupo racial del ternero, son

las principales fuentes de variación de la GDP en cruces entre grupos raciales *Bos indicus*.

Los datos obtenidos en este estudio (Cuadro 3) son mayores a los reportados para cruces genéticos de vacas Angus con machos de las razas Senepol y Tuli, pero menores a los obtenidos en cruces de Angus con Brahman (Chase Jr. et al., 2000). También son mayores a los reportados para cruces genéticos de diversas proporciones de las razas *Bos taurus* (Charolais, Belga Azul, Limousine y Beef master) y *Bos indicus* (Brahman, Nelore, Indubrasil y Simbrah) (Córdova et al., 2005). Sin embargo, son menores a los valores presentados por Cienfuegos et al., (2006) quienes trabajaron con diferentes cruces genéticos de animales *Bos taurus* y menores a los datos presentados por Phillips et al., (2005) para cruces conformados por machos Brahman, Boran y Tuli con hembras Angus y Angus x Hereford.

Cuadro 3. Medias para las variables de peso al destete (PD), peso al destete ajustado a 205 días (PD-205) y ganancia diaria promedio (GPD) de acuerdo al grupo racial de la cría. San José, Costa Rica, 2014.

Raza	n	PD* (kg)	PD-205* (kg)	GPD (kg/día)
Santa Gertrudis $\frac{3}{4}$	10	213,28 <sup>a</sup>	185,87 <sup>a</sup>	0,765 <sup>a</sup>
Santa Gertrudis puro	68	213,67 <sup>a</sup>	186,67 <sup>a</sup>	0,725 <sup>a</sup>
Brahman $\frac{1}{2}$	61	216,30 <sup>a</sup>	190,74 <sup>a</sup>	0,724 <sup>a</sup>
Brahman puro	134	219,63 <sup>a</sup>	193,52 <sup>a</sup>	0,760 <sup>a</sup>
Brahman $\frac{3}{4}$	257	222,97 <sup>a</sup>	193,89 <sup>a</sup>	0,750 <sup>a</sup>
Santa Gertrudis $\frac{1}{2}$	93	227,48 <sup>a</sup>	197,51 <sup>a</sup>	0,791 <sup>a</sup>
Simmental $\frac{1}{2}$	51	233,79 <sup>b</sup>	202,81 <sup>b</sup>	0,832 <sup>b</sup>
Simmental $\frac{3}{4}$	8	242,35 <sup>b</sup>	215,37 <sup>c</sup>	0,874 <sup>c</sup>

n=Número de observaciones

<sup>a,b</sup> Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

Los animales que presentaron mayores ganancias de peso fueron los que presentaban genética Simmental y conforme aumenta la genética de esta raza, mayor es la ganancia de peso. Los animales  $\frac{3}{4}$  y  $\frac{1}{2}$  sangre Simmental presentan mayor PD, aunque cuando se aplica la corrección se observa que si se desea reducir el tiempo para alcanzar el peso de destete se debe aumentar la cantidad de sangre Simmental (Cuadro 3), estos resultados concuerdan con el experimento de Browning et al. (1995) quienes obtuvieron

mayores pesos al destete en terneros 1/2 Angus 1/2 Brahman con respecto a animales puros Brahman, debido a un efecto de heterosis que potencia el rendimiento predestete de los terneros.

Los animales que pertenecen a las razas Brahman y Santa Gertrudis en cualquier proporción, estos resultados tienen un comportamiento contrario a los resultados reportados por Phillips et al. (2005) y Martínez et al. (2008) quienes encontraron que terneros con mayor proporción genética Brahman presentaban mejores GDP, con respecto a terneros con mayor genética Simmental, esta diferencia podría ser consecuencia de un efecto ambiental o nutricional que permite una mayor producción de leche de las madres, situación que no ocurre cuando las madres son cebuínas o hay limitación nutricional (Calegare et al., 2009).

En el experimento de De Souza et al. (2008) se encontró que conforme aumenta la proporción genética *Bos taurus*, los terneros presentan mayores ganancias de peso, lo que está de acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, considerando que existe a una mayor producción de leche de las madres (Cuadro 4) y efecto genético de los padres (Cuadro 5).

Los valores de ganancia de peso diaria (GPD), de este trabajo fueron mayores a los valores reportados por Arboleda et al. (2007) quienes evaluaron diferentes cruces genéticos de las razas Brahman puro, Cebuino comercial y mestizas (Simmental, Angus y Holstein en proporciones 1/2 – 1/16), pero similares a los presentados por Holloway et al. (2002) quienes evaluaron la GPD de terneros cuyos padres pertenecen a las razas Brahman, Senepol y Tuli. Los valores de GPD para los animales del grupo racial Simmental son mayores a los publicados por Martínez et al. (2008) para animales de la misma composición racial, debido a una mayor producción de leche de sus madres (Calegare et al., 2009).

En los Cuadros 4 y 5 se observan las diferencias en peso al destete de acuerdo a la raza del padre y a la raza de la madre. Para la variable raza de la madre, se observa que las madres Brahman puro destetan crías de menor peso con respecto a crías con otras composiciones raciales, no se presentaron diferencias significativas entre los grupos raciales con algún porcentaje de sangre *Bos taurus*.

Cuadro 4. Medias para las variables de peso al destete (PD), peso al destete ajustado a 205 días (PD-205) y ganancia diaria de peso, de acuerdo a la raza de la madre. San José, Costa Rica, 2014.

Raza de Madre	n	PD* (kg)	PD-205 (kg)	GPD (kg/día)
Santa Gertrudis $\frac{3}{4}$	25	206,40 <sup>a</sup>	181,47 <sup>a</sup>	0,700 <sup>a</sup>
Brahman puro	40	212,59 <sup>a</sup>	185,96 <sup>a</sup>	0,730 <sup>a</sup>
Santa Gertrudis puro	97	217,50 <sup>a</sup>	189,98 <sup>a</sup>	0,750 <sup>a</sup>
Santa Gertrudis $\frac{1}{2}$	131	223,45 <sup>b</sup>	194,50 <sup>b</sup>	0,770 <sup>b</sup>
Brahman $\frac{1}{2}$	213	225,24 <sup>b</sup>	195,52 <sup>b</sup>	0,770 <sup>b</sup>
Brahman $\frac{3}{4}$	140	227,07 <sup>b</sup>	197,34 <sup>b</sup>	0,780 <sup>b</sup>
Simmental $\frac{1}{2}$	29	228,51 <sup>b</sup>	201,46 <sup>b</sup>	0,800 <sup>b</sup>

n=Número de observaciones

<sup>a,b</sup> letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

Lema et al. (2011) evaluando diferentes cruces genéticos entre Aberdeen Angus, Hereford, Salers y Nelore, encontraron que existe tanto efecto individual en animales Nelore, como materno negativo en terneros cuyas madres son de raza pura Nelore, en la variable de peso al destete, por tal motivo terneros con estas características presentarán menores pesos al destete. Sin embargo, también indican que en un cruce donde las madres provienen de un cruce genético de *Bos indicus* y *Bos taurus* los terneros nacidos presentan mayores pesos al destete, por un efecto de heterosis materna, esto concuerda con los resultados obtenidos en esta investigación ya que hembras que poseen otra genética además de la cebuína presentan mejores PD, al igual que animales con raza Simmental. Elzo et al. (1990) indican que los animales que poseen genes *Bos indicus* y *Bos taurus* presentan altos PD en condiciones tropicales, manifestando que la heterosis permite una adecuada producción de estos cruces en climas tropicales y subtropicales.

Calegare et al. (2009) señalan que hembras con genética *Bos taurus* tienen un mayor potencial para producción de leche comparado con hembras Nelore, lo que les permite destetar terneros más pesados, además indican que los terneros nacidos de cruces genéticos con *Bos taurus*, tienen una mayor demanda de leche; por esta razón, terneros que provienen de cruces con genes *Bos taurus*, nacidos de hembras Nelore presentaron pesos menores al destete.

Por su parte, Holloway et al. (2002) indican que las crías nacidas de hembras Angus cruzadas con machos Brahman presentan mayores pesos al destete que terneros cuyos padres pertenecen a las razas Senepol y Tuli. Vergara et al. (2009) señala que el uso de hembras provenientes de cruces genéticos *Bos taurus* x *Bos indicus* es beneficioso para mejorar el peso al destete de los terneros, esta afirmación es respaldada por otras investigaciones como la de Franke et al. (2001) quienes evaluaron cruces de Angus, Charolais, Hereford con Brahman.

Sumado a lo anterior, se ha determinado que hembras con mayor potencial para producción de leche tienen mayores requerimientos de consumo de Energía Metabolizable por día, encontrándose una interacción entre la raza y el nivel nutricional, por tal motivo hembras provenientes de razas o cruces genéticos con alta o mediana producción de leche en ambientes donde la alimentación supone alguna limitación, las crías presentarán malos o los peores rendimientos al destete (Calegare et al., 2009).

Cuadro 5. Medias para las variables de peso al destete (PD), peso al destete ajustado a 205 días (PD-205) y ganancia diaria de peso (GDP), de acuerdo a la raza del padre. San José, Costa Rica, 2014.

Raza de Padre	n	PD (Kg)	PD-205 (kg)	GDP (kg/día)
Brahman puro	456	219,77 <sup>a</sup>	191,70 <sup>a</sup>	0,808 <sup>a</sup>
Santa Gertrudis puro	137	220,85 <sup>a</sup>	192,21 <sup>a</sup>	0,765 <sup>b</sup>
Simmental ¾	82	234,46 <sup>b</sup>	202,42 <sup>b</sup>	0,746 <sup>b</sup>

n=Número de observaciones

<sup>a,b</sup> letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

De acuerdo a Amen et al. (2007) existe una interacción entre la raza del macho y la raza de la hembra que se debe considerar en los programas de cruzamiento, ya que el porcentaje de cada raza en cada progenitor afecta los resultados de peso al destete de las crías. En los cruces evaluados donde la hembra tiene mayor influencia Brahman que el macho, el PD no presentó diferencias, pero cuando el macho presentó mayor influencia Brahman que la hembra, el macho tendió a producir crías más livianas al destete, lo que coincide con los resultados obtenidos en este trabajo.

En esta investigación se obtuvo que animales con padres Brahman puro y Santa Gertrudis puro presentan menor PD y PD-205 con respecto a terneros nacidos de cruces donde el padre es Simmental 3/4, esto puede deberse a un efecto genético del cruce del padre, que le da mayor ventaja adaptativa y productiva con respecto a las otras dos razas. Los resultados obtenidos en este trabajo contradicen lo descrito por Chase Jr. et al. (2000) quienes indican que animales cruzados con padres Brahman presentan mejores rendimientos y mayores pesos al destete, debido a un efecto de heterosis. Sin embargo, coinciden con la investigación realizada por Comerford et al. (1988) quienes obtuvieron que al utilizar machos *Bos taurus*, los terneros son más pesados al destete que cuando se utilizan machos Brahman, situación similar a la obtenida en esta investigación

El efecto de mayor respuesta de los animales con padres de genética cruzada, que se obtuvo en esta investigación es confirmada por Reynolds et al. (1982) quienes encontraron que las razas obtenidas de cruzamiento (Brangus), presentaron mayor peso al destete que sus originarias (Angus y Brahman), además que al utilizar machos Brahman las crías obtenidas tienen mayor peso al destete.

Thrift et al. (2010) en un revisión de diferentes trabajos encontraron que los terneros nacidos de machos Brahman presentan PD similares a los provenientes de cruces con machos de razas sintéticas derivadas del *Bos indicus* (Brangus, Beefmaster y Santa Gertrudis), en condiciones de clima subtropical, lo que concuerda con los resultados obtenidos en este trabajo. La diferencia en PD con los machos Simmental 3/4 puede deberse a una mayor proporción de genes *Bos taurus* y condiciones ambientales favorables para esta proporción genética.

En esta investigación los machos presentaron mayor peso que las hembras al destete, en promedio los machos fueron más pesados 17,14 kg para PD y 16,26 kg para la variable PD-205 ( $p < 0,05$ ) (Cuadro 6), lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Herring et al. (1996) quienes evaluaron cruces genéticos de hembras Hereford y Angus con Machos Brahman, Boran y Tuli, donde los machos obtenidos de estos cruces pesaron 14,5 kg más que las hembras al destete. Amen et al. (2007) obtuvieron diferencias entre machos y hembras al destete de entre 9,8 – 21,1 kg. Cienfuegos et al (2006) encontraron diferencias de 61,1 kg entre machos y hembras de razas puras y cruces entre razas *Bos taurus*.

Cuadro 6. Promedios de peso al destete (PD) de las crías de acuerdo al sexo del ternero. San José, Costa Rica, 2014

Sexo	n	PD* (kg)	PD-205 (kg)	GDP (Kg/día)
Machos	338	213,02 <sup>b</sup>	184,90 <sup>b</sup>	0,797 <sup>a</sup>
Hembras	337	230,16 <sup>a</sup>	201,16 <sup>a</sup>	0,714 <sup>b</sup>

n=Número de observaciones <sup>a,b</sup> letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

De Souza et al. (2008) encontraron diferencias de entre 2 – 15 kg entre machos y hembras al destete, siendo mayor la diferencia conforme aumenta el porcentaje de genética *Bos indicus* en el cruce. Mejía-Bautista et al. (2010) encontraron diferencias de 11,67 kg al destete entre machos y hembras de cruces entre Nelore, Brahman, Pardo Suizo y sus cruzas. De acuerdo a Cañas et al. (2008), éstas diferencias se deben a un mayor potencial de los machos para ganar peso, tal y como se observa en el Cuadro 6, los machos evaluados en esta investigación ganaron 12% más peso con respecto a las hembras y con esto pesaron 9% más que las hembras al destete, mientras que Van Vleck y Cundiff (1998) reportan diferencias de peso de 5,7% entre machos y hembras.

## CONSIDERACIONES FINALES

El peso al nacimiento de los terneros está influenciado por la raza de la madre, de esta manera, terneros de raza pura Brahman tendieron a presentar mayores PN, sin embargo cuando las madres son Brahman puro las crías provenientes de machos no cebuínos tienden a nacer con menor peso, por un efecto propio de las hembras *Bos indicus*. Mientras que las características de peso al destete y ganancia de peso están influenciadas tanto por la raza del padre como la raza de la madre, en este último caso por la producción de leche de la madre.

Otras variables que influyen en las características pre-destete de los terneros fueron el sexo del ternero, el mes y año de nacimiento, además para el peso al destete y ganancia de peso diaria influye el peso al nacimiento del ternero. En el caso del sexo del ternero se determinó que los machos son en promedio 1,25kg y 16,26kg, más pesados que las hembras al nacimiento y al destete a 205 días, respectivamente. Aunque se debe realizar más investigación para determinar si existe efecto de la composición racial sobre la magnitud de estas diferencias entre los sexos de los terneros.

## **AGRADECIMIENTOS**

---

Se agradece profundamente a los respetables dueños de la Finca El Laberinto por su confianza y cooperación para el desarrollo de esta investigación.

## **LITERATURA CITADA**

---

Afolayan, R., Pitchford, W., Weatherly, A., y Bottema, C. 2002. Genetic variation in growth and body dimensions of Jersey and Limousin cross cattle. 1. Pre-weaning performance. Asian-Austral. J. Anim. Sci. 15(10): 1371-1377.

Amen, T., Herring, A., Sanders, J., y Grill. 2007. Evaluation of reciprocal differences in Bostaurusbackcross calves produced through embryo transfer: I. Birth and weaning traits. J. Anim. Sci. 85: 365-372.

Arboleda E., O. Vergara., y L. Restrepo. 2007. Características de crecimiento en bovinos mestizos en la costa norte Colombiana. Livest. Res. Rural Develop.19 (5): Artículo 68. Consultado a las 1:25 pm del el 17 de noviembre de 2014, from <http://www.lrrd.org/lrrd19/5/arbo19068.htm>

Browning, J., M. Browning., D. Neuendorff, D. Randel. 1995. Prewaninggrowth of Angus (*Bos taurus*) Brahman (*Bos indicus*) and Tuli (Sanga) sired calves and reproductive performance of their Brahman dams. J. Anim. Sci. 73: 2558-2563.

Calegare, L., M, Alencar., I. Packer., C. Ferell., y P. Lanna. 2009. Prewaning performance and body composition of calves from straightbred Nellore and Bos Taurus x Nellore crosses. J. Anim. Sci. 87: 1814-1820.

Cañas, J., J. Ramírez., O. Arboleda., J. Ochoa., O. Vergara., y M. Cerón. 2008. Estimación de parámetros genéticos para peso al destete en ganado blanco orejinegro (Bon) en el noroccidente colombiano. Rev. Med. Vet. Zoot. Córdoba. 13(1): 1138-1145.

- Chase, C., A. Hammond., y T. Olson. 2000. Effect of tropically sire breeds on preweaning growth of F1 Angus calves and reproductive performance of their Angus dams. *J. Anim. Sci.* 78: 1111- 1116.
- Cienfuegos, E., M. Orúe., M. Briones., y J. Martínez. 2006. Estimación del comportamiento productivo y parámetros genéticos de características pre-destete en bovinos de carne (*Bos taurus*) y sus cruzas, VIII región Chile. *Arch. Med. Vet.* 38(1): 69-75.
- Comerford, J., L. Benyshek., J. Bertrand., y M. Jhonson. 1988. Evaluation of performance Characteristics in a Daiallel among Simmental, Limousin, Polled Herford and Brahman Beef cattle. I. Growth, hip height and pelvic size. *J. Anim. Sci.* 66: 293-305.
- Córdova, A., G. Rodríguez., M. Córdova., C. Córdova., y J. Pérez. 2005. Ganancia diaria y peso al destete en terneros de cruces *Bos taurus* con *Bos indicus* en trópico húmedo. *MVZ Córdoba.* 10(1): 589-592.
- Cundiff, L. 2005. Performance of tropically adapted breeds in a temperature environment: Calving, growth, reproduction and maternal traits. En: A compilation of research results involving tropically adapted beef cattle breeds. *Southern Cooperative Series Bulletin* 405. pp. 131-143.
- Dadi, H. 2003. Effects of sire dam breed genotypes on preweaning traits of calves in indigenous (Boran and Barka) and indigenous X *Bos taurus* crossbreed cattle. En: Challenges and opportunities of livestock marketing in Ethiopia. Y. Jobre y G. Gebru, editors. Proc. 10th Annual conference of the Ethiopian Society of Animal Production (ESAP) held in Addis Ababa, Ethiopia, August 22-24, 2002. pp. 105-110.
- De Souza, J., J. DeFreitas., C. Malhado., J. Sereno., I. DosSantos., E. Vendrúsculo., y P. Ferraz Filho. 2008. Desempeño de becerros cruza europeo-cebú. Brasil. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 16(3): 116-120.

Di Rienzo, J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. Gonzalez., M. Tablada y Y.C. Robledo. 2013. InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>.

Elzo, M., T. Olson.,W. Butts., M. Koger., y E. Adams. 1990. Direct and maternal genetic effects due to introduction of *Bostaurus*alleles into Brahman cattle in Florida: II. Prewaning growth traits. *J. Anim. Sci.* 68: 324-329.

Franke, D., S. Derouen., A. Williams., D. Crews., y W. Wyatt. 2005. Breed direct and maternal additive and heterosis genetic effects for reproductive, growth and carcass traits. En: A compilation of research results involving tropically adapted beef cattle breeds. Southern Cooperative Series Bulletin 405.pp.221-227.

Franke, D., O. Habet., L. Tawah., A. Williams., y S. Derouen. 2001. Direct and maternal genetic effects of birth and weaning traits in multibreed cattle data and predicted performance of breed crosses. *J. Anim. Sci.* 79: 1713-1722.

Freetly, H.C., C.L. Ferrell., yT.G. Jenkins. 2000. Timing of realimentation of mature cows that were feed-restricted during pregnancy influences calf birth weights and growth rates *J. Anim. Sci.* 78(11): 2790-2796.

Gill, C., T. Amen., J. Sanders., y A. Herring. 2005. Reciprocal differences in gestation length and birth weight in *Bos indicus* / *Bos taurus* crosses. En: A compilation of research results involving tropically adapted beef cattle breeds. Southern Cooperative Series Bulletin 405. pp. 83-88.

Herring, A., J. Sanders., R. Knutson., y D. Lunt. 1996. Evaluation of F1 calves sired by Brahman, Boran, and Tuli bulls for birth, growth, size, and carcass characteristics. *Journal of Animal Science.* 74: 955-964.

Herring, A., S. Cunningham., L. Cundiff., J. Sanders., C. Chase., W. Philips., J. Baker., J. Holloway., B. Warrington., y S. Colman. 2005. Varying differences between sexes in birth weight and weaning weight of calves sired by tropically adapted breeds at six diverse U.S. locations. En: A compilation of research results involving tropically adapted beef cattle breeds. Southern Cooperative Series Bulletin 405. pp. 198-204.

- Holloway, J., B. Warrington., D. Forest., y R. Randel. 2002. Prewaning growth of F1 tropically adapted beef cattle breeds x Angus and reproductive performance of their Angus dams in arid rangeland. *J. Anim. Sci.* 80: 911-918.
- Jenkins, T.G., yC.L. Ferrell. 1994. Productivity through weaning of nine breeds of cattle under varying feed availabilities: I. Initial evaluation. *J. Anim. Sci.* 72(11): 2787-2797.
- Lema, O., D. Gimeno., N. Dionello., y E. Navajas. 2011. Pre-weaning performance of Hereford, Angus, Salers and Nelore crossbred calves: Individual and maternal additive and non-additive effects. *Livest. Sci.* 142: 288-297.
- Madrigal, M. 2013. Efecto del cruzamiento entre razas cebuínas sobre características productivas de ganado de engorde. Tesis para obtener el grado de Lic. en Ing. Agr. Enf. Zootecnia Universidad de Costa Rica. Montes de Oca, Costa Rica.
- Martínez, J., A. Azuara., J. Hernández., G. Parra., y S. Castillo. 2008. Características predestete de bovinos Simmental (*Bos taurus*) y sus cruces con Brahman (*Bos Indicus*) en el trópico Mexicano. *Rev. Colomb. Cienc. Pec.* 21: 365-371.
- Mejía-Bautista, G., J. Magaña., J. Segura., R. Delgado., y R. Estrada. 2010. Comportamiento reproductivo y productivo de vacas *Bos indicus*, *Bos Taurus* y sus cruces en un sistema de producción vaca: cría en Yucatán México. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.* 12(2): 289-301.
- Phillips, W., R. Wettemann., S. Coleman., y J. Holloway. 2005. Evaluation of Boran, Tuli, Gelbvieh, and Brahman F1 crosses in Oklahoma. En: A compilation of research results involving tropically adapted beef cattle breeds. Southern Cooperative Series Bulletin 405. pp. 176-181.
- Reynolds, W., T. Derouen., yK. Koonce.1982. Prewaning growth rate and weaning traits of Angus, Zebu and Zebu-Cross Cattle. *J. Anim. Sci.* 241-47.

- Sanders, J., D. Riley., J. Paschal., y D. Lunt. 2005. Evaluation of the F1 crosses of five *Bos indicus* breeds with Hereford for birth, growth, carcass, cow productivity, and longevity characteristics. En: A compilation of research results involving tropically adapted beef cattle breeds. Southern Cooperative Series Bulletin 405. pp. 96-107.
- Santana, M., J. Eler., F. Cardoso., L. Albuquerque., A. Bignardi., y J. Ferraz. 2012. Genotype by environment interaction for birth and weaning weights of composite beef cattle in diferents regions of Brazil. Livest. Sci. 149: 242-249.
- Thrift, F., J. Sanders., M. Brown., A. Brown., A. Herring., D. Riley., S. Derouen., J. Holloway., W. Wyatt., R. Vann., C. Chase., D. Franke., L. Cundiff., y J. Backer. 2010. Review: Prewaning, postweaning, and carcass trait comparisons for progeny sired by sub tropically adapted beef sire breeds at various US locations. Prof. Anim. Sci. 26: 451-473.
- Vergara, O.D., M. Elzo., M. Ceron-Muñoz., y E. Arboleda. 2009. Weaning weight and post-weaning gain genetic parameters and genetic trends in a Blanco Orejinegro–Rimosinuano–Angus–Zebu multibreed cattle population in Colombia. Livest. Sci. 124: 156-162.
- Vleck, L., y L. Cundiff. 1998. Sex effects on bread of sire differences for birth, weaning and yearling weights. J. Anim. Sci. 76: 1528-1534.