

**FACTORES NO GENÉTICOS Y DE GRUPO RACIAL QUE AFECTAN
EL PESO AL NACER EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN
CON VACUNOS DE CARNE**

***Non Genetic and Breed Group Factors Affecting Birth Weight
in a Beef Cattle System Production***

Francisco Pacheco*, Luis Depablos*¹, Gonzalo Martínez* y Daniel Vargas*

**Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela.
Apartado Postal 4579. Maracay, estado Aragua. Venezuela*

Correo-E:luisdepablos2@yahoo.com

Recibido: 23/11/12 - Aprobado: 11/07/13

RESUMEN

Para evaluar el efecto de factores no genéticos y de grupo racial sobre el peso al nacer (PN), se analizaron 5136 datos de becerros nacidos en una zona de bosque seco tropical. Los datos fueron analizados utilizando un modelo lineal aditivo por el método de máxima verosimilitud restringida que incluyó los efectos fijos: año de nacimiento (AN; 2001,...,2007); mes de nacimiento (MN; enero, febrero, octubre, noviembre y diciembre); edad de la madre al parto (EM; 3,...,11 años ó más), sexo (S; hembra-macho); grupo racial del becerro (GR1: mestizos *Bos taurus* de las razas Angus, Braunvieh, Carora, Holstein, Simmental, Romosinuano y Senepol; GR2: predominantemente *Bos indicus* de las razas Brahman, Nelore, Guzerat y Gyr). El AN, MN, EM y S afectaron ($P < 0,05$) el PN. El efecto de GR no fue significativo. Se estudiaron todas las interacciones incluyendo en el modelo definitivo sólo las significativas ($P < 0,05$) AN*MN, AN*EM, AN*GR, MN*GR, S*GR. El promedio de PN fue $32,1 \pm 0,20$ kg (media \pm error estándar) considerado normal para una adecuada sobrevivencia de la cría y de la madre. Las variables que más afectaron el PN fueron AN (entre años extremos se presentaron diferencias de 5,35 kg; 17,8 %), S (los machos

ABSTRACT

To evaluate the effect of non-genetic factors and of breed group on birth weight (BW), 5136 records of calves born in a dry tropical forest were analyzed. The data was analyzed using an additive linear model by the restricted maximum verisimilitude method, that included the fixed effects of: year of birth (YB; 2001,..., 2007); month of birth (MB; January, February, October, November, December); age of the mother at calving (AM; 3.., 11 years or more); sex (S; female - male); breed group of the calf (BG1: Crossbred *Bos taurus* of the breeds Angus, Braunvieh, Carora, Holstein, Simmental, Romosinuano, Senepol; BG2: mainly *Bos indicus* of the breeds Brahman, Nelore, Guzerat and Gyr). The YB, MB, AM and S affected ($P < 0.05$) the BW. The effect of BG was not significant. All interactions were studied, including in the final model only the significant ones ($P < 0.05$) such as YB*MB, YB*AM, YB*BG, MB*BG, S*BG. The average BW was 32.1 ± 0.20 kg (mean \pm standard error) considered normal for a suitable survival of both the calf and cow. The variables that most affected BW were YB (there were difference of 5.35 kg; 17.8 % between extreme years), S (males were 0.64 kg; 2 % heavier) and AM (the major difference was seen in cows of

¹ A quien debe dirigirse la correspondencia (To whom correspondence should be addressed)

fueron 0,64 kg; 2% más pesados) y EM (la mayor diferencia se presentó entre vacas de seis y once años o más con 1,93 kg; 5,9%). A medida que transcurrió el tiempo, los animales nacieron más pesados siendo necesaria la revisión de estos valores, ya que esto pudo ser debido a fallas en el momento de registro del PN o cambios genéticos del rebaño. Los resultados evidencian interacciones genotipo por ambiente (AN y MN por GR).

(Palabras clave: Peso al nacimiento, factores ambientales, genética animal, *Bos taurus*, *Bos indicus*)

INTRODUCCIÓN

La producción agropecuaria en la mayor parte de Latinoamérica ha mostrado un importante incremento en los últimos años, ya que la demanda de sus rubros así lo requiere. Todo lo contrario ocurre en nuestro país debido a que en la última década la ganadería se ha quedado estancada por diversos factores, tales como insuficiente mano de obra, inseguridad social y jurídica, dificultad en la obtención de divisas para la compra de equipos e insumos foráneos y eventos climáticos cuyo estudio y comprensión son de importancia para mejorar a futuro.

En anteriores oportunidades se ha planteado la necesidad de registrar los caracteres y eventos productivos, además de todos los sucesos relacionados al rebaño y la finca ganadera (Verde y Plasse, 1992). Sin embargo, para algunos ganaderos el proceso de llevar registros de producción les parece innecesario, pues según ellos conocen su rebaño perfectamente y recuerdan los detalles de su genealogía y comportamiento productivo. No obstante, cuando se estudian estos sistemas, es muy frecuente encontrar problemas graves que se pudieron corregir a tiempo si el productor los hubiese identificado con anterioridad (Vaccaro, 1990). En otros casos los registros productivos y genealógicos son recabados y digitalizados, pero la información no es analizada, ocasionando que la toma de datos se convierta en un proceso infructuoso y oneroso.

Es por ello, que el análisis de registros debe orientar la toma de decisiones para mejorar el crecimiento, la reproducción y el manejo de los grupos

six and eleven years or more with 1.93 kg; 5.9%). As time elapsed, heavier animals were born, which prompted a necessary revision of these values that could be due to failure at the time of registration of BW or to genetic changes in the herd. The results showed genotype by environment interactions (YB and MB by BG).

(Key words: Birth weight, environmental factors, animal genetics, *Bos taurus*, *Bos indicus*)

raciales recomendables. Este proceso es esencial en el éxito de explotaciones pecuarias e involucra tanto el descarte de animales improductivos como la selección de los sobresalientes, permitiendo así identificar individuos superiores con buena habilidad materna y crecimiento para un rebaño, dentro de las condiciones agroecológicas en la cual se encuentra la unidad de producción.

El peso al nacer (PN), indicador del crecimiento prenatal, es una medida de importancia en el peripato, ya que valores altos o bajos son relacionados con distocia o baja sobrevivencia de las crías, respectivamente (Koger *et al.*, 1967). Las diferencias en el PN corresponden tanto a factores genéticos como ambientales, y se sabe que estos son diferentes en magnitud dependiendo de la zona agroecológica, unidad de producción y constitución genética de la población que se estudie (Plasse, 1978). El PN, como parte de los aspectos concernientes al mejoramiento animal, tiene importancia económica debido a su valor *per se* y a sus correlaciones con futuras mediciones. Además, el estudio de los factores que afectan el PN en un sistema de producción, cobra importancia al momento de seleccionar individuos, ya que el ajuste por ellos es indispensable para homogeneizar lotes de animales.

Con base en lo mencionado, el presente trabajo evaluó los factores no genéticos (sexo, año y mes de nacimiento y edad de la madre al parto) y de grupo racial que afectaron el PN durante siete años (2001-2007), en un sistema de producción con vacunos de carne en el municipio Pao de San Juan Bautista del estado Cojedes, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Agropecuaria La Batalla C.A., ubicada en el municipio Pao de San Juan Bautista, carretera El Pao-El Baúl, sector Samán Viejo, estado Cojedes, Venezuela. Esta finca maneja aproximadamente 2729 reses en 2380 ha (2976 ha de superficie total). La zona ecológica corresponde al bosque seco tropical (Ewel *et al.*, 1976), con temperaturas promedio de 27 a 30 °C (Tejos, 1996; Arriaga *et al.*, 2001). La precipitación anual promedio registrada en la finca durante 20 años fue de 1444 mm, oscilando entre 974 y 2275 mm para el periodo 2000 y 2007. La zona presenta dos épocas bien definidas, siendo la seca desde noviembre hasta marzo y la lluviosa de abril hasta octubre, concentrándose la mayor parte de la precipitación en los meses de mayo a agosto.

La Figura 1 muestra la precipitación anual en el periodo 2000 al 2007, mientras que la Figura 2 corresponde a la precipitación mensual promedio de los años mencionados.

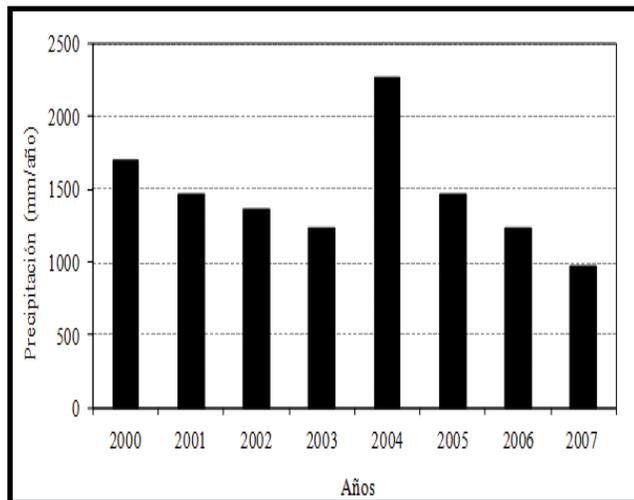


Figura 1. Precipitación anual promedio en el sector Samán Viejo, estado Cojedes, durante el periodo de estudio

Descripción general

La unidad de producción dispone de gramíneas cultivadas de las especies: *Urochloa decumbens* (barrera), *Urochloa humidicola* (aguja), *Cynodon nlemfuensis* (estrella) y *Panicum maximum* (guinea), además de algunos pastos nativos como *Paspalum fasciculatum* (chigüirera) y *Leersia hexandra* (lambedora). El programa de manejo en la unidad de producción estuvo basado en una temporada

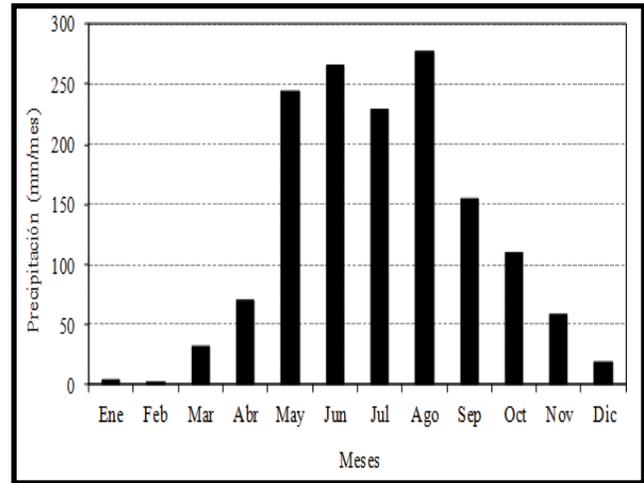


Figura 2. Precipitación mensual promedio en Samán Viejo, estado Cojedes, durante el periodo de estudio

de servicio (100-110 d) ubicada en época seca (enero-abril) lo cual originó nacimientos entre los meses de octubre y febrero, época favorable para la sobrevivencia de los becerros y el bienestar de las vacas, ya que se dispone aún de humedad de los potreros y consecuente forraje de mediana calidad, así como de moderadas condiciones sanitarias para las crías durante su primer mes de vida.

La preñez se diagnosticó a los 45-60 d (por palpación rectal) después de finalizada la temporada de servicio. Las vacas próximas al parto fueron mantenidas en potreros con pasturas de buena calidad. Los partos ocurrieron en potreros de maternidad cercanos a los corrales de trabajo y viviendas para supervisión diaria de los becerros, logrando con esto, asegurar el registro del peso al nacer en las primeras 24 h de vida, cura del ombligo con solución de yodo y tatuado. Desde el nacimiento hasta el destete (7-8 m), los becerros estuvieron en amamantamiento continuo y sus madres pastaron, en su mayoría, forrajes cultivados y en ocasiones nativos. Adicionalmente, durante los meses en que la oferta forrajera comenzaba a disminuir, las vacas fueron suplementadas con bloques multinutricionales y/o mezclas de harinas y subproductos (harina de maíz, nepe de cervecera, afrechillo de trigo y gallinaza).

El plan sanitario incluyó el tratamiento antes mencionado del becerro recién nacido, las vacunaciones (aftosa, rabia y brucelosis a hembras con edad entre 3-8 m) de acuerdo a la ubicación de la unidad de producción, así como también despistaje serológico de brucelosis. Se aplicó una vacuna polivalente (Cattle Master®) para el control de enfermedades virales y

leptospirosis. El tratamiento antiparasitario se ajustó según las necesidades de cada grupo fisiológico, utilizándose baños de aspersión para los ectoparásitos, de acuerdo con la incidencia.

Durante todo el periodo de evaluación (2001 al 2007), la temporada de servicio comprendió monta natural e inseminación artificial (IA), esta última con duración de 45 a 60 d. Novillas (<320 kg) y vacas de baja condición corporal formaron parte del rebaño de monta natural en rebaños multitoro con una relación 20:1. Los animales que ingresaron al programa de IA (con semen nacional o importado) fueron las vacas horras y las novillas de mayor peso (≥ 320 kg) las cuales, terminado el periodo de IA y fueron a repaso con toro el resto de la temporada. Este manejo dificultó determinar las crías producto de IA.

El material utilizado para el presente estudio comprendió información sobre el crecimiento prenatal de hijos de toros en su mayoría puros, pertenecientes a las razas Nelore, Brahman, Gyr, Carora, Senepol, Angus (IA), Simmental (IA), Holstein (IA), Romosinuano, Braunvieh y Guzerat. Por otra parte, entre las hembras progenitoras se encontraban vacas Brahman comerciales y mestizas de estas razas. Se utilizaron registros individuales de los PN correspondiente a las temporadas de nacimiento (2001-2007). Además, la asignación del grupo racial se realizó visualmente por parte del personal de campo de la unidad de producción, según las características fenotípicas del becerro al nacer, la raza de la madre y padre cuando provino de IA y cuando fue posible garantizar paternidad. Los datos fueron almacenados continuamente por el personal de trabajo de la Agropecuaria La Batalla C.A.

La base de datos original estuvo compuesta por 7656 registros para PN. Del total fueron eliminados 32,92 % de los datos, contando finalmente con 5136 observaciones. Las causas de eliminación y sus proporciones son mostradas en la Tabla 1. En este sentido, los animales que no fueron tatuados al nacer por fallas en la supervisión o problemas con sus madres al parto se denominaron falta de serie. Se consideraron valores erróneos de magnitudes incoherentes biológicamente, es decir, valores muy altos (>70 kg) o bajos (<10 kg). Posterior a la eliminación de datos erróneos, se realizó una nueva depuración que consistió en eliminar datos atípicos y para ello se estimó la media y desviación estándar construyendo con estos un intervalo ($\bar{x} \pm 2\sigma$) eliminando así el 7,98 % de los datos de PN (Tabla 1).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el procesamiento de los datos se realizó un análisis de varianza para PN a través de un modelo lineal aditivo de efectos fijos, por el método de máxima verosimilitud restringida, que permite analizar efectos con desigual número de observaciones, utilizando el PROC MIXED del paquete estadístico SAS® (Littell et al., 2002).

Los efectos estudiados fueron:

- Año de nacimiento del becerro (AN; 2001,...,2007)
- Mes de nacimiento del becerro (MN; enero, febrero, octubre, noviembre, diciembre),
- Edad de la madre al parto (EM; 3,...,11 años ó más)
- Sexo del becerro (S; hembra-macho)
- Grupo racial del becerro (GR1: mestizos de Angus, Braunvieh, Carora, Holstein, Simmental, Romosinuano, Senepol desde 50% de *B. taurus* hasta casi puros; GR2: >50% de herencia Brahman, Nelore, Guzerat y Gyr).

Por otra parte, las vacas con menos de tres años al parto fueron agrupadas con las de vacas de tres años de edad. Asimismo, se agruparon vacas de 11 años o más al momento del parto en una sola categoría porque se disponía de pocas observaciones y ello limitaba su evaluación.

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijklmn} = \mu + AN_i + MN_j + EM_k + S_l + GR_m + (AN * MN)_{ij} + (AN * EM)_{ik} + (AN * GR)_{im} + (MN * GR)_{jm} + (S * GR)_{lm} + E_{ijklmn}$$

Donde:

Y_{ijklmn} = PN de un animal "n", nacido en el año "i", en el mes "j", con edad de la madre al parto "k", sexo del becerro "l" y grupo racial "m"

μ = media teórica de la población para PN

AN_i = año de nacimiento del becerro (i = 2001,...,2007)

MN_j = efecto del mes de nacimiento del becerro (j = enero, febrero, octubre, noviembre y diciembre)

EM_k = efecto edad de la madre al parto (k = 3,..., 11 años o más)

S_l = efecto del sexo del becerro (l = hembra, macho)

GR_m = efecto del grupo racial del becerro, (m =

Tabla 1. Número de datos originales y registros eliminados con sus respectivas causas

	Pesos al nacer		
	Nº	%	
Datos iniciales	7656	100	
Datos eliminados	2520	32,92	
Datos analizados	5136	67,08	
Causa de eliminaciones	Falta de peso	28	1,11
	Falta edad madre	2096	83,17
	Falta serie	44	1,75
	Valores erróneos	151	5,99
	Valores atípicos	201	7,98

GR1, GR2)

AN * MN_{ij} = interacción año de nacimiento x mes de nacimiento

AN * EM_{ik} = interacción año de nacimiento x edad de la madre al parto

AN * GR_{im} = interacción año de nacimiento x grupo racial del becerro

MN * GR_{jm} = interacción mes de nacimiento x grupo racial del becerro

S * GR_{lm} = interacción sexo del becerro x grupo racial

Eijklmno = Efecto de error experimental normal e independiente distribuido con media cero y varianza σ^2

Para los efectos que resultaron significativos ($P < 0,05$) las diferencias entre medias fueron estudiadas con ajuste mediante la prueba de Tukey-Kramer.

Se estudiaron todas las interacciones simples y para ello se realizaron análisis previos, descartando las no significativas hasta llegar al modelo definitivo mencionado sólo con las interacciones significativas ($P < 0,05$). Los datos fueron expresados como la media (\bar{X}) más o menos (\pm) el error estándar de la media (EEM).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2, se presenta el análisis de varianza realizado y se puede observar que el único efecto no significativo ($P > 0,05$) fue el grupo racial. Por otra parte, en orden de importancia, el AN y S del becerro fueron las fuentes de variación que mayor impacto tuvieron sobre la variación en PN, tal y como lo indican los mayores valores de F calculados (Tabla 2).

En la Tabla 3, se presentan el número de

observaciones, las medias ajustadas y error estándar para los efectos fijos (AN y MN, EM, S y grupo racial) sobre el PN, el cual presentó un valor promedio de $32,1 \pm 0,20$ kg. Contrariamente a lo encontrado en esta investigación, Martínez (2009) reportó con 17048 datos tomados entre los años 1990 y 2006 un promedio superior de PN (34,3 kg) en vacunos Brahman puros provenientes de 16 hatos pertenecientes a la Asociación Venezolana de Criadores de Cebú (ASOCEBU) distribuidos en nueve estados del país (Anzoátegui, Barinas, Cojedes, Falcón, Guárico, Monagas, Portuguesa, Yaracuy y Zulia). Morales y Mejía (2000) con 303 observaciones de becerros Brahman y Nelore obtenidos entre los años 1993 y 1997 en sabanas de regular drenaje superficial del estado Portuguesa, consiguieron un PN inferior con media de 29 kg. Respecto a esta experiencia, similares valores de PN fueron encontrados por Noguera *et al.* (1995) en un rebaño doble propósito ubicado en bosque húmedo tropical del estado Zulia, reportando promedios entre 30,2 y 33,5 kg para becerros mestizos de Criollo Limonero, Pardo Suizo, Brahman e indefinidos en diferentes proporciones.

Año de nacimiento

Se encontró efecto del AN sobre el PN, siendo la variable que mejor explicó la variación de la medida. Becerros nacidos en el peor (2004) y mejor año (2007) presentaron diferencias de 5,35 kg (17,8%) de PN. Esto puede deberse a que en el año 2004 ocurrieron fuertes precipitaciones (>2000 mm/año) que pudieron ocasionar problemas sanitarios y de disponibilidad forrajera, lo cual coincide con lo descrito por Arango y Plasse (1994), Plasse *et al.* (2000) y Abreu (2009), quienes señalan que las diferencias en los pesos al nacer según el año de nacimiento (fuente

Tabla 2. Efecto de factores no genéticos, grupo racial y sus interacciones sobre peso al nacer

Fuente de variación	Valor de F calculado	Valor de P
Año de nacimiento**	81,55	0,0000
Mes de nacimiento*	2,76	0,0264
Edad de la madre al parto**	10,52	0,0000
Sexo del becerro**	27,68	0,0000
Grupo racial del becerro ^{ns}	2,91	0,0882
Año de nacimiento por mes de nacimiento**	9,51	0,0000
Año de nacimiento por edad de la madre**	1,79	0,0007
Año de nacimiento por grupo racial**	9,57	0,0000
Mes de nacimiento por grupo racial**	3,83	0,0041
Sexo del becerro por grupo racial**	18,16	0,0000

*P < 0,05; ** P < 0,01; ns = no significativo

Tabla 3. Efecto del año y mes de nacimiento, edad de la madre, sexo y grupo racial sobre el peso al nacer en una finca de vacunos de carne en los Llanos Centrales de Venezuela

Efecto	Observaciones (n)	Media ajustada (kg)	Error estándar (±)
Año de nacimiento			
2001	1173	31,28 ^b	0,21
2002	646	30,97 ^b	0,26
2003	859	31,02 ^b	0,26
2004	718	29,99 ^c	0,19
2005	617	31,36 ^b	0,22
2006	638	35,22 ^a	0,22
2007	485	35,34 ^a	0,34
Mes de nacimiento			
1	1226	32,20 ^b	0,20
2	455	31,90 ^b	0,34
10	607	32,70 ^a	0,18
11	1587	32,02 ^b	0,16
12	1261	32,03 ^b	0,20
Edad de la madre (años)			
3	1370	32,02 ^c	0,14
4	684	32,18 ^{bc}	0,17
5	683	32,79 ^{ab}	0,17
6	625	32,86 ^a	0,18
7	477	32,33 ^{abc}	0,20
8	378	32,13 ^{bc}	0,22
9	303	31,98 ^{bc}	0,24
10	214	32,31 ^{abc}	0,28
≥11	402	30,93 ^d	0,21
Sexo			
Hembra	2619	31,85 ^b	0,12
Macho	2517	32,49 ^a	0,12
Grupo racial			
GR1	1239	32,02 ^a	0,17
GR2	3897	32,32 ^a	0,09

Literal distinto denota diferencias estadísticas (P < 0,05)

variación entre las más importantes en sus estudios) se deben a las diferencias climáticas que afectan al trópico venezolano. Sin embargo, otras pueden ser las causas de estas diferencias. En este sentido, en el año 2007 ocurrió un cambio de gerencia en la agropecuaria donde fueron tomados los datos y ello pudo influir en el registro oportuno del peso de los animales al nacer,

hecho que pudiera aumentar el valor al hacerse después de las primeras 24 h de vida del becerro.

Existe la tendencia del aumento del PN con el paso del tiempo, surgiendo la necesidad de revisión de estos valores, ya que esto pudo ser debido a fallas en el momento de registro del peso o a cambios en la genética del rebaño, sabiendo que si el mismo continua

en aumento podrían ocurrir problemas futuros de distocia.

Mes de nacimiento

Existe diferencia significativa ($P < 0,05$) entre los meses de estudio, encontrando que los mejores PN se ubicaron en el mes de octubre y los más bajos en el mes de febrero (Tabla 3), con una diferencia entre ellos de 0,8 kg (2,5%), situación posiblemente debida a que el mes de octubre se encuentra en el periodo de salida de lluvias lo que favorece disponibilidad de forrajes de mediana a buena calidad para la vaca lo cual contribuye al desarrollo fetal, mientras que el mes de febrero coincide con el periodo seco cuando las condiciones de alimentación no son las mejores. Todo lo contrario observaron Stüve *et al.* (2001) y Abreu (2009) en sabanas inundables, en los meses de enero y febrero, cuando se presentaron los mejores PN. Estas diferencias pueden atribuirse a la ubicación geográfica de las distintas zonas de estudio.

Edad de la madre al parto

Los PN más bajos se presentaron en progenies de vacas que todavía estaban en crecimiento (3 años) o vacas con deterioro fisiológico (11 años ó más), al ser comparadas con las de edades intermedias (5 y 6 años). En este sentido, existen diferencias significativas superiores de 0,84 kg (2,6 %) y 1,93 kg (5,9 %) en el PN respecto a la progenie de vacas de seis años de edad, respectivamente. Las vacas de 5 a 8 años probablemente ya alcanzaron su desarrollo corporal y fisiológico, lo que permitió la gestación y parto de becerros más pesados situación que coincide con lo descrito por Martínez *et al.* (1998) y Rodríguez *et al.* (2009) quienes señalaron que las vacas de edades comprendidas entre siete a 10 y cinco a nueve años, respectivamente, paren becerros más pesados. En ganado de carne comercial de los estados Barinas y Apure, Stüve *et al.* (2001) y Abreu (2009), también encontraron que el PN se incrementa hasta los seis años de edad de la madre, momento en el cual comienza a disminuir.

Sexo del becerro

Se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) por efecto del S, siendo esta la segunda fuente de variación de mayor influencia. Los machos fueron 0,64 kg (2 %) superiores a las hembras. Este efecto

es propio del ambiente hormonal y consecuente dimorfismo sexual entre ambos sexos (Plasse *et al.*, 2000; Abreu, 2009). Cabe destacar que esta diferencia de los machos sobre las hembras fue inferior a las encontradas por Arango *et al.* (1999), Morales y Mejía (2000), Abreu (2009) y Rodríguez *et al.* (2009) con diferencias de 1,80; 2; 2,7 y 2,25 kg, respectivamente. Esta diferencia de peso debida al sexo cambia en magnitud de acuerdo a la raza, siendo su interacción significativa, como se discutirá más adelante.

Grupo racial del becerro

No se encontraron diferencias estadísticas en el PN atribuibles al grupo racial (Tabla 3) con valores promedio de 32,02 y 32,31 kg para GR1 y GR2, respectivamente. Estos valores son similares a los de Abreu (2009) en becerros hijos de vacas F1 (Angus x Brahman) y toros F1 (Limousin x Brahman) de 32,2 kg en sabanas inundables del estado Apure; sin embargo, el mismo autor encontró para hijos de vacas F1 Romosinuano o Gelbvieh x Brahman con toros F1 producto de un cruce similar al mencionado, un mayor PN (32,6 y 32,9 kg, respectivamente). Cabe señalar que Abreu (2009) encontró que el grupo racial de la madre presentó efecto significativo sobre el PN de los becerros. Por otra parte, Martínez *et al.* (1998) indican PN inferiores en becerros mestizos Nelore (28,2 kg) o mestizos Gyr (24,9 kg) en el sureste de Guárico. Contrariamente, en sabanas mal drenadas del estado Apure, Plasse *et al.* (2000) encontraron diferencias significativas en el PN debidas a la raza, siendo que becerros $\frac{3}{4}$ Brahman hijos de vacas F1 Chianina x Brahman fueron 13% superiores a becerros Brahman. Los pesos de los becerros del presente estudio están dentro del intervalo de los reportados por Plasse *et al.* (2000) para becerros Brahman (29,6 kg) y $\frac{3}{4}$ Brahman $\frac{1}{4}$ Chianina (33,5 kg) en las condiciones descritas.

Efecto de la interacción año de nacimiento por mes de nacimiento

El efecto de la interacción AN por MN fue significativo ($P = 0,0000$). En general, se puede observar en la Figura 3 que existen cambios de la posición de los meses según el AN, así como diferencias importantes entre años dependiendo del MN. En relación a ello, el año 2007 presentó los mejores PN en el mes de octubre, lo contrario ocurre

para el mismo mes pero en el 2004, cuando nacieron los becerros menos pesados con una diferencia entre los meses mencionados de 7,75 kg (20,75 %). Esto puede deberse a los cambios en las precipitaciones, que afectaron de alguna manera la calidad y disponibilidad de los pastos además de las condiciones sanitarias. En el mes de diciembre de 2006 se obtuvo el mayor PN de becerros; sin embargo, el año siguiente fue el mes de más bajo peso. Coincidentemente los años 2006 y 2007 son los que presentan mayor variación entre el PN durante los MN, y ello puede estar afectado como se indicó previamente por el cambio de gerencia que estaba ocurriendo en la agropecuaria, y el proceso de venta previo que implicó una posible falla del personal en el número de obreros y, más importante aún, la supervisión de los mismos.

Efecto de la interacción año de nacimiento por edad de la madre al parto

La interacción año de nacimiento por edad de la madre al parto fue significativa ($P=0,0007$).

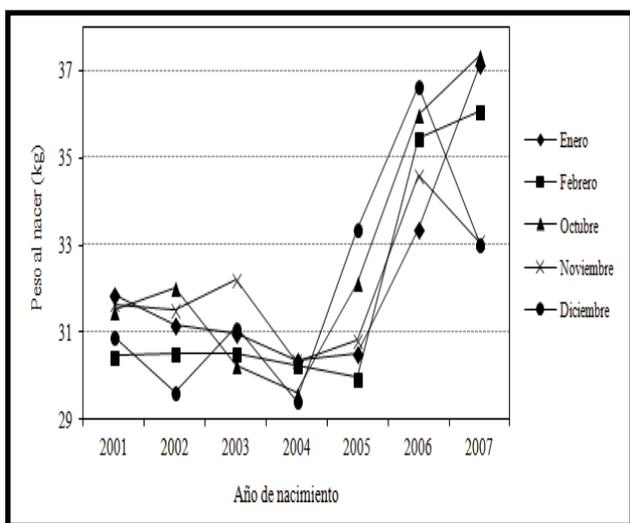


Figura 3. Interacción año de nacimiento por mes de nacimiento sobre el peso al nacer

Diferencias evidentes se presentan en vacas de tres años entre los años de menor (2004) y mayor (2006) PN con diferencia de 7,2 kg (20,3%). De igual modo, vacas con edades intermedias (entre cuatro y nueve años) para el año 2004 parieron becerros menos pesados (5,1 kg; 14,42 %) en comparación a las del año 2007. Esta diferencia puede ser atribuida a que las vacas de edades intermedias en el año 2004 no lograron expresar su potencial para producir un becerro de mayor peso, ya que las condiciones

ambientales no lo permitieron (Figura 4). Pudiendo estar asociado a fallas en el manejo alimenticio debido a problemas con inundaciones (altas precipitaciones que originaron la necesidad de abrir mayor caudal en las compuertas del embalse El Pao inundando la tierras hacia el sur de éste, dentro de las cuales están las de la Agropecuaria La Batalla) o con la calidad de las materias primas utilizadas en la suplementación para ese año, afectando principalmente a vacas primerizas y de edades intermedias. Una interacción similar entre el AN y el número de partos de la vaca para PN fue observada por Martínez-González et al. (2011) en vacunos Angus en Guanajuato, México, destacando que las diferencias entre años no son las mismas para vacas de primera lactancia y seniles comparadas contra las de edades intermedias, jugando el productor un papel importante en el manejo de estos escenarios. En algunos años (2002 y 2003) las vacas de tres años no fueron madres de becerros con bajo PN a diferencia de las vacas de 11 años que casi siempre se ubicaron entre las de más bajo valor.

Es necesario resaltar que en los años 2006 y 2007 por cambios en la propiedad de la finca, el PN pudo no ser registrado durante las primeras 24 h de vida (al no existir supervisión del personal obrero encargado para tal fin), hecho que podría explicar la elevación observada.

Efecto de la interacción año de nacimiento por grupo racial del becerro

La interacción AN por grupo racial del becerro fue detectada como una fuente de variación

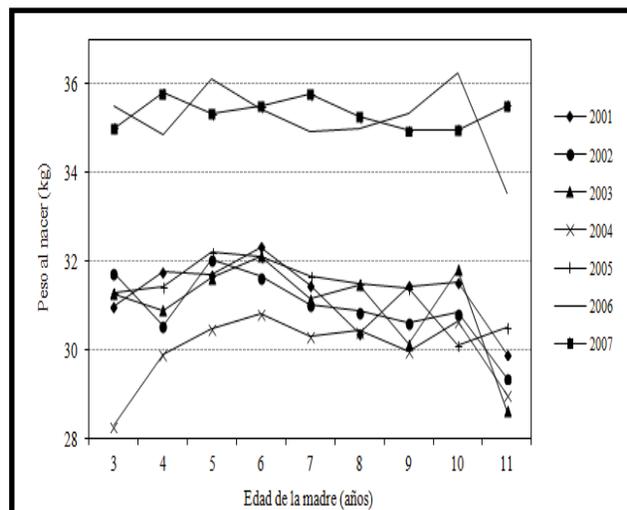


Figura 4. Interacción año de nacimiento por edad de la madre al parto sobre el peso al nacer

estadísticamente significativa ($P=0,0000$), indicando que animales de grupos raciales distintos se comportan de manera diferente para algunos años de estudio, siendo muestra de ello la diferencia de 1,93 kg (6,65 %) entre ambos grupos en el año 2004, cuando las precipitaciones perjudicaron en gran medida al GR1, mientras que para el GR2 el PN se mantiene a pesar de las condiciones ambientales (Figura 5), esto coincide con los hallazgos de Holmann *et al.* (1990) quienes indicaron que las razas europeas (*Bos taurus*) poseen menor rusticidad que las razas Cebú, por lo tanto el GR1 constituido por mestizos con alta proporción de *Bos taurus*, posiblemente fue más susceptible a los cambios en las condiciones climáticas, sanitarias y alimenticias particulares para ese año. De igual modo, Verde (2010) reportó interacción genotipo-ambiente al evaluar peso corregido a 548 d en animales Romosinuano.

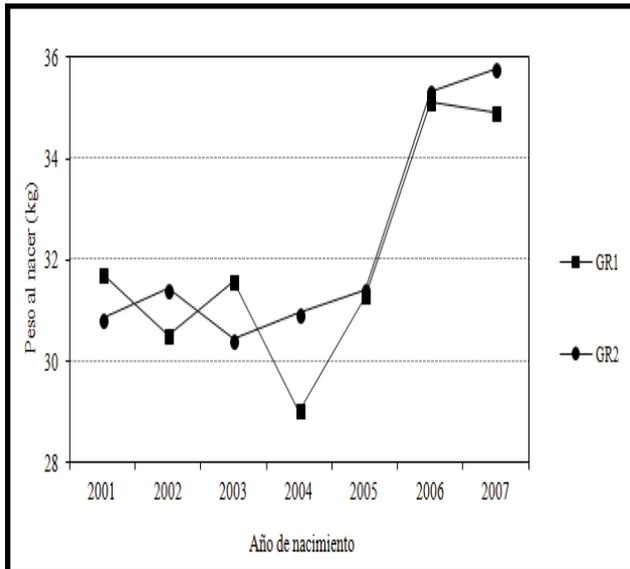


Figura 5. Interacción año de nacimiento, por grupo racial (GR1, GR2), del becerro sobre el peso al nacer

Efecto de la interacción mes de nacimiento por grupo racial del becerro

La interacción MN por grupo racial del becerro influyó de forma significativa ($P=0,0041$), sobre la variación del PN. El GR1 presentó un comportamiento más homogéneo entre los meses de nacimiento, mientras el GR2 dependiendo del mes, fue superior o inferior cambiando en sentido y magnitud las diferencias (Figura 6). En este sentido, el máximo promedio de PN se presentó en el GR2 para la salida de lluvias (octubre) con 1,49 kg

(4,45 %) de superioridad sobre el GR1, siendo la mayor diferencia encontrada en la interacción. Este resultado puede estar relacionado con el exceso de humedad producto de la época lluviosa, que perjudicó de alguna manera a las madres del GR1 (*Bos taurus*) en esos meses. Sin embargo, los animales del grupo GR1 nacidos en el mes de febrero lograron superar en 0,66 kg (2,04%) a sus contemporáneos del grupo GR2, aún cuando la única diferencia significativa entre grupos raciales se presentó en el mes de octubre.

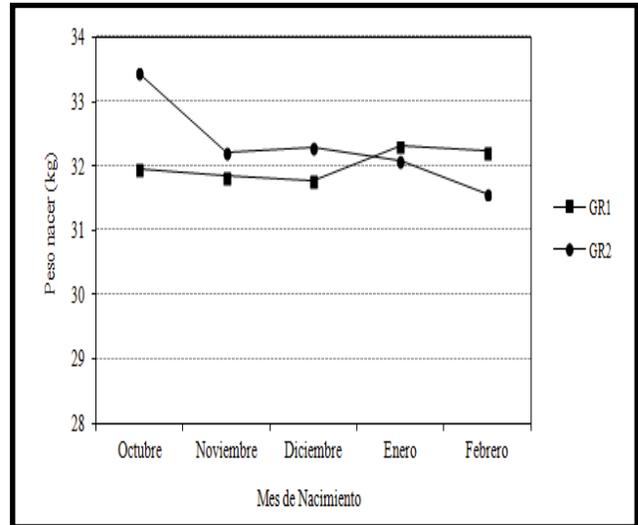


Figura 6. Interacción mes de nacimiento, por grupo racial (GR1, GR2), del becerro sobre el peso al nacer

Efecto de la interacción del sexo por grupo racial del becerro

La interacción del S del becerro por el grupo racial presentó diferencias significativas ($P=0,0000$), favoreciendo a los machos del GR2 en 1,16 kg (3,52%) sobre las hembras del mismo grupo racial. Mientras que en el GR1 estas diferencias entre machos y hembras son menores (0,12 kg, 0,37%; Figura 7) y no significativas. Entre grupos raciales, la diferencia entre machos (0,82 kg) fue significativa a favor de GR2, por el contrario en el caso de hembras, ambos grupos se comportaron similarmente. Estos resultados son contrastantes a los de Martínez *et al.* (1998), Isea y Villasmil (2002) y Landaeta-Hernández *et al.* (2004), quienes señalan que en los machos Cebú, Senepol y Brahman superan a las hembras de esas razas en 1,6; 2,17 y 3,1 kg (5,1; 8,6 y 9,8 %), respectivamente, siendo estos valores mayores a los encontrados en este estudio. Se encontraron diferencias de 1,5; 1,68 y 1,1 kg

(4,63, 5,14 y 2,99 %) entre ambos sexos a favor de los machos, respectivamente, en animales mestizos Criollo Limonero, Brahman y Pardo Suizo en el estado Zulia (Noguera *et al.* (1995), Brahman-Holstein Aranguren-Méndez *et al.* (2006)) y Angus de zonas templadas de México (Martínez-González *et al.*, 2011).

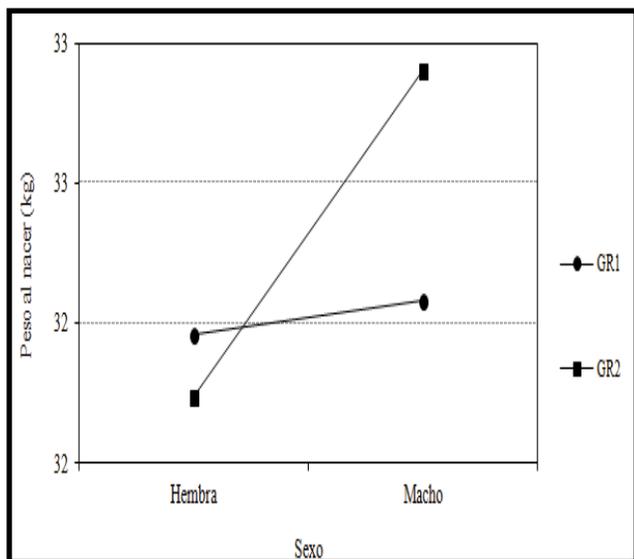


Figura 7. Interacción sexo por grupo racial (GR1, GR2), del becerro sobre el peso al nacer

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de este estudio, el peso al nacer no fue afectado por el grupo racial. El peso al nacer observado en las razas *B. taurus* utilizadas en cruzamiento es considerado normal para una adecuada sobrevivencia de la cría y de la madre.

El peso al nacer fue afectado por factores ambientales como año y mes de nacimiento (animales nacidos en años con mayor precipitación tienen pesos al nacer inferiores y meses de transición lluvia-sequía favorecen el nacimiento de animales más pesados), edad de la madre al parto (vacas primíparas o de once años o más produjeron los becerros de menor peso) y sexo del becerro (machos más pesados que las hembras).

Las interacciones año de nacimiento por mes de nacimiento, grupo racial del becerro y edad de la madre al parto y grupo racial del becerro por mes de nacimiento y sexo fueron significativas. Los resultados de este estudio indican posibles interacciones genotipo-ambiente (año y mes de nacimiento por grupo racial del becerro), hecho que sugieren que el

cruzamiento debe estar acompañado de mejoras en el ambiente.

REFERENCIAS

- Abreu, G., 2009. Peso al nacer y destete de hijos de madres F1 Romosinuano x Brahman, Gelbvieh x Brahman y Angus x Brahman y padres F1 Limousin x Brahman en sabanas inundables de Apure. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 50 p.
- Arango, J.; Plasse, D. 1994. Crecimiento en cruces de razas cebuinas. En: *X Cursillo Sobre Bovinos de Carne*. (D. Plasse, N. Peña de Borsotti y J. Arango Eds.) Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 163-173.
- Arango, J.; Plasse, D.; Verde, O.; Fossi, H.; Hoogesteijn, R.; Bastidas, P.; Rodríguez, R. 1999. Producción de Brahman y sus cruces por absorción de Guzerá y Nelore en sabana. 2. Peso al nacer, destete y 18 meses. *Livest. Res. Rural. Dev.* 11 (3). [en línea]. Dirección URL: <http://www.lrrd.org/lrrd11/3/ara113b.htm> [Consulta: 20 de Mayo de 2011].
- Aranguren-Méndez, J.; Román, R.; Villasmil, Y.; Chirinos, Z.; Romero, J.; Soto, E. 2006. Componentes de (co)varianza y parámetros genéticos para características de crecimiento en animales mestizos de doble propósito. *Rev. Cient. FCV. LUZ.*, 16:55-61.
- Arriaga, L.; Chicco, C.; Arriaga, G. 2001. Comportamiento productivo de vacas Brahman de primer servicio y primera lactancia con suplementación estratégica. En: *XVII Cursillo sobre Bovinos de Carne*. (R. Romero, J. Arango y J. Salomón eds.). Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Maracay. pp. 35-61.
- Ewel, J.; Madriz, A.; Tosi, A. 1976. Zonas de vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. 2^{da} Edición. Editorial Sucre. Caracas, Venezuela. 265 p.
- Holmann, F.; Blake, R.; Milligan, R.; Oltenacu, P.; Barker, R.; Hahn, M.; Rounsaville, T. 1990. Net margins from different fractions of Holstein genes in Venezuelan herds based on performance estimates by producers and advisors. *J. Dairy. Sci.*, 73: 2952-2964.
- Isea, W.; Villasmil, Y. 2002. Peso al nacimiento de terneros cruzados Senepol en el estado Zulia, Venezuela. *Rev. Cient. FCV. LUZ.*, 12:121-126
- Koger, M.; Mitchell, J.; Kidder, R.; Burns, W.; Hentges, J.; Warnick, A. 1967. Factors influencing survival in beef calves. *J. Anim. Sci.*, 26: 205. (Abstr).

- Landaeta-Hernández, A.; Rae, O.; Olson, T.; Ferrer, J.; Barboza, M.; Archbald, L. 2004. Pre-weaning traits of Brahman calves under a dual-purpose management system in the tropics. *Rev. Cient. FCV. LUZ.*, 14: 344-353.
- Littell, R.; Milliken, G.; Stroup, W.; Freud, R. 2002. SAS for Linear Models. 4^{ta} ed. SAS Institute Inc. 633 p.
- Martínez, G.; Petrocinio, J.; Herrera, P. 1998. Factores que afectan el peso al nacer en un rebaño de bovinos de carne en condiciones de sabanas bien drenadas. *Rev. Fac. Agro. LUZ.*, 15:266-227.
- Martínez, G. 2009. Comparación de modelos para estimar parámetros genéticos de características del crecimiento en vacunos Brahman registrados. *Rev. Fac. Agron. UCV.*, 35:34-42.
- Martínez-González, J.; Gutiérrez-Michel, J.; Briones-Encinia, F.; Lucero-Magaña, F.; Castillo-Rodríguez, S. 2011. Factores no genéticos que afectan el peso al nacer y destete de terneros *Angus*. *Zoot. Trop.*, 29:151-159.
- Morales, F.; Mejía, E. 2000. Crecimiento pre-destete de rebaños Brahman y Nelore en los Llanos de Portuguesa, Venezuela. *Rev. Ciencia y Tecnología UNELLEZ.*, 18:62-175.
- Noguera, A.; Abreu, O.; Azocar, R. 1995. Peso al nacer de becerros mestizos doble propósito en bosque húmedo tropical. *Rev. Fac. Agron. LUZ.*, 12:429-436.
- Plasse, D. 1978. Aspectos de crecimiento de *Bos indicus* en el trópico americano. Parte 1. *World Rev. Anim. Prod.*, 14:29-48.
- Plasse, D.; Fossi, H.; Hoogesteijn, R.; Verde, O.; Rodríguez, C.; Rodríguez, R. 2000. Producción de vacas F1 *Bos taurus* x Brahman apareadas con toros Brahman y de vacas Brahman con toros F1 *Bos taurus* x Brahman versus Brahman. 1. Pesos al nacer, destete, 18 meses y peso final. *Livest. Res. Rural Dev.* 4. [en línea]. Dirección URL: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd12/4/plas124a.htm> [Consulta: 1 de Dic. 2011].
- Rodríguez, Y.; Martínez, G.; Galíndez, R. 2009. Factores no genéticos que afectan el peso al nacer en vacunos Brahman registrados. *Zoot. Trop.*, 27:163-173.
- Stüve, D.; Colmenares, O.; Birbe, B.; Herrera, P.; Martínez, N. 2001. Factores genéticos y ambientales que afectan el peso al nacer en un rebaño de bovinos de carne. *Rev. Ciencia y Tecnología UNELLEZ.*, pp. 139-145.
- Tejos, R. 1996. Muestreo, análisis e interpretación de suelo y plantas con fines forrajeros. En: *II Seminario. Alternativas para una mejor utilización de pastos cultivados*. Asociación de Ganaderos de Valencia. Carabobo, Venezuela. pp. 1-9.
- Vaccaro, L. 1990. Registros de producción en la ganadería de doble propósito. En: *VI Cursillo Sobre Bovinos de Carne* (D. Plasse, N. Peña de Borsotti eds.). Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. 95 p.
- Verde, O. 2010. Interacción genotipo x ambiente para peso a 548 días en bovinos de carne. *Zoot. Trop.*, 28:507-512.
- Verde, O.; D. Plasse. 1992. Utilización de los registros de producción para la evaluación genética de bovinos de carne y de doble propósito. En: *VIII Cursillo Sobre Bovinos de Carne* (D. Plasse, N. Peña de Borsotti y J. Arango eds.). Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. 201 p.