

## Factores que afectan el peso al destete de becerros Senepol y sus cruces en Venezuela

Gonzalo Martínez y Alexander Szczurek

<sup>1</sup> Instituto de Producción Animal. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Apdo. 4579. Maracay 2101, Aragua, Venezuela

### RESUMEN

Para determinar los factores que afectan el peso al destete corregido a 240 días (P240) de becerros Senepol y sus cruces, se utilizaron 2 774 observaciones de 10 hatos. El modelo estadístico incluyó los efectos: hato (H: 1 a 10), año de nacimiento anidado en H (AH: 1999 a 2009), mes de nacimiento anidado en H (MH: 1 a 12), sexo del becerro (S: macho o hembra), edad de la madre al parto (EM: 3 a 10 ó más años), grupo racial anidado en H (GH: GH1:  $\frac{1}{2}$ Senepol  $\frac{1}{2}$ *Bos indicus*, GH2:  $\frac{1}{2}$ Senepol  $\frac{1}{2}$ *Bos taurus* y  $\frac{1}{2}$ Senepol  $\frac{1}{4}$ *Bos taurus*  $\frac{1}{4}$ *Bos indicus*, GH3:  $\frac{3}{4}$ Senepol  $\frac{1}{4}$ *Bos indicus*, GH4:  $\frac{3}{4}$ Senepol  $\frac{1}{8}$ *Bos taurus*  $\frac{1}{8}$  *Bos indicus*, GH5:  $\frac{7}{8}$ Senepol  $\frac{1}{8}$ *Bos indicus*,  $\frac{7}{8}$ Senepol  $\frac{1}{16}$  *Bos taurus*  $\frac{1}{16}$  *Bos indicus* y GH6: Senepol) y las interacciones H×EM y H×S. Todos los efectos produjeron variaciones sobre el P240 ( $P < 0,05$ ). El promedio de P240 fue de 206,30 kg. La mayor diferencia entre H fue de 75,10 kg. El rango de diferencia para AH entre años extremos fue de 18,60 a 52,90 kg. Las diferencias extremas para MH entre meses fueron de 29,03 a 127,10 kg. Los machos fueron 8,6% (17,30 kg) más pesados, pero esta tendencia no fue igual para todos los H debido a la interacción H×S. Las vacas de 3 y 10 ó más años parieron becerros 18,20 y 16,30 kg menos pesados que vacas de 5 años. Sin embargo, esta tendencia no fue similar para todos los H debido a la presencia de la interacción H×EM. El comportamiento de GH no fue similar en cada H; el GH4 fue más pesado en tres de los H, mientras que GH1 fue más pesado en dos de ellos. Existió una variación importante en el P240 debido a los factores no genéticos y del GH.

**Palabras clave:** crecimiento predestete, factores no genéticos, grupo racial.

### Factors affecting weaning weight of Senepol calves and their crosses in Venezuela

### ABSTRACT

To determine the factors affecting weaning weight adjusted to 240 days (P240) of Senepol calves and their crosses, 2 774 observations of 10 herds were used. The statistical model included the effects: herd (H: 1 to 10), year of birth nested in H (YH: 1999 to 2009) month of birth nested in H (MH: 1 to 12), sex of calf (S: male, female), age of cow at birth (AC: 3 to 10 or more years), breed group nested in H (BG: BG1:  $\frac{1}{2}$ Senepol  $\frac{1}{2}$ *Bos indicus*, BG2:  $\frac{1}{2}$ Senepol  $\frac{1}{2}$ *Bos taurus* and  $\frac{1}{2}$  Senepol  $\frac{1}{4}$ *Bos taurus*  $\frac{1}{4}$ *Bos indicus*, BG3:  $\frac{3}{4}$ Senepol  $\frac{1}{4}$ *Bos indicus*, BG4:

---

\*Autor de correspondencia: Gonzalo Martínez

E-mail: gemg7235@gmail.com

$\frac{3}{4}$ Senepol  $\frac{1}{8}$ *Bos taurus*  $\frac{1}{8}$ *Bos indicus*, BG5:  $\frac{7}{8}$ Senepol  $\frac{1}{8}$ *Bos indicus*,  $\frac{7}{8}$ Senepol  $\frac{1}{16}$ *Bos taurus*  $\frac{1}{16}$ *Bos indicus*, and BG6: Senepol) and H×AC and H×S interactions. All effects produced significant variations on P240. The average of P240 was 206.30 kg. The largest difference between H was of about 75.10 kg. The range of difference in AH between extreme years was 18.60 to 52.90 kg. Extreme differences between months for MH were 29.3 a 127.1 kg. Males were 8.70% (17.40 kg) heavier, but this trend was not the same for all H due to the H×S interaction. Cows of 3 and 10 or more years had 18.2 and 16.30 kg lighter calves than cows of 5 years, respectively. However, this trend was similar for all H due to the presence of the H×EM interaction. The BG behavior was not similar in each H; BG4 weighed more at three of the H while BG1 was heavier in two of them. There was significant variation in P240 due to non-genetic factors and BG.

**Key words:** Pre-weaning growth, non-genetic factors, breed group.

## INTRODUCCIÓN

Una forma de aprovechar los recursos genéticos disponibles en condiciones tropicales es el cruzamiento entre razas adaptadas a estas condiciones, como las *Bos indicus* con razas *Bos taurus*. Estas últimas en su mayoría no se adaptan a las condiciones tropicales y por consiguiente no expresan toda su potencialidad. Una opción de raza *Bos taurus* que fue creada en condiciones tropicales es la Senepol, pero existe poca información sobre su desempeño en el trópico.

El peso promedio no ponderado al destete corregido a edad fija para animales Senepol puros e hijos de toros Senepol es de 201,9 kg con un rango entre los pesos de 176,6 a 238,6 kg en condiciones de clima templado y subtropical de Estados Unidos (Thrift *et al.*, 1986; Sanders *et al.*, 1987; Chase *et al.*, 1998, 2004; Baker *et al.*, 2001; Holloway *et al.*, 2002; Silva *et al.*, 2008). En Venezuela, se ha observado que becerros Senepol en condiciones del estado Yaracuy pesaron al destete (240 d) 244,7 kg alimentados con pastos de buena calidad (Isea *et al.*, 2001), mientras que en rebaños de ordeño doble propósito el peso al destete corregido a 205 d fue de 132 kg (Isea *et al.*, 2003).

Han sido señaladas diferencias de hasta 37,3 kg en peso al destete (PD) en cuatro fincas debido al efecto de finca (Isea *et al.*, 2003). El año de nacimiento también ejerce un efecto importante sobre el PD. En trabajos con hijos de toros Senepol, se han encontrado diferencias de 29,3 kg entre el mejor (204,2 kg) y el peor año (174,9) de nacimiento (Aranguren *et al.*, 2000; Isea *et al.*, 2001; Holloway *et al.*, 2002; Silva *et al.*, 2008). Vacas de dos años de edad destetaron becerros con 50,1 kg más livianos que vacas de tres a ocho años (Thrift *et al.*, 1986; Isea *et al.*, 2001; Chase *et al.*, 2004). Los becerros machos son más pesados

entre 8,6 y 16,4 kg que las hembras (Thrift *et al.*, 1986; Aranguren *et al.*, 2000; Holloway *et al.*, 2002; Chase *et al.*, 1998, 2004; Baker *et al.*, 2001; Silva *et al.*, 2008). El efecto del grupo racial generalmente tiene una influencia importante sobre el PD. Diferencias en PD debido al grupo racial han sido señaladas en el rango de 17,9 a 43,2 kg (Thrift *et al.*, 1986; Sanders *et al.*, 1987; Chase *et al.*, 1998; Aranguren *et al.*, 2000; Chase *et al.*, 2000, 2004; Baker *et al.*, 2001; Holloway *et al.*, 2002; Isea *et al.*, 2003; Silva *et al.*, 2008).

En Venezuela es limitada la información respecto al PD en ganado Senepol y sus cruces, así como de los factores que lo afectan. El objetivo de esta investigación fue cuantificar el PD corregido a 240 d (P240) de becerros Senepol y sus cruces en Venezuela, así como determinar los factores que lo afectan.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación y clima

El estudio se realizó con datos provenientes de 10 hatos ubicados en siete estados de Venezuela. Estos hatos se caracterizan por estar ubicados en zona de clima cálido y zona de vida de bosque seco tropical (bsT). El promedio anual de la precipitación para seis de los hatos (1, 2, 4, 7, 8 y 10) fluctúa entre 1 000 y 1 250 mm y para los cuatro hatos restantes (5, 6, 3 y 9) de 1 251 a 1 800 mm (Ewel y Madriz, 1976). La temperatura en estas zonas de vida oscila entre 22 y 29°C.

### Descripción general

Los animales se mantuvieron a pastoreo, con suplemento mineral y en algunos casos con alimento balanceado en las épocas limitativas de disponibilidad de forrajes. El plan sanitario preventivo incluye un plan de vacunación básico (fiebre aftosa, rabia y brucelosis

a hembras en crecimiento) y control de endo y ecto parásitos. En cuanto al manejo general del rebaño, las vacas con fechas próximas al parto se trasladaron a los potreros más cercanos a las instalaciones para garantizar la atención del personal al becerro recién nacido. El manejo del becerro al nacer consistió en curar el ombligo y pesaje en las primeras 24 h. Posteriormente los becerros fueron tatuados en las dos orejas, y en algunos casos la identificación propia en la oreja derecha y la identificación de la madre en la izquierda, y en otros casos se repetía la identificación del becerro en ambas orejas. Los becerros permanecieron con la madre durante las 24 h del día hasta aproximadamente los ocho meses (230 d en promedio) de edad cuando se realizó el destete, momento en el cual se hizo la separación por sexo y se alojaron en potreros lejanos a sus madres. Se realizaron pruebas de fertilidad a los toros en monta natural antes de entrar a servicio y se inseminó una proporción importante de las vacas con dos servicios y luego un tercer servicio con monta natural. No todos los hatos (sólo cinco) tenían temporada de servicio limitada y aquellos donde estaba implantada una, era de duración variable (entre cuatro y seis meses); asimismo, se han modificado los meses de servicio durante los años de estudio.

### Análisis estadístico

Los datos fueron facilitados por la Asociación de Ganado Senepol (Asosenepol) Venezuela, por lo que información respecto a los detalles del manejo particular y condiciones climáticas de cada hato no estuvo disponible. Se dispuso inicialmente de 2 967 observaciones para P240 luego de eliminar 193 registros, lo que representó el 6,5% de las observaciones. Las causas de eliminación fueron datos faltantes, como fecha de nacimiento, edad de madre o edades de madre menores a 20 meses y datos atípicos, como aquellos inferiores o superiores a la media más o menos tres veces la desviación estándar ( $\mu \pm 3\sigma$ ). La base de datos final quedó constituida por 2 774 registros de P240.

Para el análisis de la información se procedió a agrupar los registros de animales nacidos en los años desde 1991 a 1998 en el año de nacimiento 1999, por poseer pocas observaciones; de igual manera los años de nacimiento 2009 y 2010 se agruparon como año 2009. Las vacas con edad al parto de 2 y 3 años se agruparon como 3 años, y vacas de 10 años y mayores fueron agrupadas como 10 años.

Para el procesamiento de los datos se realizó

un análisis de varianza para el P240 a través de un modelo lineal de efectos fijos, por el método de máxima verosimilitud restringida (Thompson, 1962). Los efectos incluidos para P240 fueron hato (H: 1,...,10), año de nacimiento anidado dentro de H (AH: 1999,...,2009), mes de nacimiento anidado dentro de H (MH: enero,...,diciembre), sexo de la cría (S: macho, hembra), edad de la madre al parto (EM; 3,...,10 o más años) y el grupo racial del becerro anidado dentro de H (GH1:  $\frac{1}{2}$ Senepol  $\frac{1}{2}$ Bos indicus, GH2:  $\frac{1}{2}$ Senepol  $\frac{1}{2}$ Bos taurus y  $\frac{1}{2}$ Senepol  $\frac{1}{4}$ Bos taurus  $\frac{1}{4}$ Bos indicus, GH3:  $\frac{3}{4}$ Senepol  $\frac{1}{4}$ Bos indicus, GH4:  $\frac{3}{4}$ Senepol  $\frac{1}{8}$ Bos taurus  $\frac{1}{8}$ Bos indicus, GH5:  $\frac{7}{8}$ Senepol  $\frac{1}{8}$ Bos indicus y  $\frac{7}{8}$ Senepol  $\frac{1}{16}$ Bos taurus  $\frac{1}{16}$ Bos indicus, GH6: Senepol). Las razas Bos indicus representadas en la base de datos fueron Brahman (tanto blanco como rojo), Guzerat y Nelore, representando Brahman más del 95% de los mismos. Las razas Bos taurus involucradas en el cruzamiento con Senepol fueron Aberdeen Angus negro y Aberdeen Angus rojo, Holstein Friesian, Jersey, Limousin, Pardo Suizo, Romosinuano y South Devon. El grupo de animales de la raza Senepol (GH6) lo constituyeron aquellos producto del cruce por absorción: animales 15/16 Senepol 1/16 otra raza, para las hembras y 31/32 Senepol 1/32 otra raza, para los machos, según normativa de Asosenepol de Venezuela y Senepol puros.

El modelo estadístico utilizado para P240 fue el siguiente:

$$Y_{ijklmo} = \mu + H_i + S_j + EM_k + A(H)_{li} + M(H)_{mi} + G(H)_{ni} + H_i \times S_j + H_i \times EM_k + E_{ijklmno}$$

donde

$Y_{ijklmo}$  = P240 del "o-ésimo" animal, del "i-ésimo" H, del "j-ésimo" S, nacido de la madre con "k-ésima edad", en el "l-ésimo" año, dentro del "i-ésimo" hato, del "m-ésimo" mes dentro del "i-ésimo" hato y del "n-ésimo" grupo racial dentro del "i-ésimo" hato

$\mu$  = Media de la población para P240

$H_i$  = Efecto de i-ésimo hato ( $i = 1, \dots, 10$ )

$S_j$  = Efecto del j-ésimo S ( $j =$  macho o hembra)

$EM_k$  = Efecto de la k-ésima edad de la madre al parto ( $k = 3, \dots, 10$  años o más)

$A(H)_{li}$  = Efecto de i-ésimo año de nacimiento dentro de H ( $li = 67$  combinaciones AH)

$M(H)_{mi}$  = Efecto de m-ésimo mes de nacimiento dentro de H ( $mi = 101$  combinaciones de MH)

$G(H)_{ni}$  = Efecto del n-ésimo grupo racial dentro de hato ( $ni = 31$  combinaciones de GH)

$H_i \times S_j$  = Efecto de la interacción H  $\times$  S

$H_i \times EM_k$  = Efecto de la interacción H  $\times$  EM

$E_{ijklmno}$  = Efecto del error experimental, normal e independientemente distribuido con media cero y varianza  $\sigma^2$ .

Las diferencias entre las medias de los efectos incluidos en los modelos que resultaron significativos ( $P < 0,05$ ) sobre P240 fueron estudiadas con una prueba de  $t$  con ajuste de Tukey-Kramer (Kramer, 1956).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presenta el análisis de varianza para el P240, donde se muestra que todos los efectos resultaron altamente significativos ( $P < 0,01$ ) y solamente la interacción H  $\times$  EM al parto que fue significativa ( $P < 0,05$ ). Los efectos que más produjeron variaciones sobre P240, según el valor de F, en orden descendiente fueron S, H, AH, EM, GH, MH, H  $\times$  S y H  $\times$  EM.

El promedio de P240 fue de 206,26 kg (error típico = 0,53 kg), valor que se ubica dentro del rango encontrado en la literatura de 176,6 a 238,6 kg en condiciones de clima templado y subtropical de Estados Unidos (Thrift *et al.*, 1986; Sanders *et al.*, 1987; Chase *et al.*, 1998, 2000, 2004; Baker *et al.*, 2001; Holloway *et al.*, 2002), pero menor al P240 de becerros Senepol puros en condiciones de Yaracuy, Venezuela con 244,7 kg alimentados con en pastos de buena calidad (Isea *et*

*al.*, 2001), mientras que en rebaños de ordeño doble propósito el PD corregido a 205 d fue de 132 kg (Isea *et al.*, 2003). En Brasil, el PD de becerros Senepol cruzados en condición de clima subtropical, fue de 207,4 kg a una edad promedio de 220 d (Silva *et al.*, 2008).

### Efecto hato (H)

El efecto debido al H fue estadísticamente significativo ( $P < 0,0001$ ) y fue la segunda fuente de variación más importante, encontrándose la mayor diferencia entre el H3 y H2 con 74,87 kg ( $P = 0,0001$ ), mientras que la menor diferencia fue de 0,74 kg ( $P = 0,97$ ) entre H4 y H9, como se aprecia en el Cuadro 2. Estas diferencias entre H han sido señaladas previamente sólo para becerros hijos de toros Senepol en rebaños de ordeños donde se encontraron diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) en los PD (corregido a 205 d) en cuatro fincas, (141,7 *vs.* 104,4 kg para fincas extremas). Este efecto no solo se atribuye a las diferencias climáticas de las zonas donde se encuentran los H bajo estudio, sino también a las prácticas de manejo y decisiones gerenciales de cada unidad de producción (Isea *et al.*, 2003).

### Efecto sexo de la cría (S)

El S de la cría fue la fuente de variación más importante sobre P240 ( $P = 0,0001$ ), superando los machos a las hembras en 17,36 kg lo que implica una diferencia del 8,68%, como se puede observar en el Cuadro 2. Esta diferencia es ligeramente superior a la señalada por otros autores para animales Senepol y sus cruces, donde la diferencia de PD fue de 8,6 a 16,4 kg a favor de los machos (Thrift *et al.*, 1986; Aranguren *et al.*, 2000; Holloway *et al.*, 2002; Chase *et al.*, 1998,

**Cuadro 1.** Análisis de varianza para peso al destete corregido a 240 d (P240) de becerros Senepol y sus cruces en Venezuela.

Efecto	Grados de libertad	F	Probabilidad
Hato (H)	9	7,18	0,0001
Sexo (S)	1	46,77	0,0001
Edad de madre al parto (EM)	7	5,67	0,0001
Año de nacimiento dentro de H (AH)	66	6,16	0,0001
Mes de nacimiento dentro de H (MH)	100	3,03	0,0001
Grupo racial dentro de H (GH)	30	3,43	0,0001
Interacción H $\times$ S	9	2,72	0,0037
Interacción H $\times$ EM	63	1,36	0,0336

**Cuadro 2.** Medias de máxima verosimilitud (MMV) y error típico (ET) de los efectos hato, sexo y de la interacción hato por sexo (H x S), para peso al destete corregido a 240 d (P240) de becerros Senepol y sus cruces en Venezuela.

Hato	Sexo					
	Hembra		Macho		Media <sup>1</sup>	ET
	MMV	ET	MMV	ET		
1	218,98	6,54	235,00	6,67	226,99	6,49
2	170,90	9,28	181,62	10,24	176,26	9,57
3	238,76	12,62	263,49	12,62	251,13	12,21
4	180,54	6,93	249,91	18,13	215,23	9,70
5	202,78	9,33	211,27	12,19	207,02	9,87
6	194,03	5,17	202,20	5,52	198,11	5,15
7	215,87	11,13	231,07	11,57	223,47	11,20
8	183,73	3,96	187,54	4,32	185,64	3,79
9	211,36	17,68	217,41	16,74	214,39	16,72
10	183,69	11,12	194,76	11,36	189,23	11,01
Media <sup>2</sup>	200,07	3,20	217,43	3,71	206,26	0,53

<sup>1</sup> Medias de máxima verosimilitud por hato

<sup>2</sup> Medias de máxima verosimilitud por sexo y general.

2004; Baker *et al.*, 2001; Silva *et al.*, 2008). Por otro lado, la diferencia porcentual de los machos sobre las hembras se encuentra dentro de los valores estimados por Plasse (1978), quien indicó que generalmente los machos pesan entre 5 y 30% más que las hembras, lo que se atribuye a factores fisiológicos y endocrinos, específicamente a la secreción de testosterona de los machos.

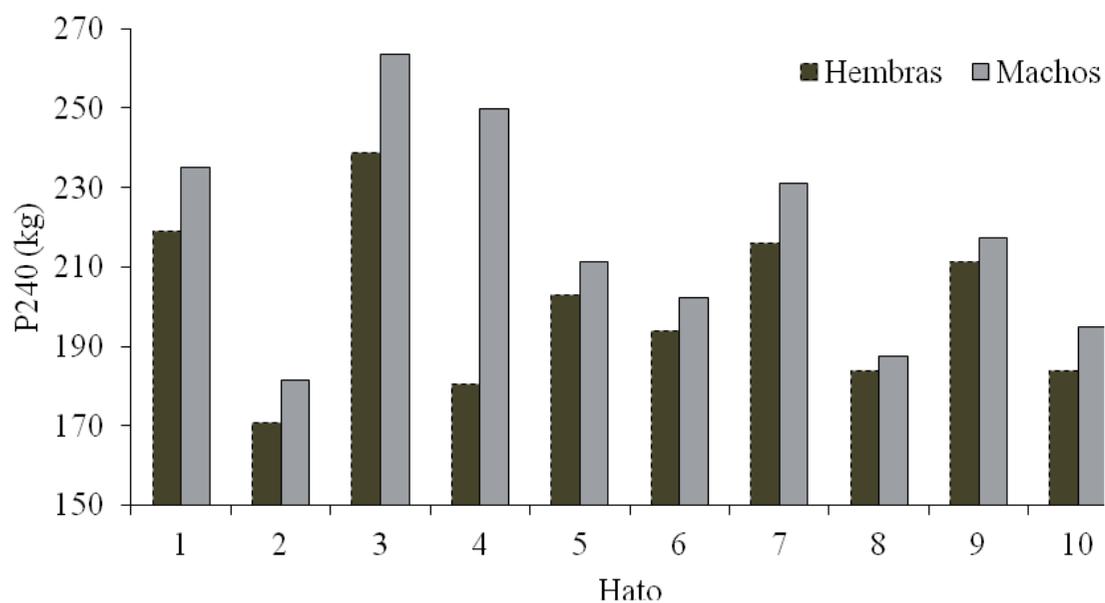
#### Efecto de la interacción hato por sexo de la cría (H x S)

En la Figura 1 se presenta el efecto de la interacción H x S de la cría. El S no se comporta de forma similar de un H a otro, siendo el efecto de esta interacción altamente significativa sobre el P240 ( $P=0,0001$ ). La diferencia entre machos y hembras no fue constante de un H a otro. Las diferencias entre S se ubicaron en el rango de 69,38 kg ( $P=0,0004$ ) para el H4 y 3,81 kg ( $P=0,26$ ) para el H8; las diferencias fueron siempre a favor de los machos. Asimismo, las diferencias entre H a un mismo S no fueron constantes; la mayor diferencia fue de 81,87 kg ( $P=0,0001$ ) entre machos de los H2 y H3, mientras que la menor fue de 0,04 kg entre hembras ( $P=0,99$ ) de los H8 y H10.

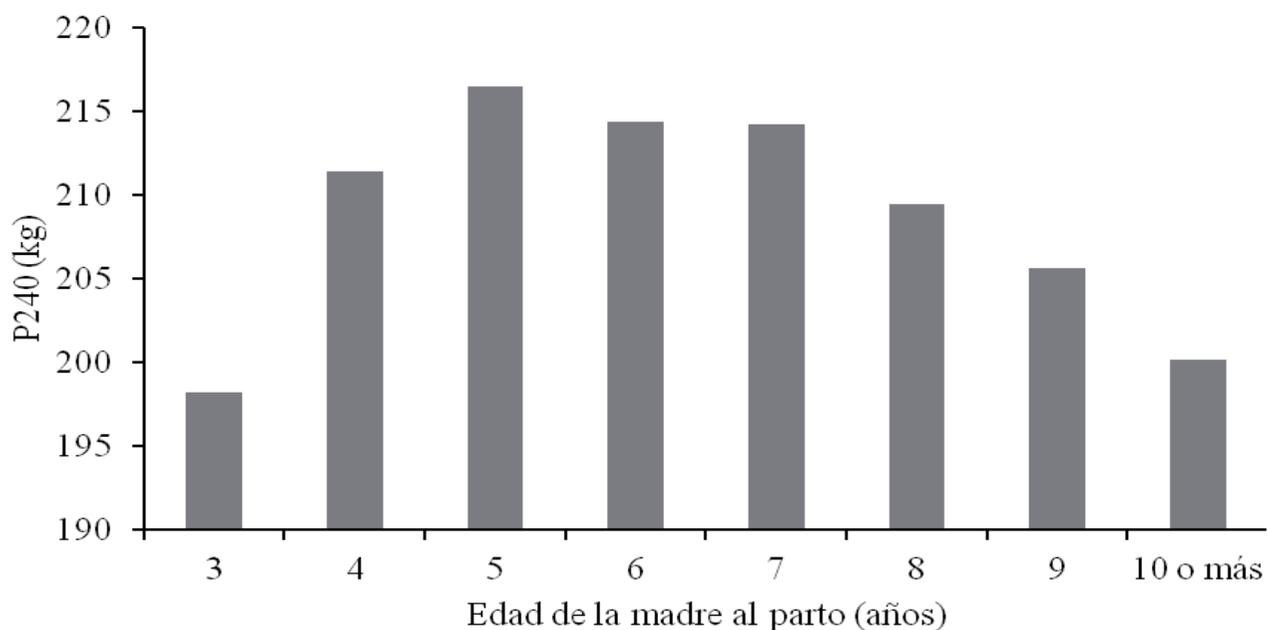
No se encontró información en la literatura del efecto de esta interacción sobre el PD de animales Senepol y sus cruces. Sin embargo, en animales Brahman puros (registrados) esta interacción afectó ( $P<0,01$ ) el peso al destete corregido a 205 d, para cuatro H en Venezuela (Rodríguez *et al.*, 2009) y la tendencia fue similar a la encontrada en el presente estudio.

#### Efecto edad de la madre al parto (EM)

La EM afectó a P240 ( $P=0,0001$ ) y las medias ajustadas por cada EM se presentan en la Figura 2. Se observa que las vacas de 4 a 8 años al parto destetaron becerros más pesados al ser comparadas con vacas de 3 ó mayores de 9 años al parto. La mayor diferencia se encontró entre las vacas de 5 años comparadas con las de 3 años, con un valor de 18,2 kg ( $P=0,0001$ ), mientras que la menor diferencia fue entre aquellas madres de 10 ó más años y las de 3 años con 1,88 kg ( $P=0,62$ ). Este efecto ha sido señalado con anterioridad como un factor de variación importante para el PD (Thrift *et al.*, 1986; Isea *et al.*, 2001; Chase *et al.*, 2004). Plasse (1978) señaló que este factor ejerce gran importancia sobre



**Figura 1.** Efecto de la interacción hato por sexo de la cría (H x S) sobre el peso al destete corregido a 240 d (P240) de becerros Senepol y sus cruces en Venezuela.



**Figura 2.** Efecto de la edad de la madre al parto sobre el peso al destete corregido a 240 d.

el crecimiento de los animales ya que en las primeras etapas de vida el becerro depende de la leche materna, y además de esto, en vacas jóvenes que necesitan aún nutrientes para su propio desarrollo, paren y crían becerros menos pesados que las vacas de mediana edad.

### Efecto de la interacción hato por edad de la madre al parto (H×EM)

Para la discusión de esta interacción se hará énfasis en las vacas de 3, 5 y 10 ó más años con el objetivo de facilitar la misma (Cuadro 3). Esta interacción resultó significativa ( $P=0,0336$ ), observándose que las vacas de 3 y 10 ó más años en general tendieron a destetar becerros menos pesados en comparación a las vacas de 5 años; sin embargo, las diferencias entre ellas (3 y 10 vs. 5) no fue significativa en todos los H. Así, las vacas que parieron a los 5 años superaron a las de 3 años en seis de los H con diferencias de 17,43; 22,61; 14,38; 23,81; 14,52 y 60,96 kg para los H 1, 3, 6, 7, 8 y 9, respectivamente, mientras que no se encontraron diferencias en el resto de los H.

Adicionalmente, las vacas que paren con 10 ó más años fueron inferiores en cuatro hatos con valores de 22,11; 25,07; 18,49 y 68,72 kg para H 1, 2, 7 y 9, respectivamente. Es interesante observar que las vacas que paren becerros más pesados no son las del mismo grupo de edad en todos los H, pero siempre correspondió a alguna de edades entre 4 y 8 años. También se puede observar que las diferencias entre H no son similares entre vacas de la misma edad, como ejemplo podemos observar que para vacas de 3 años la diferencia máxima entre H fue de 52,68 kg ( $P=0,0007$ ) entre H3 y H2, mientras que la mínima fue de 0,35 kg ( $P=0,98$ ) entre H5 y H10. La diferencia entre H extremos para vacas de 5 años fue 66,78 kg ( $P=0,0002$ ) para H9 y H2, y la mínima diferencia fue de 0,01 kg ( $P=0,99$ ) entre H8 y H10. La mayor diferencia entre el H con el mayor y menor P240 para vacas de 10 ó más años fue de 85,86 kg ( $P = 0,0001$ ), mientras que la menor diferencia fue de 1,76 kg ( $P = 0,95$ ). No se encontró en la literatura trabajos que indicaran la influencia de esta interacción sobre el PD de becerros Senepol y sus cruces.

**Cuadro 3.** Medias de máxima verosimilitud (MMV) y error típico (ET) de la interacción hato por edad de la madre al parto (H x EM), para peso al destete corregido a 240 días (P240).

EM <sup>1</sup>		Hato									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	MMV	214,50	174,29	226,97	212,87	191,23	186,06	213,92	176,12	195,08	191,58
	ET	6,84	10,36	11,65	13,73	8,29	5,33	11,44	4,35	23,68	12,03
4	MMV	227,71	181,83	249,51	221,25	214,26	200,46	227,37	178,87	215,34	197,60
	ET	7,15	10,97	14,27	11,25	8,28	5,41	10,64	4,42	21,68	11,53
5	MMV	231,92	189,25	249,58	212,56	205,85	200,44	237,73	190,64	256,03	190,63
	ET	7,31	11,73	14,16	11,91	13,58	5,90	12,50	4,56	22,72	11,49
6	MMV	235,82	184,71	255,54	208,80	217,11	200,94	232,25	187,21	231,38	190,23
	ET	7,21	11,40	16,19	11,63	13,29	6,19	12,86	5,44	22,68	13,14
7	MMV	235,11	179,13	268,36	211,83	229,81	204,35	226,91	188,20	211,02	187,09
	ET	7,39	11,03	15,57	15,17	29,83	7,25	12,40	5,95	17,22	13,09
8	MMV	234,10	171,42	267,17	217,18	211,99	201,81	217,34	183,08	203,25	187,30
	ET	8,01	10,41	17,18	14,73	21,83	8,57	12,57	6,77	19,45	12,99
9	MMV	226,97	165,28	241,85	221,08	207,57	194,44	213,00	186,68	215,68	183,83
	ET	7,76	11,18	19,14	16,20	23,06	10,44	17,11	7,71	23,76	14,52
10	MMV	209,82	164,18	250,01	216,24	178,37	196,43	219,24	194,29	187,32	185,55
	ET	7,45	10,90	16,59	16,62	18,46	8,09	13,22	5,67	21,61	13,36

<sup>1</sup> Edad de la madre al parto (años)

### Efecto del año de nacimiento anidado dentro de hato (AH)

En el Cuadro 4 se presentan las medias de máximas verosimilitud del efecto de AH para P240. No existió un patrón similar de los A dentro de cada H; es decir, no se observó que un A particular resaltase para todos los H. Las diferencias entre A dentro de H también fueron variables y la diferencia promedio entre el mejor y peor A fue de 45,15 kg con un intervalo de 18,66 a 86,87 kg.

La mayor diferencia entre H fue en el año 2002 con 103,45 kg entre H2 y H3 ( $P=0,0001$ ), mientras que la menor fue en el 2009 con 43,32 kg entre H6 y H10. En cuanto al comportamiento de los A dentro de H particulares, la mayor diferencia fue entre los años 2004 y 2005 para H10 con 86,87 kg ( $P=0,0445$ ), mientras que la menor diferencia ocurrió en el H4 con 18,66 kg ( $P=0,4172$ ) para 2004 y 2005. Estas diferencias entre H para años particulares y entre A dentro de un

H particular pueden estar asociadas a cambios tanto en clima (relacionado a la ubicación geográfica del H), como a decisiones en el manejo general de los rebaños.

No se encontró información de este factor de variación sobre el PD de vacunos Senepol y sus cruces. Sin embargo, en vacunos Brahman registrados, la interacción hato por año de nacimiento afectó ( $P=0,0001$ ) el PD corregido a 205 d (Rodríguez *et al.*, 2009).

### Efecto del mes de nacimiento anidado dentro de hato (MH)

En el Cuadro 5 se presentan las medias de máxima verosimilitud del efecto de M anidado dentro de hato para P240. En general, existe una alta variabilidad en los P240 de acuerdo al M y al H donde nacen los becerros.

En promedio, las diferencias para MH entre

**Cuadro 4.** Medias de máxima verosimilitud (MMV) y error típico (ET) del efecto año de nacimiento (AN) anidado dentro de hato (AH), para peso al destete corregido a 240 días (P240).

Año		Hato									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1999	MMV	221,03	173,23	253,01	215,63	196,71	222,05				
	ET	8,65	10,74	15,44	17,84	17,62	19,29				
2000	MMV	226,69	164,08	256,76	210,00	225,20	170,17		159,51		
	ET	8,19	11,84	18,47	16,10	15,48	8,32		11,36		
2001	MMV	228,29	184,08	269,33	219,66	220,71	205,46	239,25	203,00		
	ET	9,34	11,98	17,06	13,78	11,93	8,22	12,86	9,64		
2002	MMV	243,00	158,88	262,32	219,09	202,65	188,09	216,69	195,77		
	ET	7,55	11,15	16,01	12,10	11,27	9,02	12,68	6,36		
2003	MMV	203,94	163,37		214,24	204,77	175,33	207,41	175,94		
	ET	7,73	11,99		15,33	10,88	6,30	12,59	7,57		
2004	MMV	219,53	178,39	235,82	204,65	189,05	201,45		192,48	214,35	153,93
	ET	7,46	11,54	17,62	20,20	10,83	7,93		4,37	22,55	32,70
2005	MMV	240,56	211,80	250,13	223,31	210,08	214,76	208,59	186,69	227,08	240,80
	ET	7,52	8,48	17,56	11,19	10,31	6,98	15,58	4,63	22,96	30,54
2006	MMV	228,67		257,73			195,74	244,31	187,44	221,91	
	ET	7,47		16,31			6,26	13,88	4,34	21,13	
2007	MMV	247,57					193,27	210,84	190,51	216,93	
	ET	7,69					6,76	12,59	4,96	21,40	
2008	MMV	229,28		223,91			198,66	237,21	179,37	191,66	191,23
	ET	7,53		19,66			6,47	10,91	20,56	18,65	4,89
2009	MMV	208,38					214,27				170,95
	ET	7,76					9,00				3,83

**Cuadro 5.** Medias de máxima verosimilitud (MMV) y error típico (ET) del efecto mes de nacimiento (MN) anidado dentro de hato (MH), para peso al destete corregido a 240 d (P240).

Mes		Hato									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E	MMV	190,94	198,71	253,45	225,53	201,95	176,28	256,19	162,86	196,84	205,45
	ET	28,43	10,99	15,39	14,19	18,14	3,93	13,57	10,11	24,10	16,20
F	MMV		222,31	174,19	226,01		190,56	248,11	188,52	214,57	198,43
	ET		16,04	21,64	18,20		14,52	12,52	6,82	22,62	15,97
M	MMV	230,00	186,62	252,41	222,76		229,30	211,00	171,60	217,47	206,44
	ET	28,49	13,36	15,38	16,94		13,47	13,19	7,77	26,38	14,46
A	MMV	160,65	177,55	254,53	196,22	236,53	246,34	216,57	184,23	218,98	210,93
	ET	20,19	11,90	15,53	13,75	21,94	14,92	20,15	7,73	21,99	12,82
M	MMV	236,11	174,01	249,91	215,79		239,39	238,68	188,20	225,50	185,38
	ET	3,45	10,80	15,75	11,21		17,14	14,19	7,98	21,81	15,37
J	MMV	237,43	164,78	253,80	212,63			240,85	201,25	225,28	188,38
	ET	2,74	11,33	16,12	11,87			12,35	7,31	23,87	15,48
J	MMV	226,04	167,15	258,98	203,66			224,71	188,46	210,96	179,76
	ET	3,12	11,20	12,16	14,97			12,09	9,08	32,68	13,81
A	MMV	229,14	153,69	252,44	217,07	188,91	145,69	212,53	193,24	252,21	185,06
	ET	4,37	9,95	15,38	14,52	14,95	33,44	12,67	5,35	28,63	12,77
S	MMV	240,25	158,80	265,44	206,67	197,78		214,47	188,73	225,13	175,20
	ET	7,40	11,39	16,03	15,21	9,63		14,15	5,66	20,35	12,95
O	MMV	287,72	163,11	265,96	217,26	202,79	186,01	196,91	179,22	187,07	172,55
	ET	29,26	11,23	30,66	16,55	9,74	7,07	14,65	5,21	26,93	13,67
N	MMV	231,64	172,55	255,58	214,36	200,88	187,94	200,60	185,18	182,35	175,06
	ET	29,13	10,79	19,28	14,03	10,10	3,20	17,25	5,15	22,51	12,86
D	MMV		175,85	276,78	224,76	220,32	181,51	221,03	196,16	216,28	188,06
	ET		10,94	16,24	13,74	12,34	3,45	13,49	5,96	22,38	20,17

el mejor y el peor M para cada H fue de 67,42 kg, con un valor mínimo de 29,80 kg ( $P=0,1210$ ) para los nacidos en febrero con respecto a abril en H4 y 127,07 kg ( $P=0,0004$ ) y para los nacidos en abril con respecto a octubre en H1, lo que resalta la importancia de esta fuente de variación sobre el P240. Asimismo, el promedio de las diferencias para MH entre el mejor y el peor H para los M que pueden ser comparados dentro de cada H fue 91,35 kg, con un valor mínimo de 73,91 kg ( $P=0,0031$ ) para H3 comparado con H7 en febrero y máximo de 106,75 kg ( $P=0,0038$ ) entre los P240 promedios de H3 vs. H6 para el mes de agosto.

No se encontró información de este factor de

variación sobre el PD de vacunos Senepol y sus cruces. Sin embargo, en vacunos Brahman en Venezuela, se ha observado que la interacción época de nacimiento por hato afecta el PD corregido a 205 d (Rodríguez *et al.*, 2009). La influencia que se observa dada por este factor se debe principalmente a la disponibilidad de pasturas de acuerdo a la distribución de la precipitación durante el año, así como a los efectos del clima que actúan directamente sobre el animal (Plasse, 1978).

#### Efecto del grupo racial del becerro anidado dentro de hato (GH)

En el Cuadro 6 se presentan las medias de máximas verosimilitud del efecto de grupo racial

**Cuadro 6.** Media de máxima verosimilitud (MMC) y error típico (ET) del efecto grupo racial anidado dentro de hato (GH), para peso al destete corregido a 240 d (P240).

GH <sup>1</sup>		Hato									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
GH1	MMC	225,51	171,37		208,35	207,13	213,06	216,30	179,44	271,12	
	ET	11,84	30,19		15,76	8,33	5,83	11,98	3,42	37,31	
GH2	MMC	243,74		248,90	209,90	207,46	210,43				
	ET	8,38		18,73	10,30	21,97	9,76				
GH3	MMC	235,20	164,58		219,89	216,34	196,36		180,85		
	ET	6,96	11,75		21,14	9,94	6,07		5,91		
GH4	MMC	223,81	167,31	282,70	221,54	198,32	182,88	247,41		174,62	
	ET	6,74	12,91	39,94	13,61	13,16	6,66	29,13		38,29	
GH5	MMC	219,96		234,56		205,88	182,45				
	ET	6,53		16,11		15,02	7,50				
GH6	MMC	213,72	201,78	238,34	216,45		203,51	206,70	196,62	197,42	189,23
	ET	6,50	2,93	4,85	13,44		7,38	3,26	6,28	4,82	11,01

<sup>1</sup> GH1:  $\frac{1}{2}$ Senepol  $\frac{1}{2}$ *Bos indicus*, GH2:  $\frac{1}{2}$ Senepol  $\frac{1}{2}$ *Bos taurus* y  $\frac{1}{2}$ Senepol  $\frac{1}{4}$ *Bos taurus*  $\frac{1}{4}$ *Bos indicus*, GH3:  $\frac{3}{4}$ Senepol  $\frac{1}{4}$ *Bos indicus*, GH4:  $\frac{3}{4}$ Senepol  $\frac{1}{8}$ *Bos taurus*  $\frac{1}{8}$ *Bos indicus*, GH5:  $\frac{7}{8}$ Senepol  $\frac{1}{8}$ *Bos indicus* y  $\frac{7}{8}$ Senepol  $\frac{1}{16}$ *Bos taurus*  $\frac{1}{16}$ *Bos indicus*, GH6: Senepol.

anidado dentro de hato (GH) para P240. Existe una alta variabilidad en P240 debido al efecto del GH ( $P=0,0001$ ), donde no se observó un patrón similar de comportamiento de los grupos raciales para cada H. Los becerros Senepol (GH6) fueron superiores en dos H (2 y 8) con diferencias en peso con respecto al GH3 de 37,2 kg ( $P=0,0019$ ) en el H2 y de 17,18 kg ( $P=0,0067$ ) con respecto a GH1 en H8.

Los becerros GH1, que eran los F1, fueron más pesados en dos H (6 y 9) con diferencias con respecto a GH5 de 30,6 kg ( $P=0,0001$ ) en el H6 y de 96,5 kg con respecto a GH4 en el H9 ( $P=0,047$ ). Para GH4 hubo una tendencia a tener mayor peso en tres H (3, 4, 7). La diferencia de GH4 con respecto a GH5 en el H3 fue 48,13 kg ( $P=0,22$ ), mientras que para el H4 la diferencia fue 13,19 kg ( $P=0,39$ ) con respecto a GH1 y de 40,71 kg ( $P=0,16$ ) en comparación a GH6 en H7. El GH2 superó en peso a los becerros del GH6 en el H1 en 30,02 kg ( $P=0,0001$ ), mientras que los del GH5 no resaltó entre los GH estudiados en ninguno de los H.

En general, se puede observar que no existe una tendencia clara de superioridad de algún grupo racial particular y que el desempeño es diferente en

cada H, lo cual puede ser un indicio de la posible existencia de interacción entre el genotipo y el ambiente. Sin embargo, a pesar de agrupar los H por el rango de precipitación, no existe un patrón claro en el comportamiento de los grupos raciales, ya que para los H ubicados en zonas con precipitación entre 1 000 y 1 250 mm los becerros más pesados fueron los de GH2 ( $\frac{1}{2}$ Senepol  $\frac{1}{2}$ *Bos taurus* y  $\frac{1}{2}$ Senepol  $\frac{1}{4}$ *Bos taurus*  $\frac{1}{4}$ *Bos indicus*), GH4 ( $\frac{3}{4}$ Senepol  $\frac{1}{8}$ *Bos taurus*  $\frac{1}{8}$ *Bos indicus*) y GH6 (Senepol), mientras que para los H con precipitaciones entre 1 251 y 1 800 mm los más pesados fueron GH1 ( $\frac{1}{2}$ Senepol  $\frac{1}{2}$ *Bos indicus*), GH3 ( $\frac{3}{4}$ Senepol  $\frac{1}{4}$ *Bos indicus*) y GH4 ( $\frac{3}{4}$ Senepol  $\frac{1}{8}$ *Bos taurus*  $\frac{1}{8}$ *Bos indicus*). Los animales GH5 ( $\frac{7}{8}$ Senepol  $\frac{1}{16}$ *Bos taurus*  $\frac{1}{16}$ *Bos indicus*) no superaron en peso a ningún otro GH en ninguna de las dos condiciones de precipitación. Sólo aquellos becerros GH4 resultaron superiores en P240 en dos H ubicados uno en cada una de las dos condiciones de precipitación descritas. Las diferencias entre grupos raciales han sido señaladas con anterioridad en Venezuela. Los animales  $\frac{1}{2}$ Senepol  $\frac{1}{2}$ mestizos lecheros doble propósito en rebaños de ordeño fueron 17,9 kg más pesados que becerros mestizos en sistemas doble propósito (Aranguren *et al.*, 2000; Isea *et al.*, 2003). En el estado de Alagoas, Brasil, becerros

$\frac{1}{2}$ Senepol  $\frac{1}{4}$ Red Angus  $\frac{1}{4}$ Nelore fueron 43,2 kg más pesados que becerros Nelore (Silva *et al.*, 2008). En Estados Unidos, las diferencias a favor de hijos de toros Senepol oscilan desde 0,5 kg hasta 31,0 kg (Thrift *et al.*, 1986; Chase *et al.*, 1998). Sin embargo, los becerros hijos de toros Senepol pesaron menos en un intervalo de 1,2 a 26 kg en otros estudios conducidos en Estados Unidos (Thrift *et al.*, 1986; Sanders *et al.*, 1987; Chase *et al.*, 2000, 2004; Baker *et al.*, 2001; Holloway *et al.*, 2002).

### CONCLUSIONES

El peso al destete corregido a 240 días de becerros Senepol y sus cruces en Venezuela fue 206,26 kg. Este valor es aceptable para condiciones tropicales y es afectado por factores no genéticos que incluyen el hato, sexo de la cría, edad de la madre al parto, año de nacimiento anidado dentro de hato, mes de nacimiento anidado dentro de hato y las interacciones hato por sexo de la cría y hato por edad de la madre. Las variaciones en P240 atribuibles al sexo de la cría, hato y a la edad de la madre al parto fueron las más amplias; no obstante, éstas dependen del hato donde nazca el animal debido a la presencia de la interacción entre sexo con hato y edad de la madre con hato. Asimismo, al estudiar el grupo racial del becerro, se observó que no existió un grupo racial que fuera consistentemente superior con variaciones importantes entre hatos lo que puede sugerir la posible existencia de interacción entre genotipo y ambiente.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar especial gratitud al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH) de la Universidad Central de Venezuela por el financiamiento recibido a través del proyecto PI 092-2010, titulado "Factores genéticos y ambientales que afectan el peso al nacer y al destete en vacunos Senepol y sus cruces con Brahman". Asimismo, a la Asociación de Criadores de Ganado Senepol de Venezuela, por haber facilitado los datos para la realización de este trabajo, y en especial al Ing. Agr. Octavio Martínez por su ayuda con la edición inicial de la base de datos.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aranguren, J.; R. Román; W. Isea; Y. Villasmil. 2000. Evaluación predestete de becerros cruzados, utilizando medidas repetidas. *Rev. Cientif. FCV-LUZ.* 10: 240-250.
- Baker, J.F.; S.V. Tucker; R.C. Vann. 2001. Effects of Tuli, Senepol, Brahman, Angus, and Polled Hereford sire breeds on birth and weaning traits of offspring. *Prof. Anim. Sci.* 17: 160-165.
- Chase, C.C.; T.A. Olson; A.C. Hammond; M.A. Menchaca; R.L. West; D.D. Johnson Jr.; W.T. Butts. 1998. Prewaning growth traits for Senepol, Hereford, and reciprocal crossbred calves and feedlot performance and carcass characteristics of steers. *J. Anim. Sci.* 76: 2967-2975.
- Chase, C.C.; A.C. Hammond; T.A. Olson. 2000. Effect of tropically adapted sire breeds on preweaning growth of F1 Angus calves and reproductive performance of their Angus dams. *J. Anim. Sci.* 78: 1111-1116.
- Chase, C.C.; D.G. Riley; T.A. Olson; S.W. Coleman; A.C. Hammond. 2004. Maternal and reproductive performance of Brahman x Angus, Senepol x Angus, and Tuli x Angus cows in the subtropics. *J. Anim. Sci.* 82:2764-2772.
- Ewel, J.; A. Madriz. 1976. Zonas de Vida de Venezuela. Memoria Explicativa sobre el Mapa Ecológico. Editorial Sucre. Caracas, Venezuela. 265 p.
- Holloway, J.W.; B.G. Warrington; D.W. Forrest; R.D. 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.
- Isea, W.; R. Román; Y. Villasmil; J. Aranguren. 2003. Crecimiento de terneros cruzados Senepol en el estado Zulia, Venezuela. *Rev. Cientif. FCV-LUZ.* 13: 130-138.
- Isea, W.; Y. Villasmil; D. Durán; B. Guzmán. 2001. Abuelo materno y época de nacimiento sobre el crecimiento de terneros Senepol en el estado Yaracuy, Venezuela. *Rev. Cientif. FCV-LUZ.* 11: 510-516.
- Kramer, C.Y. 1956. Extension of multiple range tests to group means with unequal numbers of replications. *Biometrics.* 12: 307-310.
- Plasse, D. 1978. Aspectos de crecimiento de *Bos indicus* en el trópico americano. 1<sup>era</sup> parte. *World Rev. Anim. Prod.* 14: 29-48.

- Rodríguez, Y.; G. Martínez; R. Galíndez. 2009. Factores no genéticos que afectan el peso al destete en vacunos Brahman registrados, Venezuela. *Zootecnia Trop.* 27: 383-391.
- Sanders, J.O.; J.C. Paschal; R.M. Thallman. 1987. Preweaning performance of Senepol, Angus, and Zebu-sired calves in Texas. *Int. Senepol Res. Symp. Charlotte Amale, Islas Vírgenes* p 75.
- Silva, F. de L.; A.B. Fraga; A.M. Espíndola; A.Pedrosa.2008. Desempenho de bovinos no estado de Alagoas. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.* 9:219-230.
- Thompson, W.A. 1962. The problem of negative estimates of variance components. *Ann. Math. Stat.* 33: 273-289.
- Thrift, F.A.; D.E. Franke; D.K. Aaron. 1986. Preweaning breed-of-sire comparisons involving the Senepol breed of cattle. *J. Anim. Sci.* 62: 1247-1254.