

PUBERTAD EN MACHOS BOVINOS CHIANINA X BRAHMAN Y BRAHMAN

Puberty in Young Chianina x Brahman and Brahman Bulls

Andrés Avellaneda H.¹, Juan Trocóniz², Jorge Flores³ y Héctor Soto¹

¹CEBIV-IDECYT, Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez. ²IRAIA, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela. ³Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. E-mail: avellanedaandres@latinmail.com

RESUMEN

Once toros F1 Chianina x Brahman (Ch x Br) y nueve Brahman (Br) fueron utilizados para estudiar pubertad, de acuerdo a la definición de Wolf. Los animales permanecieron juntos entre 7 y 24 meses de edad, bajo las mismas condiciones climáticas, ambientales y de manejo. Se hicieron mediciones mensuales de edad (ED), peso corporal (PC), circunferencia escrotal (CE), concentración espermática (CO) y motilidad espermática individual (MI). Para estudiar la relación entre características, se utilizaron estimados de correlación simple y ecuaciones de regresión polinómica. La pubertad fue obtenida a: ED = $16,3 \pm 3,9$ y $18,1 \pm 0,9$ meses; PC = 331 ± 90 y 302 ± 42 kg; CE = 26 ± 3 y 25 ± 2 cm; CO = $77 \pm 47 \times 10^6$ y $75 \pm 48 \times 10^6$ espermatozoides/ml y MI = 30 ± 23 y $37 \pm 23\%$ para Ch x Br y Br respectivamente. No se detectaron diferencias significativas entre grupos (Prueba t) para las variables bajo estudio. Los coeficientes de correlación entre ED y PC; ED y CE y PC y CE ($P < 0,01$) fueron de 0,90, 0,78; 0,88, 0,79 y 0,89, 0,90 para Ch x Br y Br, respectivamente. Las siguientes ecuaciones de regresión fueron establecidas: PC = $155,0205 + 0,0148 (ED) + 0,0006(ED)^2$, $R^2 = 0,83$; PC = $203,7106 - 0,2111 (ED) + 0,0007 (ED)^2$, $R^2 = 0,65$; CE = $11,9729 + 0,0277 (ED) + 0,000002 (ED)^2$, $R^2 = 0,78$; CE = $17,9568 - 0,0136 (ED) + 0,00004 (ED)^2$, $R^2 = 0,66$; CE = $2,260 + 0,1040 (PC) - 0,00009 (PC)^2$, $R^2 = 0,82$; y CE = $7,4856 + 0,0498 (PC) + 0,00001 (PC)^2$, $R^2 = 0,82$ para Ch x Br y Br, respectivamente. Para el momento de lograr la pubertad, los genotipos se comportaron similar en todas las variables estudiadas. No obstante después de la pubertad y hasta los 24 meses, los machos cruzados tendieron a presentar un mayor desarrollo corporal y testicular que los animales Brahman.

Palabras clave: Pubertad, machos, bovinos, mestizos, Brahman, Chianina.

ABSTRACT

Eleven F1 Chianina x Brahman (Ch x Br), and nine Brahman (Br) bulls were used to study puberty according to Wolf's definition. They were kept together under the same environmental and management conditions from 7 to 24 months of age. Monthly measures of age (AG), body weight (BW), scrotal circumference (SC), spermatic concentration (EC), and individual spermatic motility (IM) were taken. Trait relationships were established through estimation of pair-wise correlation, and polynomial regression. Mean values at puberty were for AG = 16.3 ± 3.9 and 18.1 ± 0.9 months, for BW = 331 ± 90 and 302 ± 42 kg; for SC = 26 ± 3 and 25 ± 2 cm, for EC = $77 \pm 47 \times 10^6$ and $75 \pm 48 \times 10^6$ sperm cells / ml and for IM = 30 ± 23 and $37 \pm 23\%$ for Ch x Br and Br, respectively. There were no statistical difference between groups (t test) for any variable. Correlation coefficients between AG and BW, AG and SC, and BW and SC were 0.90, 0.78; 0.88, 0.79 y 0.89, 0.90 for Ch x Br and Br, respectively. The following regression equations were proposed: BW = $155.0205 + 0.0148 (AG) + 0.0006(AG)^2$, $R^2 = 0.83$; BW = $203.7106 - 0.2111 (AG) + 0.0007 (AG)^2$, $R^2 = 0.65$; SC = $11.9729 + 0.0277 (AG) + 0.000002 (AG)^2$, $R^2 = 0.78$; SC = $17.9568 - 0.0136 (AG) + 0.00004 (AG)^2$, $R^2 = 0.66$; SC = $2.260 + 0.1040 (BW) - 0.00009 (BW)^2$, $R^2 = 0.82$ y SC = $7.4856 + 0.0498 (BW) + 0.00001 (BW)^2$, $R^2 = 0.82$ for Ch x Br and Br, respectively. Genotypes performed similarly for trait at the time they reached puberty. Crossbred bulls, however, tended to show greater body and testicular development than Brahman throughout the study.

Key words: Puberty, male, bovine, crossbreed, Brahman, Chianina.

INTRODUCCIÓN

Para las condiciones tropicales se ha sugerido la explotación de bovinos con el uso de mestizos o F1, productos del cruzamiento de razas europeas o *Bos taurus* e indianos o *Bos*

índicus (cebú), con el objetivo de aprovechar las bondades de una y otra, para aumentar la producción de leche, carne, calidad de canal y resistencia [13]. Desde el punto de vista reproductivo existe poca información [1, 7, 8, 9, 10, 11, 16, 25] del comportamiento de los machos mestizos durante la pubertad en el trópico venezolano. La definición más utilizada de pubertad tanto para *Bos taurus* como *Bos índicus* y sus mestizos es la de Wolf y col. [24] quienes la señalan como el momento en el cual a un toro joven se le colecta un primer eyaculado con al menos 50 millones de espermatozoides por mililitro y con un mínimo de 10% de motilidad individual, no obstante ser una definición propuesta para animales europeos, con semen colectado utilizando vagina artificial.

La pubertad está determinada por la interacción de factores genéticos, nutricionales y ambientales, siendo la raza uno de los más importantes por cuanto define diferencias de resistencia a las altas temperaturas y humedad, tolerancia a parásitos internos y externos, habilidad para utilizar forrajes con altos contenidos de fibra, desarrollo corporal y testicular [11, 14]. Se ha evidenciado que los animales europeos son más jóvenes, con mayor peso corporal y circunferencia escrotal al momento de la pubertad en comparación con los cebú. Estas ventajas han sido aprovechadas en los mestizos en virtud del efecto de heterosis, para lograr animales más precoces y con mayor desarrollo corporal.

En cuanto al comportamiento reproductivo estas bondades han reflejado mucha variación y están relacionadas íntimamente con la alimentación para poder expresarse. Se ha determinado que los mestizos alimentados con dietas altas en proteínas, alcanzan la pubertad a una edad más temprana, con mayor peso corporal y circunferencia escrotal con respecto a los indios. Por el contrario cuando son alimentados con dietas bajas en proteínas logran la pubertad a una edad mayor manteniendo sus ventajas de peso corporal y circunferencia escrotal [15].

Ahondar en el estudio comparativo del comportamiento reproductivo de machos *Bos índicus* y mestizos en condiciones de pastoreo se justifica, ya que se establecerían parámetros reproductivos de selección para tales genotipos en estas condiciones.

El presente estudio tiene como objetivo contribuir con el conocimiento de las características puberales del genotipo Chianina x Brahman (Ch x Br), comparado con los Brahman (Br) en condiciones de pastoreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una explotación ubicada en la población de "El Real" a 40 km al sur de la ciudad de Barinas, Edo. Barinas. La zona pertenece al Bosque Seco Tropical, con una temperatura promedio de 25,6°C y precipitaciones promedio de 1814 mm, siendo los meses más lluviosos de Mayo a Octubre.

El lote estudiado estuvo compuesto por once machos prepúberes Ch x Br ($\frac{1}{2}$ *Bos taurus* y $\frac{1}{2}$ *Bos índicus*) y nueve Br. La edad promedio de los animales al inicio del estudio fue de 7 meses y culminaron a los 24 meses. La pubertad fue definida según Wolf y col. [24]. Ambos grupos permanecieron juntos alimentados con pasto Swazi (*Digitaria swazilandensis*) y Tanner (*Brachiaria radicans*), con acceso a agua y minerales *ad libitum*; bajo las mismas condiciones ambientales, climáticas y de manejo. Las muestras se tomaron a un intervalo promedio de 31 días.

Las características registradas por muestreos mensuales fueron edad, peso corporal, circunferencia escrotal y calidad seminal. La circunferencia escrotal fue medida según la técnica descrita por Willet y Ohms [23]. La extracción de semen se realizó por electroeyaculación. La concentración espermática y motilidad individual fueron evaluadas según Salisbury y col. [17].

Se obtuvieron promedios y desviaciones estándar de cada una de las variables estudiadas al momento de alcanzar la pubertad y se realizaron comparaciones entre medias (Pruebas de t) para determinar posibles diferencias estadísticas entre ambos grupos raciales. Los datos se ordenaron en tablas por rangos de edades y se obtuvieron promedios y desviaciones estándar de cada variable, desde los siete hasta los veintitrés meses de edad para los Ch x Br y desde los siete hasta los veinticuatro meses, para los Br.

Se establecieron correlaciones simples entre las variables edad, peso corporal y circunferencia escrotal, mediante el cálculo del Coeficiente de Correlación de Pearson, con su respectiva prueba de significancia. Se ajustaron modelos de regresión lineal simple ($y = a + bx$) y polinómica ($y = a + bx + cx^2$). Como variables respuesta se usó el peso corporal y la circunferencia escrotal, y como variables regresoras la edad y el peso corporal. Los datos se procesaron con un módulo SAS/STAT del sistema de SAS versión 6,12.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Bajo las condiciones en las cuales se llevó a cabo este estudio, los mestizos Ch x Br lograron la pubertad a una edad (ED) de $16,3 \pm 3,9$ meses, con un peso corporal (PC) de 331 ± 90 kg, circunferencia escrotal (CE) de 26 ± 3 cm, concentración espermática (CON) de $77 \pm 47 \times 10^6$ espermatozoides/ml y una motilidad individual (MI) de $30 \pm 23\%$. Mientras que para el caso de los Br, estos alcanzaron la pubertad a una ED de $18,1 \pm 0,9$ meses, PC de 302 ± 42 kg, CE de 25 ± 2 cm, CON de $75 \pm 48 \times 10^6$ espermatozoides/ml y MI de $37 \pm 23\%$, sin detectarse diferencias significativas entre los dos genotipos (TABLA I).

Los genotipos estudiados mostraron un comportamiento similar con relación al desarrollo físico y reproductivo, lo cual es indicativo que los animales mestizos en condiciones

TABLA I
ESTIMADOS FISIOLÓGICOS A LA PUBERTAD DE
MACHOS CHIANINA X BRAHMAN Y BRAHMAN

Razas	Chianina x Brahman	Brahman
N	11	9
Edad (m)	16,3 ± 3,9	18,1 ± 0,9
Peso corporal (kg)	331 ± 90	302 ± 42
Circunferencia Escrotal (cm)	26 ± 3	25 ± 2
Concentración (10 ⁶ esp/mL) ^a	77 ± 47	75 ± 48
Motilidad Individual (%)	30 ± 23	37 ± 23

^a esp/ml = espermatozoides por mL.

de pastoreo, no manifestaron las bondades esperadas de la heterosis. Estos resultados no coincidieron con los aportados por Tegegne y col. [19] quienes reportan menor ED, mayor PC y CE en los mestizos con respecto a los cebú. Tampoco con los estudios de Oyedipe y col. [12] en cuanto a ED, sin embargo si coinciden con estos autores, al no detectar diferencias de PC y CE al momento de la pubertad entre los mestizos y los cebú. Rekwot y col. [15] encontraron que los animales mestizos alimentados con dietas deficientes en proteínas logran la pubertad a una ED mayor, no obstante ser más pesados y con mayor desarrollo testicular, sugiriendo una mayor predisposición a ser afectada la función reproductiva en los animales mestizos.

El hecho de no encontrar diferencias entre las características seminales (concentración y motilidad) a la pubertad entre los dos genotipos coincide con las apreciaciones de Coulter [2] y Tegegne y col. [19] quienes señalan que cuando se ajustan datos de calidad seminal a la pubertad prácticamente no hay diferencias entre razas distintas.

En las TABLAS II y III se presentan los promedios de PC y CE a distintas edades durante el estudio, los cuales reflejaron que los animales Ch x Br tendieron a comportarse en forma superior para estas dos características con relación a los Br. El haber mantenido a los animales de ambos genotipos en condiciones de pastoreo, sometidos a variaciones nutricionales y a factores ambientales adversos, afectó su desarrollo testicular, similar al comportamiento registrado por Madrid-Bury y col. [11]. La superioridad en desarrollo corporal y testicular de los mestizos Ch x Br sobre los Br, se corresponde con las observaciones de otros autores quienes detectan semejante tendencia entre mestizos Chianina x Nelore y Nelore [21,22], evidenciando una diferencia por genotipo. Los mayores incrementos de las circunferencias escrotales para ambos genotipos ocurren entre los 13 y 18 meses, etapa en la cual se manifiesta el logro de la pubertad.

En la TABLA IV se presentan los coeficientes de correlación entre ED, PC y CE, para los Ch x Br y Br los cuales reflejaron ser todos altos, positivos y significativos al nivel

TABLA II
RANGOS DE EDADES, PROMEDIOS DE PESO CORPORAL
Y CIRCUNFERENCIA ESCROTAL DE MACHOS
CHIANINA X BRAHMAN

Edades (m)	N	Peso corporal (kg)	Circunf. escrotal ^a (cm)
7 - 9	34	198,2 ± 24,3	19,0 ± 1,3
10 - 12	35	228,7 ± 23,8	21,0 ± 1,6
13 - 15	34	279,3 ± 32,4	24,0 ± 2,0
16 - 18	33	329,6 ± 40,2	27,2 ± 2,4
19 - 23	14	382,1 ± 65,2	28,5 ± 1,7

^a Circunferencia escrotal.

TABLA III
RANGOS DE EDADES, PROMEDIOS DE PESO CORPORAL
Y CIRCUNFERENCIA ESCROTAL DE MACHOS BRAHMAN

Edades (m)	N	Peso corporal (kg)	Circunf. escrotal ^a (cm)
7 - 9	18	199,6 ± 20,3	17,9 ± 1,1
10 - 12	26	208,1 ± 24,0	18,2 ± 1,6
13 - 15	38	241,1 ± 37,0	20,0 ± 2,1
16 - 18	33	289,0 ± 39,2	23,9 ± 2,6
19 - 24	14	330,7 ± 53,0	26,2 ± 2,8

^a Circunferencia escrotal.

$P < 0,01$, similar a otros autores [1, 7, 8, 9, 10]. Las relaciones establecidas indicaron que animales jóvenes en pleno desarrollo físico y reproductivo, con los avances de la ED incrementan PC y CE, coincidiendo con otros autores [4, 18, 25].

Aún cuando en el momento preciso de lograr la pubertad no se detectaron diferencias estadísticas entre los dos genotipos, al estudiar las relaciones entre ED, PC y CE a lo largo de todo el período de estudio, sí se evidenciaron ventajas de los mestizos. Como se observa en la FIG. 1, los dos genotipos registraron aumentos del PC a medida que la ED avanzaba, comportamiento descrito a través de las siguientes ecuaciones de regresiones polinómicas: $PC = 155,0205 + 0,0148 (ED) + 0,0006(ED)^2$, $R^2 = 0,83$ para los Ch x Br y $PC = 203,7106 - 0,2111 (ED) + 0,0007 (ED)^2$, $R^2 = 0,65$ para los Br. Los animales Ch x Br mostraron a lo largo del período ser más pesados que los Br coincidiendo con las observaciones de otros investigadores [3, 20], quienes reportan mayor peso corporal de los mestizos sobre los cebú debido a un efecto de heterosis. Adicionalmente la raza Chianina es de gran alzada por lo que se debe esperar mayores pesos, en esta etapa del crecimiento animal. Para los dos genotipos, después de lograda la pubertad, se registró una mayor velocidad de crecimiento y desarrollo corporal.

Las variaciones de la CE por medio de la ED fueron definidas según las ecuaciones de regresiones polinómicas: $CE =$

TABLA IV
COEFICIENTES DE CORRELACIÓN ENTRE EDAD, PESO CORPORAL Y CIRCUNFERENCIA ESCROTAL DE MACHOS CHIANINA X BRAHMAN Y BRAHMAN ENTRE LOS 7 Y 24 MESES DE EDAD

Razas	Variables	Edad	Peso Corporal
Chianina x Brahman	Peso corporal	0,90**	-
	Circunf. escrotal ^a	0,88**	0,89**
Brahman	Peso corporal	0,78**	-
	Circunf. escrotal	0,79**	0,90**

^a Circunferencia escrotal. ** P < 0,01.

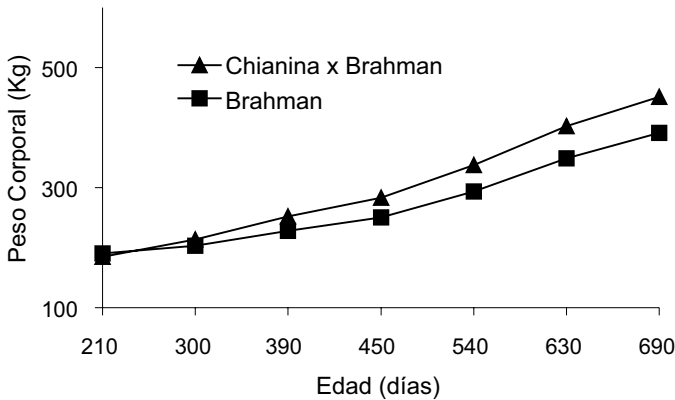


FIGURA 1. RELACIÓN ENTRE PESO CORPORAL Y EDAD DESDE 210 HASTA 690 DÍAS DE EDAD.

$11,9729 + 0,0277 (ED) + 0,000002 (ED)^2$, $R^2 = 0,78$ y $CE = 17,9568 - 0,0136 (ED) + 0,00004 (ED)^2$, $R^2 = 0,66$, para los Ch x Br y Br, respectivamente. Como se aprecia en la FIG. 2 para los dos genotipos se registraron aumentos de la CE asociados a incrementos de la ED como lo señalado por diversos autores [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 25]. Los Ch x Br presentaron mayor CE que los Br durante el muestreo, demostrando que los cebú presentan un desarrollo testicular más tardío que los mestizos (*B. taurus* x *B. indicus*) como lo señalado en otros trabajos [15, 19].

Con las ecuaciones de regresiones polinómicas $CE = 2,260 + 0,1040 (PC) - 0,00009 (PC)^2$, $R^2 = 0,82$ y $CE = 7,4856 + 0,0498 (PC) + 0,00001 (PC)^2$, $R^2 = 0,82$ se describieron las fluctuaciones de la CE a partir de los cambios de PC para los genotipos Ch x Br y Br, respectivamente. Los Ch x Br se comportaron con mayor y más rápido desarrollo corporal y testicular que los Br. Además tendieron a detener su crecimiento testicular antes que los Br coincidiendo con lo reportado en otros estudios [15, 19]. Por otro lado, los Br en iguales condiciones que los Ch x Br, lograron mantener el crecimiento testicular y, a pesos superiores, alcanzar medidas testiculares similares a las registradas por los mestizos (FIG. 3).

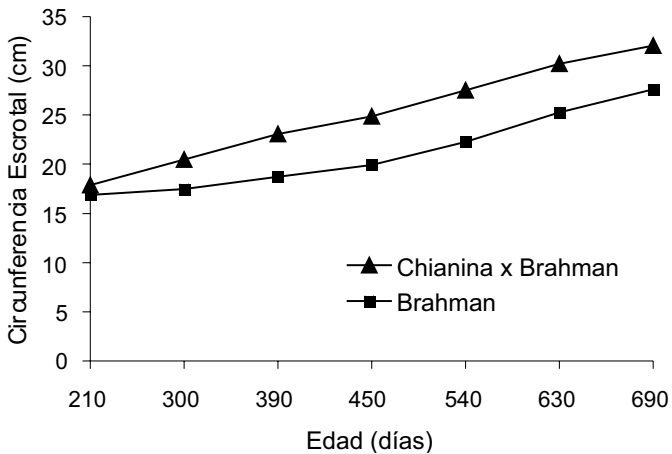


FIGURA 2. RELACIÓN ENTRE CIRCUNFERENCIA ESCROTAL Y EDAD DESDE 210 HASTA 690 DÍAS DE EDAD.

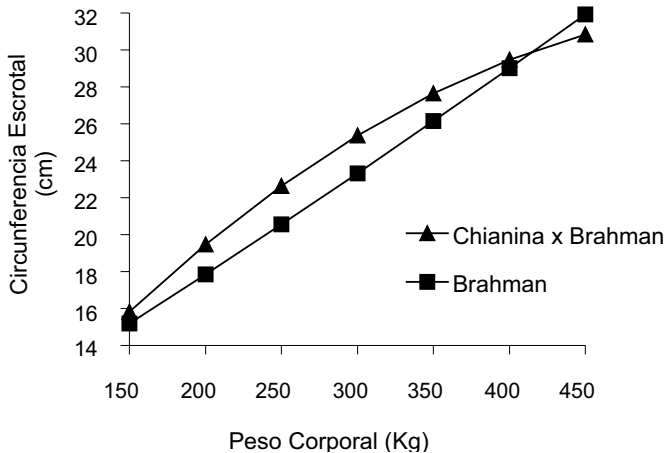


FIGURA 3. RELACIÓN ENTRE CIRCUNFERENCIA ESCROTAL Y PESO CORPORAL DESDE 150 HASTA 450 Kg.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos permiten emitir las siguientes conclusiones y recomendaciones:

Para el momento preciso de lograr la pubertad, no hubo diferencias estadísticas en cuanto a edad, peso corporal, circunferencia escrotal, concentración espermática y motilidad individual, entre los genotipos Ch x Br y Br.

A lo largo del estudio los Ch x Br tendieron a presentar mayor desarrollo corporal y testicular que los Br.

A los genotipos donde están involucradas razas europeas, hay que garantizarles un ambiente adecuado de crianza (alimentación, sanidad) para poder expresar las bondades del cruce, desde el punto de vista reproductivo. De lo contrario no manifestarán dichas ventajas, comportándose similar a los cebú.

Se recomienda realizar estudios más controlados, con más genotipos involucrados y con mayor número de observaciones, para evaluar el comportamiento reproductivo de los animales mestizos; así como establecer un criterio de pubertad adaptado al trópico para animales cruzados (*B. taurus* x *B. indicus*) y cebú, que se basen en la electroeyaculación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ARANGUREN, J.; MADRID-BURY, N.; GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; RINCÓN, E.; RAMÍREZ, L.; QUINTERO, A. Pubertad en toretes 5/8 Holstein y 5/8 Pardo Suizo. **Rev. Fac. Agron. (LUZ)** 12: 393-407. 1995.
- [2] COULTER, G. Puberty and post-puberal development of beef bulls. In: **Current Therapy in Theriogenology**. Ed.: D. Morrow (2ª ed.). Philadelphia, W.B. Saunders Company: 142-148 pp. 1986.
- [3] FOSSI, H.; PLASSE, D.; VERDE, O.; RODRÍGUEZ, C.; SILVA, V. Crecimiento de bovinos F₁ de madres cebú y padres Brahman, Angus, Chianina, Gelbvieh, Limousin y Simmental en Apure. 2. Peso al destete. **VII Congreso Venezolano de Zootecnia**. Maturín, Venezuela. 05-09/octubre. GR-24. 1992.
- [4] FRENEAU, G.; GUIMARAES, J.; VALE-FILHO, V.; FONSECA, V. Pubertal and postpubertal development in Gyr zebu bulls in Brazil. **12th International Congress on Animal Reproduction**. The Hague, The Netherlands. 23-27/agosto. Proceedings 4: 1981-1983. 1992.
- [5] MADRID, N.; OTT, R.; RAO VEERAMACHANENI, D.; PARRET, D.; VANDERWERT, W.; WILLMS C. Scrotal circumference, seminal characteristics, and testicular lesions of yearling Angus bulls. **Am. J. Vet. Res.** 49(4): 579-585. 1988.
- [6] MADRID, N.; ARAUJO, F.; CHIRINOS, Z. Evaluación de la capacidad reproductiva de toros Brahman puros en un medio tropical. **II Jornadas Nacionales de Investigación en Reproducción Animal**. LUZ. Maracaibo, Venezuela. 29-30/noviembre. 1991.
- [7] MADRID, N. Desarrollo testicular y pubertad en toretes mestizos. En: **Ganadería Mestiza de Doble Propósito**. Ed.: C. González-Stagnaro. LUZ (1ª ed.). Ediciones Astro Data, S.A., Maracaibo, Venezuela. 235-245 pp. 1992.
- [8] MADRID-BURY, N.; GONZÁLEZ, R.; SOTO, E.; GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; ARANGUREN, J. Circunferencia escrotal, desarrollo corporal y características seminales en toretes F₁ (½ Br x ½ H). **VII Congreso Venezolano de Zootecnia**. Maturín, Venezuela. 05-09/octubre. GR-08. 1992.
- [9] MADRID-BURY, N.; GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; VENTURA, M.; GONZÁLEZ, R.; RÍOS, J.; ARANGUREN, J. Desarrollo testicular y corporal en toretes mestizos. **VII Congreso Venezolano de Zootecnia**. Maturín, Venezuela. 05-09/octubre. MG-15. 1992.
- [10] MADRID-BURY, N.; GONZÁLEZ, R.; SOTO, E.; GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; ARANGUREN, J. Circunferencia escrotal, desarrollo corporal y características seminales en toretes F₁ (½ Br x ½ H). **Rev. Fac. Agron., LUZ**. 11(2): 127-136. 1994.
- [11] MADRID-BURY, N.; ZAMBRANO, S.; ZAMBRANO, A.; BOHADA, E.; GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; CHIRINOS, Z. Características reproductivas de toretes mestizos Pardo Suizo x Cebú en Venezuela. **Arch. Latinoam. Prod. Anim.** 5 (Supl.1): 350-352. 1997.
- [12] OYEDIPE, E.; KUMI-DIAKA, J.; OSORI, D. Determination of onset of puberty in zebu bulls under tropical conditions in northern Nigeria. **Theriogenology** 16(4): 419-431. 1981.
- [13] PLASSE, D.; HOOGESTEIJN, R.; FOSSI, H.; VERDE, O.; BASTIDAS, P.; RODRÍGUEZ, R.; RODRÍGUEZ, C.; SILVA, V. **Estrategias para el uso de la inseminación artificial en bovinos de carne en Venezuela**. Maracay. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela. 119 pp. 1988.
- [14] RANDEL, R. Reproductive characteristics of the Brahman and Brahman based bull. **Proceedings of the thirty-ninth annual beef cattle short course**. Gainesville, Florida. 24 May. 210-222 pp. 1990.
- [15] REKWOT, P.; OYEDIPE, E.; AKAREJOLA, O.; KUMI-DIAKA, J.; UMOH, J. The effect of protein intake on the onset of puberty in Bunaji and Friesian x Bunaji crossbred bulls in Nigeria. **Theriogenology** 28(4): 427-434. 1987.
- [16] RODRÍGUEZ-URBINA, M.; GOICOCHEA-LLAQUE, J.; MADRID-BURY, N.; GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; VENTURA-SALGADO, M.; ROMAN-BRAVO, R. Pubertad en toretes 5/8 Brahman suplementados con yacija. **Revista Científica, FCV-LUZ**. Vol. XII(5):338-345. 2002.
- [17] SALISBURY, G.; VAN DEMARK, N.; LODGE, J. **Physiology of Reproduction and Artificial Insemination of Cattle**. Freeman Co., San Francisco, USA. 798 pp. 1978.
- [18] SILVA-MENA, C. Peripubertal traits of Brahman bulls in Yucatan. **Theriogenology** 48:675-685. 1997.
- [19] TEGEGNE, A.; ENTWISTLE, K.; MUKASA-MUGERWA, E. Nutritional influence on growth and onset of puberty in Boran and Boran x Friesian bulls in Ethiopia. **Theriogenology** 37(5): 1005-1016. 1992.
- [20] VERDE, O.; PLASSE, D.; FOSSI, H.; RODRÍGUEZ, C.; SILVA, V. Crecimiento de bovinos F₁ de madres cebú y padres Brahman, Angus, Chianina, Gelbvieh, Limousin y Simmental en Apure. 3. Peso a 18 meses. **VII Congreso**

- Venezolano de Zootecnia.** Maturín. Venezuela. 05-09/octubre. GR-25. 1992.
- [21] VILLARES, J.; DOMINGUES, C.; ROCHA, G. Correlation between testicular biometry, weight and gain in weight of Chianina, Zebu, Nelore and halfbred bovines. **Proceeding of the Second International Congress of the Chianina Breed.** Sao Paulo, Brazil. 189-195 pp. 1978.
- [22] VILLARES, J.; RAMOS, A.; ROCHA, G. Brazilian studies on Chianina breed—testicular growth at peripuberal ages of Chianina, Nelore zebus and crossbred bovines. **Proceeding of the Second International Congress of the Chianina Breed.** Sao Paulo, Brazil. 181-187 pp. 1978.
- [23] WILLET, E.; OHMS, J. Measurement of testicular size and its relation to production of spermatozoa by bulls. **J. Dairy Sci.** 48: 1559. 1957.
- [24] WOLF, F.; ALMQUIST, J.; HALE, E. Prepuberal behavior and puberal characteristics of beef bulls on high nutrient allowance. **J. Anim. Sci.** 24(3): 761-765. 1965.
- [25] YÁÑEZ-CUELLAR, L.; MADRID, N.; CONTRERAS, R.; RINCÓN, E. Relaciones de circunferencia escrotal con edad y peso corporal en toros mestizos. **Arch. Latinoam. Prod. Anim.** 5 (Supl.1): 479-481. 1997.