

Pubertad en toretes 5/8 Holstein y 5/8 Pardo suizo¹

Puberty in 5/8 Holstein and 5/8 Brown Swiss young bulls

José Aranguren-Méndez²
Ninoska Madrid-Bury³
Carlos González-Stagnaro⁴
Edmundo Rincón Urdaneta⁴
Lilido Ramírez Iglesia⁵
Armando Quintero Moreno²

Resumen

Con el objetivo de caracterizar el comportamiento fisiológico asociado con el inicio de la pubertad en toretes 5/8 Holstein (H; n=8) y 5/8 Pardo Suizo (PS; n=8), se realizó un experimento en la Hacienda La Esperanza de la Universidad del Zulia, ubicada en una zona de bosque seco tropical, temperatura media de 28°C y precipitación bimodal entre los 700 y 1290 mm/anales. Las variables en estudio fueron peso (P), edad (E), talla (TL), circunferencia torácica (CT), circunferencia escrotal (CE), desarrollo de las glándulas seminales (GS), niveles de testosterona séricos (T) y características seminales. Pubertad fue definida como la edad en que se produjera un eyaculado con 50×10^6 spz y con al menos un 10% de motilidad progresiva individual (%MI); como variables independientes se estudiaron el efecto racial, la época del año (seca, semihúmeda y húmeda) y su interacción, así como la covariable del peso al momento del ingreso al ensayo. Los datos fueron analizados a través de un modelo de varianza-covarianza usando el paquete estadístico SAS. Los resultados indicaron que ambos genotipos presentaron similar comportamiento, obteniéndose valores promedios para P, E, TL, CT, CE y T de, 224 kg, 14 m, 114 cm, 141 cm, 23 cm y 1.7 ng/ml, respectivamente. La época del año afectó ($P < .01$) P, CT y %MI, favoreciendo a los animales que alcanzaron la pubertad en la época húmeda y que habían sido incorporados en la época intermedia, 239 vs 227 vs 206 kg, 144 vs 140 vs 137 cm y 43 vs 31 vs 16%, para las épocas húmeda, semihúmeda y seca, respectivamente. La

Recibido el 22-07-94 • Aceptado el 03-02-95

1. Proyecto No. 0258-93 financiado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad del Zulia.

2. Facultad de Ciencias Veterinarias LUZ. Aptdo. 15252. Maracaibo Venezuela.

3. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Zulia.

4. Departamento de Zootecnia. Facultad de Agronomía. Postgrado en producción Animal. Aptdo. 15205. Maracaibo 4005 Venezuela.

5. Nucleo Universitario Rafael Rangel, Trujillo, ULA.

interacción raza x época no afectó ninguna de las características evaluadas. Las correlaciones encontradas mostraron que existe una alta asociación entre los indicadores del desarrollo corporal, CE y los niveles de testosterona ($r=0.85$; $P<.001$) y entre T, CE y GS fue ($r=0.47$ y $r=0.36$; $P<.001$).

Palabras claves: Mestizo 5/8 toretes, pubertad, desarrollo corporal, circunferencia escrotal, testosterona.

Abstract

With the purpose of characterize the physiological performance associated with puberty, in crossbred young 5/8 Holstein (H; $n=8$) and 5/8 Brown Swiss (BS; $n=8$) bulls, an experiment was conducted at the University farm "La Esperanza" located in a dry tropical forest area, 28°C mean temperature and bimodal annual rainfall of 700 to 1290 mm. Body wight (BW), age (A), height (H), heart girth (HG), scrotal circumference (SC), seminal glands development (SG), serum testosterone levels (T), and serainal characterictics, were studied. Puberty was defined as the age when the first ejaculated contained a minimum of 50×10^6 total sperm with at least 10% showing progressive motility (%PM). The effects of bred, season (dry, subhumid and humid) and its interaction, and the covariable of the initial BW were considered as independent variables. Comparison were performed using ANOVA (SAS). Both genotypes were similar; BW, A, H, HG, SC and T were 224 kg, 14 m, 114 cm, 141 cm, 23 cm, and 1.7 ng/ml. respectively. Season affected ($P<.01$) W, HG and %PM, been favorable to those animals incorporated in the subhumid season that reached puberty during the humid time; 239 vs 227 vs 206 kg, 144 vs 140 vs 137 cm y 43 vs 31 vs 16%, for humid, subhumid and dry, respectively. The bred x season interaction was not significant. A significant correlations ($r=0.85$; $P<.001$) existed between body development traits, SC and T, and between T, SC and SG ($r=0.47$ and $r=0.36$; $P<.001$).

Key words: Crossbred 5/8 young bulls, puberty, body development, scrotal circumference, testosterone.

Introducción

En Venezuela, al igual que en la mayoría de los países tropicales, existe un déficit tanto de la producción láctea como cárnica para abastecer las necesidades de la población; alrededor del 43% de la leche que se consume en el país es importada (22). Esta situación se encuentra influenciada en parte, por las políticas

agropecuarias erradas, así como por la eliminación de las tasas preferenciales de intereses crediticios y los subsidios a los alimentos concentrados y los fertilizantes y actualmente la maxi-devaluación que ha sufrido nuestro signo monetario, lo que ha derivado en una ganadería poco rentable.

Los animales *Bos taurus* x *Bos indicus* se han usado frecuentemente en las regiones tropicales y subtropicales con el fin de mejorar los niveles productivos y reproductivos del ganado vacuno nativo (11, 14, 15, 49).

El análisis de los niveles productivos del animal mestizo *Bos taurus* x *Bos indicus*, demuestra que presenta un buen comportamiento en el trópico (11, 14), en especial el mestizo 5/8 *Bos taurus* x 3/8 *Bos indicus* (21); pareciese que este cruce corresponde a uno de los mejores adaptado al medio tropical; en él se conjuga, el potencial de producción láctea del taurino con la adaptabilidad y resistencia del ganado Cebuino, como ha sido comprobado con el Siboney de Cuba (5/8 Holstein x 3/8 cebú), el Pitangueiras de Brasil (5/8 Red Poll x 3/8 cebú) y el Karan Swiss de la India (5/8 Pardo Suizo x 3/8 Red Sindhi o Sahiwal) (28).

Los estudios sobre la fisiología y el comportamiento reproductivo de los machos son realmente escasos; a pesar de que al seleccionar toretes en base a la producción láctea de su madre y de sus hermanas podemos incrementar el mejoramiento genético hasta en un 75%, lo que no lograríamos al seleccionar hembras solamente, por esto resulta prioritario estudiar la pubertad en los toretes y

los factores que la regulan en el medio tropical; ya que ésta etapa señala en los machos el inicio de su vida reproductiva. Diversos cambios anatómicos, fisiológicos y funcionales ocurren en esta fase del crecimiento por lo que es de mucha importancia, conocer exactamente la edad y el peso cuando los toretes se hacen púberes e inician su producción espermatológica, ya que así, su actividad reproductiva podría iniciarse a una edad más temprana, lo que significaría una mejor y mayor utilización del semental, representado con una prolongada vida reproductiva útil, a la vez se estaría realizando un mejoramiento genético y productivo de la finca, ya que podríamos reducir sustancialmente el intervalo generacional.

El principal objetivo de esta investigación fue caracterizar los cambios asociados con el inicio de la pubertad en los toretes y determinar las posibles diferencias entre ellos, incluyendo las interrelaciones existentes entre factores morfológicos, testiculares y de las glándulas seminales, factores espermatogénicos y factores endócrinos (niveles de testosterona sérica); así como también, determinar la relación de los factores ambientales sobre el comportamiento productivo y reproductivo de los toretes.

Materiales y métodos

Los 16 toretes utilizados en el ensayo pertenecen al rebaño comercial de la finca "La Esperanza" y fueron seleccionados al azar, 8 de

estos correspondieron a mestizos 5/8 Holstein 5/16 Brahman 1/16 mosaico indefinido y los 8 restantes 5/8 Pardo Suizo 5/16 Brahman 1/16 mosaico

indefinido. Estos animales son el producto de un plan de cruzamiento que lleva a cabo dicha unidad de producción a partir del año 1974; los planes consistieron en apareamientos alternos entre razas europeas (Holstein o Pardo Suizo) y razas cebuínas (Brahman), absorbiendo al inicial pie de cría mosaico perijane-ro.

La Hacienda "La Esperanza" se encuentra ubicada en el km 107 de la vía que conduce de Maracaibo - Machiques, del Municipio Autónomo Rosario de Perijá del Estado Zulia. La misma pertenece a una zona de Bosque Seco Tropical, ubicada entre las coordenadas 10°15' Latitud Norte y 72°25' Longitud Oeste y aproximadamente a 100 msnm (13). La precipitación promedio oscila entre 700 y 1290 mm/ anuales presentando un régimen bimodal, con dos picos máximos correspondientes a los meses de octubre y mayo y dos picos mínimos correspondiente a los meses de Enero-Febrero y Julio-Agosto (48); de acuerdo a la distribución mensual de las precipitaciones, se procedió a delimitar las tres épocas de estudio, la primera correspondió a los meses de Diciembre a Marzo (seca), caracterizada por presentar una precipitación acumulada inferior a 100 mm, una segunda que abarcó los meses de Abril - Julio (intermedia) donde la precipitación acumulada osciló entre 100 y 500 mm y la tercera correspondió a los meses de Agosto - Noviembre (húmeda) donde la precipitación acumulada fue superior a los 500 mm.

Los toretes ingresaron al ensayo al cumplir los 8 meses de edad y salieron del mismo al alcanzar la pubertad, el manejo correspondió a un sistema tradicional mejorado y la alimentación fue solamente en base a pastoreo (*Panicum maximum*) y suplementación de sales minerales, a ellos mensualmente se les registró:

Peso: medido en una romana y calibrado en kg.

Altura: medido con un tallmetro especial para este fin y calibrado en centímetros.

Circunferencia torácica: medida con la ayuda de una cinta métrica calibrada en centímetros.

Circunferencia escrotal: medida a través del uso de una cinta escro-testicular y calibrada en centímetros.

- Glándulas seminales: se midieron a través de la palpación rectal, para determinar su longitud y grosor en centímetros.

Características seminales: el semen se obtuvo a través del método de electroeyaculación, y se tomó en cuenta el volumen, motilidad masal, motilidad individual, concentración espermática y morfología espermática (% anormalidades) en el eyaculado siguiendo la metodología estándar para estos casos (7); asimismo, se evaluó el desprendimiento del prepucio; donde se utilizó 3 categorías: Negativo cuando el pene se encontraba completamente adherido al prepucio, Incompleto donde solamente una pequeña porción del glande se encontraba libre y Positivo cuando el pene se desplazaba libre-

mente dentro del prepucio; además se evaluó la aparición del primer espermio móvil en el eyaculado.

Para determinar los niveles de testosterona, se tomaron muestras séricas con tubos vacutainer de 10 ml sin anticoagulante, desde las 6:00 hasta las 9:00 am cada media hora, mensualmente entre los días 25 al 29 de cada mes, las cuales luego de centrifugarlas a 3000 rpm por 20 minutos, eran trasvasadas a viales plásticos, para posteriormente ser llevadas al laboratorio de radioisotopo de la Facultad de Agronomía en donde se conservaron a -20°C , hasta ser analizados. Los niveles de hormona se determinaron a través del método de radioinmunoanálisis (RIA); para ello se utilizaron kits proporcionados por la AIEA-FAO, Coat-A-Count de la Diagnostics Products Corporation (DPC), el cual presenta una sensibilidad de 0.04 ng/ml y una reactividad cruzada menor de 0.05% con la androstenediona e inferior a 0.01% para otros esteroides tales como androsterona y cortisol; los coeficientes de variación inter e intra- ensayo

fueron de 6.22 y 6.25%, respectivamente.

Metodología Estadística: El diseño experimental correspondió a un completamente aleatorizado, utilizando un análisis de varianza-covarianza y analizado por el método de los mínimos cuadrados; considerando como variables discretas independientes el efecto de la raza, la época de incorporación al ensayo y el efecto de la interacción entre la raza y la época; se incluyó además, como variable continua (covariable) el peso de los animales a los 8 meses; y como variables dependientes se estudiaron la edad, peso, circunferencia escrotal, circunferencia torácica, talla, glándulas seminales, características seminales y niveles de testosterona séricos a la pubertad. Los datos recopilados durante el ensayo fueron analizados a través del GLM (general lineal model) del paquete estadístico del SAS, (45).

El modelo aditivo lineal que describe el comportamiento de las variables en estudio, es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + S_j + RS(ij) + b(P_8 - p_8) + E_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} : Variables dependientes: edad, peso, talla, circunferencia torácica, circunferencia escrotal, tamaño de las glándulas seminales, características seminales y niveles de testosterona séricos a la pubertad;

μ : Media general de las observaciones;

R_i : Efecto de la i -ésima Raza ($i=1, 2$);

donde: 1 = 5/8 Holstein 5/16 Brahman 1/16 Mosaico,

2 = 5/8 Pardo Suizo 5/16 Brahman 1/16 Mosaico;

E_j : Efecto de la j -ésima Época de introducción de los animales al ensayo ($j= 1, 2, 3$);

donde: 1 = época seca (Diciembre-Marzo),

2 = época subhúmeda (Abril-Julio),

3 = época húmeda (Agosto-Noviembre);

RE(ij): Efecto de la interacción de la i -ésima Raza dentro de la j -ésima época de introducción al ensayo;

b(P8-p8): Covariable del peso a los 8 meses de edad;

Eijk: error aleatorio, asumido normal e independientemente distribuido con media cero y varianza homogénea.

Cuando se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos se utilizaron pruebas de significancia (Ismeans) para comparar las medias entre los tratamientos;

Así mismo, se realizaron análisis de correlaciones (Pearson) fenotípicas y regresiones para medir la asociación y el grado de esta, entre las distintas variables en estudio.

Resultados y discusión

La edad, peso y circunferencia escrotal (CE) promedio a la pubertad se alcanzó a los 14.0 ± 0.4 meses, 224.0 ± 9.9 kg y 23.3 ± 0.2 cm, tanto para los toretes 5/8 Holstein como los Pardo Suizo (Cuadro 1), no existiendo diferencias significativas entre los dos genotipos. Estos resultados coinciden con los reportados para toretes mestizos venezolanos (30, 31, 32, 33); aunque contrastan con los encontrados en ganado de razas tau-

rinas puras y mestizas en clima templado, que alcanzan pubertad a edades más tempranas y con mayores pesos y CE (12, 17, 26, 27); mientras que, son superiores a los citados para ganado Cebú, Criollo Limonero y mestizo Pardo Suizo (35, 38, 39, 44), ya que los mestizos 5/8 alcanzaron pubertad a edades más jóvenes y con pesos y CE mayores, aunque con pesos inferiores a los animales Brahman (44).

Cuadro 1. Medidas físicas por genotipo a la pubertad ($X \pm EE$)

	5/8H	5/8 PS
Edad (m)	14 ± 0.2	14 ± 0.4
Peso (kg)	224 ± 5.9	224 ± 5.9
CE (cm)	23 ± 0.2	22 ± 0.3
Talla (cm)	115 ± 0.7	113 ± 0.7
CT (cm)	140 ± 0.9	141 ± 0.9
Glándulas seminales		
Longitud (cm)	6 ± 0.5	6 ± 0.3
Diámetro (cm)	2 ± 0.1	2 ± 0.1
Testosterona (ng/ml)	1.6 ± 0.5	1.9 ± 0.5

Los estudios de regresión indicaron que los animales incrementaron desde los ocho meses hasta la pubertad, 15.5 kg de peso y 1 cm de CE por cada mes de vida. La edad, peso y CE alcanzadas a la pubertad variaron entre los 12 y 16 m, 200 - 270 kg y 21.5 - 25.0 cm. Es evidente que la pubertad en los animales tanto de leche como de carne se presenta a menor edad y mayor peso y CE, en comparación a los animales *Bos indicus*; pudiéndose observar que los mestizos entre las dos especies podrían alcanzar la pubertad a una edad, peso y CE intermedias, según parecen indicar los resultados obtenidos.

La época de ingreso de los animales al ensayo (Cuadro 2), no mostró efecto significativo sobre la edad y CE a la pubertad; mientras que, el peso si fue afectado ($P < .01$). Estos resultados indican que los factores ambientales afectan el inicio de la

pubertad en el medio tropical. Apreciándose que los animales que ingresaron en la época intermedia alcanzaron la pubertad más precozmente, seguidos por los animales que ingresaron en la época lluviosa y por último los que ingresaron en la época seca. Esto se explica, debido a que los animales alcanzaron la pubertad seis meses después de su ingreso, correspondiendo con la siguiente época. Estos hallazgos coinciden con otros reportes (23, 34, 39), los cuales indican que en el trópico los animales sometidos a pastoreo, ya sean mestizos o criollos, crecen lentamente debido a factores tanto genéticos como ambientales, por lo cual, la pubertad es tardía al compararse con animales taurinos de clima templado.

La interacción entre la raza y la época de incorporación al ensayo no mostró efecto significativo sobre la edad a la pubertad ni sobre las otras

Cuadro 2. Medidas físicas por época de incorporación a la pubertad ($\bar{X} \pm EE$)

	Seca	Semihúmeda	Húmeda
Edad (m)	13 \pm 0.7	13 \pm 0.6	14 \pm 0.5
Peso (kg)	227 \pm 9.4 ^{ab}	239 \pm 7.5 ^a	206 \pm 6.7 ^b
CE (cm)	22 \pm 0.4	23 \pm 0.7	22 \pm 0.3
Talla (cm)	113 \pm 1.2	116 \pm 0.9	113 \pm 0.8
CT (cm)	140 \pm 1.4 ^{ab}	144 \pm 1.1 ^a	137 \pm 1.0 ^b
Glándulas seminales			
Longitud (cm)	6 \pm 0.5	6 \pm 0.4	6 \pm 0.3
Diámetro (cm)	2 \pm 0.1	2 \pm 0.6	2 \pm 0.1
Testosterona (ng/ml)	2.4 \pm 0.8	2.0 \pm 0.6	0.8 \pm 0.5

Medias con literales diferentes en la misma fila ($P < .01$)

variables estudiadas, por lo que no será tomada en cuenta en sucesivas discusiones.

La talla y la circunferencia torácica (CT) promedio a la pubertad fue de 115.1 ± 0.7 y 113.7 ± 0.7 y 140.6 ± 0.9 y 141.6 ± 0.6 cm para los mestizos 5/8 Holstein y Pardo Suizo, respectivamente; no encontrándose diferencias significativas entre ambos genotipos (Cuadro 1). La talla a la pubertad osciló entre 110 y 120 cm y la CT entre 135 y 148 cm. Estas tallas coinciden con las encontradas en Angus (26), pero resultaron inferiores a las reportadas para ganado Brahman (44) y para toretes Siboney en Cuba (9); mientras que la CT son similares a los reportados por otros (4, 39, 50), aunque menores a los reportados para animales Cebuinos en Venezuela (44, 46).

La época de incorporación al ensayo no afectó la talla, aunque sí significativamente la CT ($P < .01$) a la pubertad (Cuadro 2). Los valores promedios de las tallas para las épocas seca, intermedia y húmeda fueron 113.2 ± 1.2 , 116.3 ± 0.9 y 113.6 ± 0.8 cm y lo de las CT fueron 140.8 ± 1.4 , 144.6 ± 1.1 , y 137.9 ± 1.0 cm, respectivamente, encontrándose diferencias significativas entre los animales que ingresaron en la época intermedia y los de la época húmeda. Estos resultados coinciden con los reportados por otros autores (18, 34). A pesar de que no hubo diferencias estadísticas con respecto a la talla, los animales que ingresaron en la época intermedia presentaron mayores talla que los que ingresaron en cualquiera de las otras dos épocas,

posiblemente debidos a que tuvieron una mayor oferta forrajera lo que se manifestó con una mayor tasa de crecimiento.

La regresión lineal entre la edad y la talla y la CT indicó, que los animales incrementaron 2.5 y 3.3 cm por mes, respectivamente.

El desarrollo de las glándulas seminales no mostró efecto significativo. El tamaño en longitud y diámetro de las mismas fueron 6.76 ± 0.5 , 6.23 ± 0.3 y 2.26 ± 0.1 y 2.12 ± 0.1 cm para los mestizos 5/8 Holstein y Pardo Suizo, respectivamente (Cuadro 1). Aunque estadísticamente no hubo diferencias, los mestizos Holstein presentaron las glándulas seminales más desarrolladas que los Pardo Suizo. Estos hallazgos difieren de los reportes en animales Hereford y Charolais los cuales presentaron glándulas seminales de longitud y diámetro de 12.2×3.2 cm a la pubertad (47); posiblemente estas variaciones se deben a que los toretes especializados en la producción de carne presentan un mayor y más temprano desarrollo corporal y testicular, favoreciendo el incremento de testosterona que influya directamente sobre el desarrollo glandular. La época de incorporación al ensayo no mostró efecto significativo sobre el desarrollo de las glándulas seminales. En el Cuadro 2 se presentan los promedios del tamaño (longitud y diámetro) de las glándulas seminales por época de ingreso.

El primer espermio móvil en el eyaculado se obtuvo a los 12.3 ± 1.3 meses, coincidiendo con la separación completa del pene y el prepucio,

el cual se inició a los 10.2 meses, no observándose diferencias significativas entre genotipos y época de incorporación estudiadas. Estos hallazgos coinciden con los reportados en toretes Brahman venezolanos de 12 y 13 meses (820, 44) y son ligeramente mayores a los encontrados en ganado Holstein y Pardo Suizo (12, 26). La edad del desprendimiento del prepucio coinciden con los citados en animales *Bos indicus* venezolanos (38, 44). En *Bos taurus*, por el contrario se han encontrado desprendimiento del prepucio al mes de edad (1), a los tres meses (8) y a los ocho meses (5), indicándose para esta especie una mayor precocidad en relación al *Bos indicus*.

Las características seminales no fueron afectadas significativamente en ninguno de los mestizos (Cuadro 3). La concentración espermática hallada en este ensayo coincide con lo reportado para animales mestizos de doble propósito (34, 35). Asimismo, se aprecia que los toretes presentaron una motilidad individual progresiva superior a las encon-

tradas en animales mestizos *taurus - indicus* (35); mientras que, el porcentaje de espermios normales y anormales coincidieron con lo reportado para Brahman a la pubertad (44).

La época de incorporación no afectó las características seminales a excepción de la motilidad espermática individual progresiva ($P < 0.01$). En el Cuadro 4, se aprecia que los animales que ingresaron en la época seca e intermedia presentaron una mayor motilidad individual que aquellos que ingresaron en la lluviosa y en consecuencia este hecho se reflejó en una mejor calidad del semen. La influencia de la época sobre las características seminales coinciden con lo reportado por otros autores (10, 16, 18, 29, 34, 36, 37, 40, 46), quienes indican que en países tanto de clima templado como tropicales, la época de mayor temperatura, provoca en los machos tendencia a presentar una motilidad espermática progresiva individual disminuida e incremento en el porcentaje de espermios anormales en especial, un

Cuadro 3. Características seminales por genotipo a la pubertad ($\bar{X} \pm EE$)

	5/8 H	5/8 PS
Volumen (ml)	2 \pm 0.4	2 \pm 0.4
Motilidad masal	0.9 \pm 0.3	0.7 \pm 0.2
Motilidad IND (%)	32 \pm 3.4	27 \pm 3.4
Concentración (10 ⁶)	62 \pm 26	96 \pm 28
Anormales (%)	51 \pm 8.0	67 \pm 8.0
Primer espermio (m)	12 \pm 0.3	12 \pm 0.3
Desprendimiento del prepucio (m)	12 \pm 0.3	12 \pm 0.3

Cuadro 4. Características seminales por época de incorporación a la pubertad ($X \pm EE$)

	Seca	Semihúmeda	Húmeda
Volumen (ml)	3 ± 0.6	2 ± 0.5	2 ± 0.4
Motilidad masal	0.9 ± 0.3	0.8 ± 0.3	0.6 ± 0.2
Motilidad IND (%)	31 ± 5.4^a	43 ± 4.3^a	16 ± 3.8^b
Concentración	58 ± 33	88 ± 22	75 ± 20
Anormales (%)	56 ± 16	54 ± 10	57 ± 9

Medias con literales diferentes en la misma fila ($P < .01$)

elevado número de cabezas anormales, defectos del capuchón cefálico y presencia de gotas citoplasmáticas en posición proximal.

Los niveles promedios de testosterona sérica a la pubertad fueron 1.62 ± 0.5 y 1.97 ± 0.5 ng/ml para los 5/8 Holstein y Pardo Suizo, respectivamente, sin observarse diferencias significativas entre ellos. Estos re-

sultados coinciden con los de 2.2 ng/ml en animales de las razas Friesian (2) y con los de 1.39 ng/ml en animales de la India (3). En el Cuadro 1 y en la Figura 1 se pueden apreciar los niveles séricos de testosterona promedios por día y los niveles por cada media hora de acuerdo al tipo racial. A medida que transcurrieron las horas del día, los niveles séricos de testosterona fueron dismi-

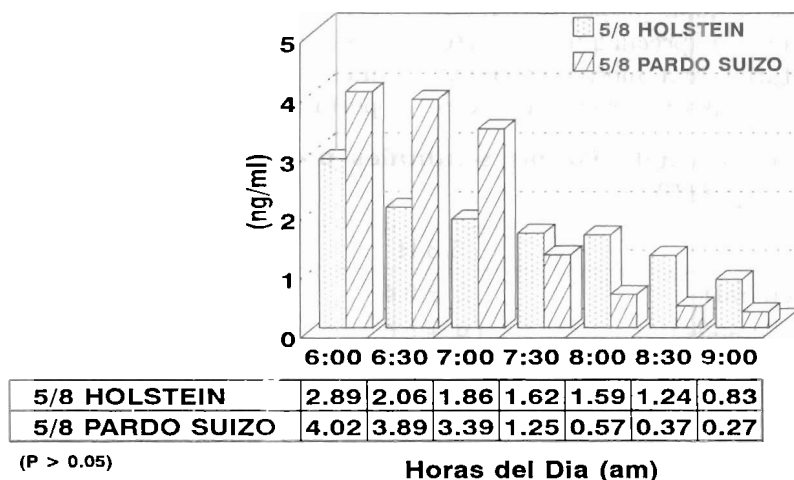


Fig. 1 Secreción de testosterona durante el muestreo en los animales 5/8 a la pubertad.

nuyendo, desde aproximadamente 3 ng/ml a la 6:00 am hasta 0.5 ng/ml a las 9:00 am; esta disminución paulatina concuerda con lo reportado por otros (25, 41, 42, 44), quienes coinciden en afirmar que en el transcurso del día ocurren de tres a cuatro picos de descarga de testosterona y que uno de ellos ocurre entre las 5:00 y 6:00 am, coincidiendo a lo encontrado en esta investigación.

La época de incorporación al ensayo tampoco afectó los niveles séricos de testosterona, encontrándose valores fluctuantes de 2.43 ± 0.8 , 2.07 ± 0.6 y 0.88 ± 0.5 ng/ml (Cuadro 2) para la época seca, intermedia y húmeda, respectivamente. Se puede apreciar que aunque no hubo diferencia estadística, los animales que ingresaron en la época húmeda presentaron menores niveles de testosterona, coincidiendo con lo encontrado para las otras variables en estudio. Además se encontró una gran variabilidad en los niveles de testosterona durante las horas de muestreo; por otro lado, estos niveles declinaban a medida que transcurrían las horas del día sin importar la época del año. Coincidiendo con otros reportes los cuales tampoco encontraron efecto de las estaciones del

año sobre los niveles séricos de testosterona (24, 43); en contraste se han reportado la existencia del efecto época del año sobre los niveles circulantes de testosterona (6, 19, 41, 44). La regresión lineal entre la edad y los niveles séricos de testosterona mostró un incremento de 0.1 ng por mes desde los ocho meses hasta alcanzada la pubertad.

Las correlaciones encontradas (Cuadro 5) entre los indicadores del desarrollo corporal (edad, peso, talla, circunferencia torácica), desarrollo de las glándulas seminales, desarrollo testicular (circunferencia escrotal), características seminales y niveles de testosterona a la pubertad, mostraron una asociación alta, positiva y significativa; asimismo se aprecia que existe una correlación altamente significativa entre la CE y la concentración espermática. Por otro lado, la testosterona con la CE y el desprendimiento del prepucio y el desarrollo de las glándulas seminales, presentó una correlación altamente significativa confirmando así la andrógeno-dependencia de estos eventos; aunque la testosterona presentó asociación no significativa con la concentración espermática.

Conclusiones

Se concluye que los animales 5/8 Holstein y los 5/8 Pardo Suizo no presentaron diferencias significativas desde los ocho meses hasta el momento de la pubertad, en cuanto edad, peso corporal, CE, CT, talla, desarrollo de las glándulas seminales, características seminales, des-

prendimiento del prepucio, aparición del primer espermio móvil y niveles de testosterona.

La época del año, afectó significativa el peso corporal, CT y la motilidad individual espermática al momento de la pubertad.

Cuadro 5. Correlaciones encontradas a la pubertad

	Edad	Peso	C.E.	Talla	C.T.	G.S.	Esp.	Tes.
Edad	--	0.85	0.83	0.91	0.85	0.78	0.50	0.35
Peso	0.85	--	0.85	0.88	0.92	0.80	0.42	0.43
Cir. Esc.	0.83	0.85	--	0.90	0.90	0.78	0.58	0.47
Talla	0.91	0.88	0.90	--	0.92	0.87	0.50	0.35
Cir. Tor	0.85	0.92	0.90	0.92	--	0.80	0.39	0.35
Gla. Sem	0.78	0.80	0.78	0.87	0.80	--	0.50	0.36
Esper.	0.50	0.42	0.58	0.50	0.39	0.50	--	0.19*
Testos	0.35	0.43	0.47	0.35	0.35	0.36	0.19*	--

* No significativa

El descenso de los niveles de testosterona séricos a partir de las 6:00 hasta las 9:00 am hora, cuando se finalizaron los muestreos, nos in-

dican que se debe recomendar no muestrear animales después de las 9:00 am, para evaluar funcionamiento endocrino en toretes.

Agradecimiento

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA, FAO, Viena), por el envío de los kits

de testosterona para la técnica de RIA, y al personal de la Hacienda La Esperanza, por su colaboración en el trabajo de campo.

Literatura citada

1. Abdel-Raouf, M. 1960. The postnatal development of the reproductive organs in bulls with special reference to puberty. *Acta Endocrinológica*. 49:109.
2. Abdel, M. G. and M. Thibier. 1979. Peripheral plasma androstenedione and testosterone concentrations in bulls before and during puberty. *J. Reprod. Fert.* 56:7-10.
3. Agarwal, S. P., N. Singh, V. K. Agarwal and P. K. Dwaraknath. 1983. Serum testosterone level in relation to age and sexual development in crossbred bulls. *Indian J. Dairy Sci.* 36:12.
4. Almquist, J. O. and K. A. Barber. 1974. Puberal characteristics and early growth of Charolais bulls on high nutrient allowance. *J. Anim. Sci.* 38:831.
5. Almquist, J. O. and R. P. Amann. 1976. Reproductive capacity of dairy bulls. XI. Puberal characteristics and postpuberal changes in production of semen and sexual activity of Holstein bulls ejaculated frequently. *J. Dairy Sci.* 5:986.
6. Amann, R. P. and O. A. Walker. 1983. Changes in the pituitary-gonadal axis associated with puberty in Holstein bulls. *J. Anim. Sci.* 57:433.
7. Anonymous. 1983. Manual for breeding soundness examination of bulls. *J. Soc. For Theriogenology*. XII: 1-65.
8. Asdown, R. R. 1960. Development of penis and sheath in the bull calf. *J. Agr. Sci.* 54:348.
9. Barba, F. y J. L. Fuentes. 1979. Desarrollo testicular en toros del cruce 5/8 Holstein x 3/8 Cebú. *Rev. Cub. Reprod. Anim.* 5:55.
10. Chirstensen, H. R., G. W. Seifert and I. M. Parsonson. 1980. Onset of spermatogenesis in *Bos indicus* genotype. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 13:67.
11. Combellas, J., N. Martínez y M. Capriles. 1981. La raza Holstein en áreas tropicales de Venezuela. *Producción Animal Tropical*. 6:237-244.
12. Coulter, G. H. and G. C. Kozub. 1984. Testicular development, epididymal sperm reserves and seminal quality in two-year old Hereford and Angus bulls. Effect of two levels of dietary energy. *J. Anim. Sci.* 59:432.
13. Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos (COPLANARH). 1975. Inventario nacional de tierras. Región del Lago de Maracaibo. Región I. Sub-Regiones 1A, 1B, 1C. Caracas-Venezuela. 295 pp.
14. Cunningham, E. P. 1989. The genetic improvement of cattle in developing countries. *Theriogenology*. 31:17.
15. Elzo, M, C. Manrique, O. Odenya, L. McDowell y D. Wakeman. 1991. Evaluación genética, selección y cruzamiento de animales puros y cruzados utilizando animales criollos, cebuinos y de razas *Bos taurus* de regiones templadas. II Jornadas Nacionales de Investigación en Reproducción Animal. Maracaibo, Venezuela 23 pp.

16. Fields, M. J., W. C. Burns and A. C. Warnick. 1979. Age, season and breed effects on testicular volume and semen traits in young beef bulls. *J. Anim. Sci.* 48:1299.
17. Floyd, J. G., R. S. Ott, D. F. Parret, C. L. Willms and D. N. R. Veeramachaneni. 1988. Scrotal circumference, morphologic characteristics of sperm and microscopic lesions in the testes of Angus bulls following a postweaning wiegth gain test. XI International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination. Dublin. Irlanda.
18. Galina, C. S. and G. H. Arthur. 1991. Review of cattle reproduction in the tropics. **Part. 6 The male.** *Anim. Breed.* Abst. 59:403.
19. Godfrey, R. W., D. D. Lunstra, T. G. Jenkins, J. G. Berardinelli, M. J. Guthrie, D. A. Neuendorff, C. R. Long and R. D. Randell. 1990. Effect of season and location on semen quality and serum concentrations of luteinizing hormone and testosterone in Brahman and Hereford bulls. *J. Anim. Sci.* 68:734.
20. Hernández-Prado, A., J. F. Troconiz, O. Silva and L. A. Vasquez. 1979. Pubertad y madurez sexual en toros Brahman. Memoria, Asociación Latinoamericana de Producción Animal. 14:118.
21. Hodges, J. 1986. Strategies for dairy cattle improvement in developing countries. *Anim. Breed. Abst.* 54:794.
22. Holman, F., R. W. Blake, M. Hahn, R. Barker, R. Milligan, P. Oltenacu and T. Stanton. 1990. Comparative profitability of purebred and crossbred Holstein herds. *J. Anim. Sci.* 73:2190.
23. Igboeli, G. and A. M. Rakha. 1971. Puberty and related phenomena in Angoni (Sghorthorn Zebu) bulls. *J. Anim. Sci.* 33:647.
24. Karg, H., T. Gimenez, M. Harlt, B. Hoffman, E. Schallenberger and S. Schams. 1976. Testosterone, LH, FSH, in peripheral plasma of bulls: levels from birth through puberty and schort term variations. *Zentralb. Vet. Med. Anim.* 25:773.
25. Kozdera, A., Z. Veznik, L. Rysava, M. Sisak and J. Zajic. 1992. The evaluation of the endocrine function of testes in bulls. In, *Advances and perspectives in reproductive endocrinology y domestic animals.* August, 30 Sept. Ocsztyn-Kortowo (Poland). Abstract Book.
26. Lunstra, D. D., J. J. Ford and S. E. Echternkamp. 1978. Puberty in beff bulls: Hormone concentrations, growth, testicular development, sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds. *J. Anim. Sci.* 46:1054.
27. Lunstra, D. D. and S. E. Echternkamp. 1982. Puberty in beef bulls: Acrosome morphology and semen quality in bulls of different breeds. *J. Anim. Sci.* 55:638.
28. McDowell, R. E. 1985. Crossbreeding in tropical areas with emphasis on milk, health, and fitness. *J. Dairy Sci.* 68:2418.
29. Madrid, N., R. S. Ott, R. Veeramachaneni, D. F. Parret, W. Vanderwert and C. L. Willms. 1988. Scrotal circumference, seminal characteristics, and testicular lesions of yearling Angus bulls. *Am. J. Vet. Res.* 49:579.
30. Madrid, N., E. Noguera, I. Rincón, W. Aguirre, R. Carrillo y R. Rincón. 1990a. Circunferencia escrotal, pubertad, desarrollo corporal y características seminales de toretes mestizos 1/2 Criollo Limonero x 1/4 Pardo Suizo x 1/4 mestizo indefinido. VI Congreso Venezolano de Zootecnia. GR-04.
31. Madrid, N., E. Noguera, I. Rincón, S. Zambrano, N. García, N. Carrillo y R. Rincón. 1990b. Circunferencia escrotal, pubertad, desarrollo corporal y características seminales de toretes mestizos 1/2 Pardo Suizo x 1/2 mestizo indefinido. VI Congreso Venezolano de Zootecnia. GR-05.
32. Madrid, N., E. Noguera, I. Rincón, S. Zambrano, N. García, R. Carrillo y R. Rincón. 1990c. Circunferencia escrotal, pubertad, desarrollo corporal y características seminales de toretes mestizos 1/2 Brahman x 1/4 Pardo Suizo x 1/4 Criollo Limonero. VI Congreso Venezolano de Zootecnia. GR-03.
33. Madrid-Bury, N., C. González-Stagnaro, M. Ventura, R. González, J. Ríos, J. Aranguren y A. Quintero 1992. Desarrollo testicular y corporal en toretes

- mestizos. VII Congreso Venezolano de Zootecnia. MG-15.
34. Madrid N. 1992. Desarrollo testicular y pubertad en toretes mestizos. In, Ganadería Mestiza de doble propósito. Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela. C. González Stagnaro Ed, Cap. XI, 235-245.
 35. Madrid, N., E. Noguera, I. Rincón, S. Zambrano, N. García, R. Carrillo y R. Rincón. 1993. Scrotal circumference, body weight puberty and seminal characteristics in 1/2 Brahman x 1/4 Brown Swiss x 1/4 native crossbred young bulls. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 9:81.
 36. Menendez, B. A., J. R. Morales, A. P. Perez y D. Guerra. 1983. Seasonal variation in semen production of Holstein, Zebu and Criollo bulls under artificial insemination conditions in Cuba. *Reproductions des ruminants en zone tropicales, Pointe-a-Pitre (FW-I.)*, 8-10 Jun. Ed, INRA Publ. Les Colloques de l'INRA, No. 20.
 37. Montes, I. y A. Martínez. 1989. Análisis del comportamiento de la calidad espermática en sementales Holstein estabulados con ventilación artificial y natural. *Rev. Cub. Reprod. Anim.* 15:25.
 38. Ocanto, D., T. Linares, A. Patiño, C. Ramos y S. Escobar. 1992. Indices de pubertad en bovinos machos Criollo Río Limón y Brahman. *Zootecnia Tropical*. IX:25.
 39. Oyedipe, e. O., J. Kumi-Diaka and D. I. K. Osory. 1981. Determination of onset of puberty in Zebu bulls under tropical conditions of Northern Nigeria. *Theriogenology*. 16:419.
 40. Raja, C. K. S. V. and A. R. Rao. 1983. Semen characteristics of Brown Swiss crossbred bulls. *Indian Vet. J.* 60:23.
 41. Sanwal, P. C., A. Sundby and L. Edquist. 1974. Diurnal variation of peripheral plasma levels of testosterone in bulls measured by a rapid radimmunoassay procedure. *Acta Vet. Scand.* 15:90.
 42. Schams, D., E. Schallenberg, S. Gombe and H. Karg. 1981. Endocrine patterns associated with puberty in male and female cattle. *Anim. Bred. Abst.* 51:29.
 43. Secchiari, P., F. Martorana, s. Pelligrini and M. Luisi. 1976. Variation of plasma testosterone in developing Friesian bulls. *J. Anim. Sci.* 42:405.
 44. Soto, C. 1991. Pubertad en toros Brahman. M. S. Tesis. Universidad del Zulia (LUZ). Facultad de Agronomía y de Ciencias Veterinarias. Maracaibo, Venezuela. 115 pp.
 45. Statistical Analysis System, 1987. SAS Institute Inc. University North of California.
 46. Troconiz, J. F., J. Beltran, H. Bastidas, H. Larreal and P. Bastidas. 1991. Testicular development body weight changes, puberty and semen traits of growing Guzerat and Nellore bulls. *Theriogenology*. 36:815.
 47. Weisgold, A. D. and J. O. Almquist. 1979. Reproductive capacity of beef bulls. VI. Daily spermatozoal production, spermatozoal reserves and dimensions and weight of reproductive organs. *J. Anim. Sci.* 48:351.
 48. Wilheums, P., N. Noguera y G. Materano. 1978. Estudio detallado de suelos de la Hacienda "La Esperanza". Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. Departamento de Edafología. 30 pp.
 49. Wilkins, J. V., G. Pereyra, A. Ali y S. Ayola. 1979. La producción de leche en los llanos tropicales de Bolivia. *Rev. Mundial de Zootecnia*. 32:25-32.
 50. Wolf, F. R., J. O. Almquist and E. B. Hale. 1965. Prepuberal behavior and puberal characteristics of beef bulls on high nutrient allowance. *J. Anim. Sci.* 24:761.