

PUBERTAD EN TORETES 5/8 BRAHMAN SUPLEMENTADOS CON YACIJA

Puberty in 5/8 Brahman Young Bulls Supplemented With Broiler Litter

María A. Rodríguez-Urbina¹, Javier Goicochea-Llaque¹, Ninoska Madrid-Bury¹, Carlos González-Stagnaro¹, Max Ventura-Salgado¹ y Rafael Roman-Bravo²

¹ Postgrado en Producción Animal. Facultad de Agronomía. LUZ. Apto. 15205. Maracaibo. Venezuela.
E-mail: mariale00ve@yahoo.com. ² Facultad de Ciencias Veterinarias. LUZ. Apto. 15252. Maracaibo. Venezuela.

RESUMEN

Con la finalidad de conocer el efecto de la suplementación con yacija y de la época de incorporación sobre el peso corporal (PP), la ganancia diaria de peso (GDP), la edad (EP), la circunferencia escrotal (CEP), las características seminales y los niveles de testosterona séricos (TP) a la pubertad en toretes 5/8 Brahman, se realizó un estudio en la hacienda La Esperanza de La Universidad del Zulia, ubicada en una zona de bosque seco tropical con temperatura y precipitación promedio de 28°C y 950 mm/año respectivamente. Se utilizaron 16 toretes, los cuales fueron asignados aleatoriamente al tratamiento 1 (CS): pastoreo más suplemento (mezcla de 1 kg/animal/día de yacija y 0,5 kg/animal/día de melaza) o al tratamiento 2 (SS): pastoreo sin suplemento. Se consideraron 2 épocas de incorporación: Época seca (ES): de diciembre a abril y Época húmeda (EH): de mayo a noviembre. Los datos fueron analizados utilizando el paquete estadístico SAS. La suplementación mejoró las características reproductivas a la pubertad, presentando los toretes suplementados mayor PP (267,9 vs 229,2 kg; P<0,01), mayor CEP (24,4 vs 22,6 cm; P<0,01) y una ligera menor EP (18,7 vs 19,4 meses; P>0,01). La época afectó solamente la TP consiguiéndose mayores niveles durante la EH (3,3 vs 2,2 ng/mL; P<0,05). Los toretes CS en la ES presentaron mayor PP (282,1 vs 227,1 kg; P<0,01) y mayor GDP y CEP en la EH (778,8 vs 586,0 g/d y 25,0 vs. 22,1 cm; P<0,01).

Palabras clave: Pubertad, toretes mestizos, 5/8 Brahman, yacija, suplementación, época.

ABSTRACT

In order to determine the effect of broiler litter as a feed supplement and the season of supplementation on body weight

(BWP), daily weight gain (DGW), age (AP), scrotal circumference (SCP), seminal characteristics as well as serum testosterone levels (STP) at puberty in young 5/8 Brahman bulls, a trial was carried out at the University of Zulia farm (La Esperanza), located in a dry tropical forest region, with an average temperature of 28°C and 950 mm of annual rainfall. A total of 16 young bulls, were randomly assigned to either treatment 1 (WS): grazing and broiler litter (1 kg/animal/day) plus molasses (0.5 kg/animal/day), or treatment 2 (NS): grazing only. Two seasons were considered: a Dry season (DS) from December to April and a Wet season (WS): from May to November. Data were analyzed by using the Statistical Analysis System Package. Supplementation improved the reproductive performance at puberty: higher live weight (267.9 vs 229.2 kg; P<0.01), larger scrotal circumference (24.4 vs 22.6 cm; P<0.01) and slightly lower puberty age (18.7 vs 19.4 months; P>0.01). Season only affected the serum testosterone levels, showing higher testosterone values supplemented bulls in rainy season (3.3 vs 2.2 ng/mL; P<0.05). The young bulls supplemented in the dry season showed higher BWP (282.1 vs 227.1 kg; P < 0.01) and higher DWG and SCP than in the wet season (778.8 vs 586.0 g and 25.0 vs. 22.1 cm; P<0.01).

Key words: Puberty, young crossbred bulls, 5/8 Brahman, broiler litter, supplementation, season.

INTRODUCCIÓN

En Venezuela predomina la ganadería mestiza de doble propósito, donde los bovinos *Bos taurus* x *Bos indicus* expresan un gran potencial genético de adaptación y comportamiento productivo y reproductivo bajo las condiciones tropicales, en comparación a otros genotipos. Estos bovinos presentan un amplio rango en su composición genética, siendo frecuente un alto y medio mestizaje *Bos indicus* que varía principalmente

desde 1/2 a 3/4. Los animales 5/8 Brahman evidencian un comportamiento superior en ambientes adversos y en fincas con manejo tradicional, en comparación con animales 5/8 y 3/4 Holstein y Pardo Suizo, por presentar mayor ganancia de peso, elevada resistencia a ectoparásitos y baja mortalidad en becerros [12, 35].

Los sistemas de producción de ganadería doble propósito generalmente utilizan la monta natural, siendo el toro un elemento clave en el éxito de los procesos productivos y reproductivos del rebaño. Sin embargo, los toretes muestran un crecimiento deficiente, al ser mantenidos en potreros con pastos introducidos o naturales, sin riego ni fertilización, los cuales presentan baja calidad y poca oferta forrajera durante los meses de menor precipitación [25, 33]. Estas condiciones influyen negativamente en la ganancia de peso, inicio de la pubertad y desarrollo de la madurez sexual de los toros. El resultado son animales con pobre peso corporal y baja fertilidad debido al efecto detrimental que ejercen las deficiencias nutricionales sobre el crecimiento corporal y la función testicular endocrina y exocrina [5, 8]. El uso de subproductos de la agroindustria como la yacija o excretas de aves, constituye una alternativa para la suplementación de animales en pastoreo, debido a su bajo costo, su producción a gran escala y su alto valor nutritivo, principalmente como fuente de nitrógeno y proteínas, las cuales son indispensables y de especial requerimiento en la etapa de crecimiento prepuberal [24].

Durante la última década el uso de toros mestizos ha ido desplazando al de los toros puros, por factores de adaptación, producción de leche y por presentar menores problemas de fertilidad, aumentando la demanda de toros 5/8 y 3/4 Brahman [11]. Sin embargo son escasos los estudios acerca del comportamiento reproductivo de toretes 5/8 Brahman, lo cual amerita una mayor investigación. Conocer el momento en que ocurre la pubertad y los factores que la afectan permitiría incorporar al servicio animales con menor edad y mayor fertilidad, alargando su vida productiva y mejorando la productividad de las explotaciones.

El objetivo principal de esta investigación fue conocer los cambios fisiológicos asociados con el inicio de la pubertad en toretes mestizos 5/8 Brahman suplementados con yacija, así como la influencia de la época de incorporación y la interacción entre la suplementación y la época sobre características fisiológicas asociadas al inicio de la pubertad como el peso corporal, edad, circunferencia escrotal morfología espermática y niveles séricos de testosterona.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la hacienda La Esperanza, propiedad de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia. Ubicada en una zona de bosque seco tropical con precipitación media anual de 700 a 1200 mm, temperatura

promedio de 28°C y evaporación mensual que oscila entre 151 y 263 mm [29].

Se utilizaron 16 toretes 5/8 Brahman los cuales ingresaron al ensayo con un peso y edad promedio de 203,8 ± 4,8 kg y 15,0±1,2 meses respectivamente, los mismos fueron asignados al azar a uno de dos tratamientos: con suplemento (CS) y sin suplemento (SS), con 8 toretes por cada tratamiento. Los toretes se mantuvieron a pastoreo en potreros de pasto Guinea (*Panicum maximum*), pasto Aguja (*Brachiaria humidicola*), pasto Pangola (*Digitaria decumbens*) y pasto Angleton (*Andropogón nodosus*), disponiendo de sal y minerales *ad libitum*. Al momento de la incorporación a cada tratamiento se les inyectó 10 cc de un polivitamínico (Olivitasan^R) y se continuó con los planes sanitarios de rutina de la hacienda y de control de endo y ectoparásitos.

Se tomaron muestras del suplemento, compuesto por la mezcla yacija-melaza, una vez al mes y de los pastos al momento del ingreso de los toretes al potrero con una frecuencia aproximada de 28 días de acuerdo a la rotación de los potreros, las cuales fueron analizadas en el laboratorio de Nutrición de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia. Las muestras de suplemento se analizaron utilizando el método de Weende y las de pasto con el método de Weende y Van Soest. determinándose contenido de proteína cruda (PC), fibra cruda (FC), extracto etéreo (EE), cenizas (CEN), fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND) y lignina (LIG) respectivamente [2,10].

Las variables independientes en estudio fueron la suplementación y la época de incorporación. La suplementación se realizó con una mezcla de yacija, melaza y azufre de la siguiente forma: en los meses de mayor precipitación (mayo - noviembre), se les suministró una mezcla de 1 kg de yacija, 1/2 kg de melaza y 5 g de azufre diariamente por animal; durante los meses de menor precipitación (diciembre - abril), se les proporcionó una mezcla de 2 kg de yacija, 1 kg de melaza y 10 g de azufre diariamente por animal.

De acuerdo a los registros de precipitación, temperatura, humedad relativa y evaporación anual suministrados por la oficina de Meteorología del Ministerio del Ambiente, se delimitaron dos épocas de estudio para determinar su efecto sobre las variables en investigación, donde la época seca (ES): correspondió a los meses cuya precipitación fue inferior a 100 mm (diciembre - abril) y la época húmeda (EH): correspondió a los meses cuya precipitación fue mayor a 100 mm (mayo - noviembre). Los toretes fueron incorporados al azar, 8 en la época húmeda y 8 en la época seca.

Como variables dependientes se estudiaron: Edad a la Pubertad (EP): la cual fue definida como la edad en la cual el torete produjo un eyaculado igual o mayor a 50×10^6 de espermatozoides/ml y con un mínimo de 10% de motilidad individual [31]; Peso Corporal (PP) y Ganancia Diaria Promedio de Peso a la pubertad (GDP): se midió cada treinta días a partir del momento en que los toretes ingresaron al ensayo; Circunferencia

Escrotal (CEP): se midió en el diámetro más ancho de los testículos antes de la extracción del semen, utilizando una cinta metálica escrotal (Lane Manufacturing Inc.), calibrada en centímetros [36].

Características Seminales: para la extracción del semen se utilizó el método de electro-eyaculación. La colección de semen se realizó cada treinta días, a partir del desprendimiento del prepucio o con desprendimiento incompleto, se valoraron las siguientes características: Volumen (VOL): se midió en el tubo colector de semen calibrado en mililitros (ml), con capacidad de 15 ml.; Motilidad Masal (MM): se evaluó colocando una gota de semen sin diluir en una lámina portaobjeto y se observó en varios campos la sumatoria de los movimientos progresivos e individuales de los espermios en forma de oleaje a través de un microscopio de luz con un aumento de 10x. Utilizando una escala de 1 a 4, donde 1 correspondió a la ausencia de movimiento y el 4 al máximo movimiento; Motilidad individual (MI): medida en un microscopio de luz con aumento de 40x, se observó el movimiento individual progresivo de los espermios, para lo cual se colocó una gota de semen en una lámina portaobjeto y se cubrió con un cubreobjeto. El porcentaje de espermatozoides móviles se evaluó utilizando una escala de 0 a 100%, donde 0 fue sin movimiento y 100% el máximo movimiento; Concentración Espermiática (CONC): se midió utilizando un fotómetro digital "Spermacue" (Minitub, Alemania); Morfología Espermiática: se prepararon frotis coloreados con tinta para estudio de morfología completa de la Sociedad Norteamericana de Teriogenología. Estos frotis fueron observados con aumento de 40x y 100x, contándose 200 espermatozoides por frotis; los espermatozoides se clasificaron en normales y anormales, determinándose el porcentaje de anomalías más frecuentes tales como gota citoplasmática proximal, anomalías de cabeza y de cola [3].

Niveles de Testosterona Séricos (TP): una vez al mes se tomaron muestras sanguíneas seriadas (cada media hora), desde las 6:00 hasta las 9:00 a.m., período en el cual ocurre uno de los picos de testosterona, obteniéndose 7 muestras por animal por día de muestreo. Las muestras se colectaron por punción de la yugular utilizando tubos Vacutainer de 10 ml sin anticoagulante; luego se centrifugaron a 3.000 rpm para obtener el suero sanguíneo. El suero fue trasvasado a viales plásticos de 2 ml y se conservó bajo refrigeración durante su traslado al laboratorio de Radioinmunoanálisis de La Facultad de Agronomía, donde se conservó por congelación a -20°C hasta su análisis posterior. Para su determinación se utilizaron Kits de testosterona en fase sólida COAT-A-COUNT^R, de la Diagnostics Products Corporation, validados para la determinación de la concentración de testosterona en suero y sangre en bovinos [27].

Para las variables edad y características seminales se utilizó el siguiente modelo aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + E_j + SE_{ij} + \beta_1 (X_{ijk} - x) + e_{ijk}$$

Donde:

- Y_{ijk} : valores observados de la edad y características seminales de la k-esima unidad experimental en la j-esima época y el i-esimo tipo de suplementación.
- μ : media general común a todas las observaciones.
- S_i : efecto del i-esimo nivel de suplementación sobre la edad y las características seminales a la pubertad (i=1, 2)
- E_j : efecto de la j-esima época de incorporación al experimento (j= 1, 2).
- SE_{ij} : efecto de la interacción del i-esimo nivel de suplementación con la j-esima época de incorporación al ensayo.
- β_1 : coeficiente parcial de regresión lineal de la tasa de crecimiento previo al ensayo o la edad inicial sobre las variables dependientes.
- (X - x): tasa de crecimiento o edad inicial expresada como una desviación del promedio.
- e_{ijk} : efecto de los factores no controlados sobre las mediciones realizadas en las unidades experimentales.

Para las variables peso, ganancia diaria de peso, circunferencia escrotal y niveles de testosterona a la pubertad se utilizó un diseño de parcelas divididas en el tiempo, tomando las observaciones efectuadas sobre el mismo animal en tres periodos.

El modelo aditivo lineal correspondiente fue:

$$Y_{ijkl} = \mu + S_i + E_j + SE_{ij} + A(SE)_{k(ij)} + P_l + SP_{il} + e_{ijkl}$$

Donde:

- Y_{ijkl} : Valores observados del peso corporal, ganancia diaria de peso, circunferencia escrotal, niveles de testosterona séricos en el l-esimo periodo, para la k-esima unidad experimental, en la j-esima época y sujetos al i-esimo nivel de suplementación.
- μ : S_i, E_j, SE_{ij} : se definen como en el modelo anterior.
- $A(SE)_{k(ij)}$: efecto del k-esimo animal anidado dentro de la ij-esima combinación de suplementación y época (k= 1, ... 8).
- P_l : efecto del l-esimo periodo (l= 1, ... , 3).
- SP_{il} : efecto de la interacción entre el i-esimo nivel de suplementación y el l-esimo periodo
- e_{ijkl} : efecto de los factores no controlados sobre las mediciones realizadas en las unidades experimentales.

En los modelos anteriores e_{ijkl} y $A(SE)_{k(ij)}$ se consideraron aleatorios normal e independientemente distribuidos con medias cero y varianzas σ_A^2 y σ_e^2 respectivamente. Los otros términos de ambos modelos fueron considerados fijos.

Los datos se analizaron con el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS), utilizando el procedimiento GLM (modelo lineal general) para el análisis de la edad y las caracte-

terísticas seminales y el procedimiento MIXED para el análisis de las características repetidas en el tiempo [30].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las diferencias observadas en los pesos a la pubertad pueden ser indicativas del efecto que ejerce el manejo alimenticio en los animales mantenidos a pastoreo sobre el desarrollo corporal, la tasa de crecimiento e inicio de la pubertad.

El peso corporal y la ganancia diaria de peso a la pubertad se vieron mejorados por la suplementación ($P < 0,01$), presentando los toretes suplementados valores promedios de $267,9 \pm 13,5$ kg y $738,8 \pm 42,5$ g, los cuales fueron superiores a los $229,2 \pm 13,1$ kg y $587,5 \pm 49,0$ g de los toretes no suplementados (TABLA I). Evidenciándose en los toretes suplementados una ganancia de 20% (151,2 g) por encima de los no suplementados. Estos valores de peso corporal a la pubertad coinciden con los reportados para toretes mestizos con diverso mestizaje *Bos indicus* [1, 16, 20, 25].

Las relativamente elevadas edades a la pubertad, pueden ser atribuidas al alto componente Brahman, debido a que los toretes *Bos indicus* poseen un desarrollo corporal y reproductivo lento por lo que llegan a la pubertad a mayores edades que los toretes de las razas *Bos taurus* y los mestizos con alto a medio componente *Bos taurus* [23, 34]. Estos valores coinciden con las edades reportadas en toretes de razas *Bos indicus* mantenidos a pastoreo y suplementados con una ración con 20% PC en época seca con medias de 18,5 y 18,2 meses para Nellore y Guzerat respectivamente [34]. Igualmente son similares a las reportadas para toretes Brahman mantenidos a pastoreo sin suplementación que presentaron un rango de 17,0 a 21,6 meses [4, 23], no obstante, difieren de los valores reportados para los toretes mestizos *Bos taurus* x *Bos indicus* [1, 17].

Los valores de circunferencia escrotal y testosterona séricos obtenidos a la pubertad son inferiores a los reportados para toretes Brahman [4, 23], sin embargo coinciden con los señalados para toretes mestizos con bajo y medio mestizaje Brahman, mantenidos bajo diferentes sistemas de manejo alimenticio, los cuales alcanzaron la pubertad con circunferencias escrotales que variaron en el rango de $19,1 \pm 3,2$ a $27,8 \pm 0,7$ cm [18, 25, 33].

En la TABLA II se observa que la época de incorporación sólo afectó los niveles de testosterona séricos ($P < 0,05$), evidenciándose que los toretes que ingresaron en la época húmeda presentaron mayores niveles de testosterona a la pubertad en comparación con los de la época seca.

Esta variación de los niveles séricos de testosterona de acuerdo a la época se podría explicar por el efecto que ejercen las altas temperaturas a nivel del eje hipotálamo-hipofisis-gonadas. Las altas temperaturas provocan un estrés de larga duración en los animales, lo que aumenta la secreción de la hor-

TABLA I
EDAD (EP), PESO CORPORAL (PP), GANANCIA DIARIA DE PESO (GDP), CIRCUNFERENCIA ESCROTAL (CEP) Y NIVELES DE TESTOSTERONA SÉRICOS (TP) A LA PUBERTAD EN TORETES 5/8 BRAHMAN SUPLEMENTADOS O NO CON YACIJA. (MEDIAS \pm ERROR ESTÁNDAR)

Variables	Con Suplemento	Sin Suplemento
EP (meses)	$18,7 \pm 1,3$	$19,4 \pm 1,3$
PP (kg)	$267,9^a \pm 13,5$	$229,2^b \pm 13,1$
GDP (g/día)	$738,8^a \pm 42,5$	$587,5^b \pm 49,0$
CEP (cm)	$24,4^a \pm 0,6$	$22,6^b \pm 0,5$
TP (ng/mL)	$2,9 \pm 0,4$	$2,5 \pm 0,3$

^{a,b}: letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas ($P < 0,01$).

TABLA II
EFFECTO DE LA ÉPOCA DE INCORPORACIÓN SOBRE LA EDAD (EP), PESO CORPORAL (PP), GANANCIA DIARIA DE PESO (GDP), CIRCUNFERENCIA ESCROTAL (CEP) Y LOS NIVELES SÉRICOS DE TESTOSTERONA (TP) A LA PUBERTAD EN TORETES 5/8 BRAHMAN (MEDIAS \pm ERROR ESTÁNDAR)

Variables	Época	
	Seca	Húmeda
EP (ms)	$18,5 \pm 1,2$	$19,8 \pm 1,4$
PP (kg)	$254,6 \pm 14,9$	$242,4 \pm 11,8$
GDP (g)	$643,9 \pm 44,2$	$682,4 \pm 32,8$
CEP (cm)	$23,5 \pm 0,6$	$23,6 \pm 0,5$
TP (ng/mL)	$2,2^a \pm 0,4$	$3,3^b \pm 0,3$

^{a,b}: letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

mona adrenocorticotropa hipofisiaria (ACTH) y la producción de cortisol por las glándulas adrenales; el cual bloquea o disminuye la secreción de FSH y LH ocasionando una supresión momentánea de la síntesis de testosterona testicular [7, 31]. Estos resultados coinciden con lo reportado por otros autores que destacaron el efecto de la época sobre los niveles circulantes de testosterona con una disminución de los mismos durante la época seca [9, 26]; sin embargo contrastan con otros resultados que no han encontrado efecto de la época del año sobre los niveles séricos de testosterona [1, 13].

La interacción época por suplementación fue significativa ($P < 0,05$) para PP, GDP y CEP, lo que indica que el efecto de la época de incorporación sobre estas variables se ve influenciado por el nivel de la suplementación o manejo alimenticio de los toretes. El mayor peso de pubertad lo lograron los toretes que ingresaron durante la época seca y fueron suplementados (TABLA III), lo cual podría ser atribuido a que los toretes alcanzaron la pubertad en la época siguiente a la época de incorporación.

Por otra parte los toretes suplementados durante la época húmeda presentaron un comportamiento superior con respecto a los no suplementados en la misma época, mostrando los toretes suplementados una ganancia de 24,7% (192,84 g/día) por encima a la ganancia de los toretes no suplementados. Esto podría ser posible explicarlo por el hecho de que durante la época húmeda la disponibilidad de nutrientes de los forrajes fue mayor que durante la época seca. La composición del forraje ofrecido en la época húmeda mostró en promedio 9,2% de PC y 43,4% de FAD en comparación a 6,3% de PC y 45,8% de FAD de la época seca (TABLA IV). Todo esto sumado al aporte de nutrientes de la mezcla yacija melaza (23,1% PC), parece haber cubierto en mayor proporción las altas necesidades de nutrientes requeridos para el crecimiento, sin presentarse una subutilización de los componentes nutricionales del suplemento, durante la época húmeda. Estos resultados corroboran lo expuesto por otros autores que recomiendan que debe evitarse un déficit de proteína en la dieta para que no se produzca una subutilización de los nutrientes y se alcance la deposición de proteína adecuada en los tejidos, que permita un crecimiento acelerado y altos pesos a la pubertad [22, 28].

Las ganancias de peso obtenidas en este trabajo en los toretes suplementados, tanto en la época seca como en la húmeda, son superiores a las reportadas para toretes mestizos

en crecimiento suplementados con una mezcla de 1 kg de yacija y 2 kg de melaza, que alcanzaron ganancias diarias de peso de 500 g en la época seca y 630 g en la época lluviosa [14]. Por otra parte contrastan con las reportadas para toretes mestizos y toretes Cebú, utilizando niveles del 15 al 25% de yacija en el suplemento con ganancias diarias de peso que varían de 987 a 1280 g [6, 21].

Los toretes suplementados en la época húmeda presentaron una circunferencia escrotal superior en 11,4% (2,85 cm) con respecto a la circunferencia escrotal de los toretes no suplementados en la misma época. Esta diferencia es posible atribuirla a las mayores ganancias de peso conseguidas en los toretes suplementados durante la época húmeda, como indicativo de la relación que existe entre la ganancia de peso y el desarrollo testicular en animales en crecimiento.

En cuanto a las características seminales a la pubertad se evidenció un efecto significativo de la suplementación, la época de incorporación y de su interacción ($P < 0,01$) sobre la tasa de espermios anormales, coincidiendo además con una mayor concentración espermática y volumen del eyaculado (TABLA V).

Las diferencias encontradas en el porcentaje de anomalías entre los toretes suplementados y los no suplementados pudiera ser atribuida a que los toretes suplementados presen-

TABLA III
EFFECTO DE LA INTERACCIÓN SUPLEMENTACIÓN-ÉPOCA DE INCORPORACIÓN SOBRE LA EDAD (EP), PESO CORPORAL (PP), GANANCIA DIARIA DE PESO (GDP), CIRCUNFERENCIA ESCROTAL (CEP) Y NIVELES SÉRICOS DE TESTOSTERONA (TP) A LA PUBERTAD EN TORETES 5/8 BRAHMAN (MEDIAS ± ERROR ESTÁNDAR)

Variables	Con suplemento		Sin suplemento	
	Época seca	Época húmeda	Época seca	Época húmeda
EP (ms)	19,0 ± 1,8	18,0 ± 1,6	18,5 ± 1,9	21,1 ± 2,1
PP (kg)	282,1 ^a ± 21,0	253,6 ^{ab} ± 14,1	227,1 ^b ± 17,3	231,2 ^{ab} ± 17,5
GDP (g)	698,7 ^{ab} ± 70,0	778,8 ^a ± 40,3	589,0 ^{ab} ± 54,1	586,0 ^b ± 51,6
CEP (cm)	23,5 ^{ab} ± 1,0	25,0 ^a ± 0,6	23,4 ^{ab} ± 0,8	22,2 ^b ± 0,8
TP (ng/mL)	2,5 ± 0,7	3,3 ± 0,3	1,7 ± 0,4	3,3 ± 0,5

^{a,b}: Para cada nivel de suplementación, letras distintas para cada época en la misma fila indican diferencias significativas. ($P < 0,05$). Probabilidad del EE < 0,0001.

TABLA IV
COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA PROMEDIO DEL PASTO Y DEL SUPLEMENTO OFRECIDO DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL

Alimento	Porcentajes (%)							
	MS	CEN	PCV	EE	FC	FAD	FND	LIG
Pasto (época seca)	36,3	7,2	6,3	1,0	–	45,8	82,7	11,4
Pasto (época húmeda)	25,4	9,2	9,2	1,5	–	43,4	78,1	9,4
Pasto (promedio)	30,8	8,3	7,9	1,3	–	44,3	80,1	10,3
Suplemento yacija-melaza	42,6	16,5	23,1	4,9	14,4	–	–	–

MS: Materia Seca. PC: Proteína Cruda. FC: Fibra Cruda. EE: Extracto Etéreo. CEN: Cenizas. FAD: Fibra Ácido Detergente. FND: Fibra Neutro Detergente. LIG: Lignina.

TABLA V
EFFECTO DE LA INTERACCIÓN SUPLEMENTACIÓN-ÉPOCA DE INCORPORACIÓN SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS SEMINALES A LA PUBERTAD EN TORETES 5/8 BRAHMAN (MEDIAS ± ERROR ESTÁNDAR).

Variables	Con Suplemento		Sin Suplemento	
	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda
Volumen (ml)	3,7 ± 0,7	2,9 ± 0,7	3,2 ± 0,6	2,5 ± 0,8
Concentración x 106 (epz/ml)	254,1 ± 76,6	275,4 ± 78,9	220,8 ± 68,8	147,3 ± 88,1
Motilidad Individual (%)	12,1 ± 5,4	21,1 ± 5,6	19,5 ± 4,9	13,2 ± 6,2
Motilidad Masal	2,1 ± 0,2	2,0 ± 0,2	2,3 ± 0,2	2,0 ± 0,2
Anomalías Espermáticas (%)	80,0 ^a ± 1,0	81,1 ^a ± 1,0	77,4 ^b ± 0,9	73,3 ^c ± 1,1
Gota Citoplasmática Proximal (%)	50,7 ^a ± 2,4	55,2 ^a ± 2,4	44,5 ^b ± 2,1	39,9 ^b ± 2,7

^{a,b,c}: Para cada nivel de suplementación, letras distintas para cada época en la misma fila indican diferencias significativas (P<0,01).

taron mayor ganancia de peso corporal, mayor circunferencia escrotal y tejido productor de espermatozoides a la pubertad. Esto es debido a que la producción espermática es una función directa del desarrollo testicular [32] y éste de la ganancia de peso corporal, donde los toretes no suplementados presentaron menor ganancia de peso, menor desarrollo testicular y menor circunferencia escrotal a la pubertad (TABLA I), a la vez que menor concentración espermática (TABLA III). Estos resultados coinciden con lo reportado para toretes Brahman con bajas ganancias de peso corporal, los cuales mostraron retardo en el crecimiento testicular, bajos niveles de testosterona y concentración espermática, pobre motilidad masal e individual y menor volumen del eyaculado en comparación a los toretes suplementados [22].

El alto porcentaje de espermatozoides anormales a la pubertad es indicativo de que el proceso de espermatogénesis se está estableciendo, que el crecimiento testicular continua y que no es hasta la madurez sexual cuando el proceso espermatogénico está completamente instaurado, disminuyendo las anomalías espermáticas del eyaculado hasta aproximadamente 15 a 20%. [1, 15, 19, 25, 34].

CONCLUSIONES

Los toretes suplementados llegaron a la pubertad con mayor peso corporal y circunferencia escrotal que los no suplementados.

La época de incorporación sólo afectó los niveles de testosterona a la pubertad, consiguiéndose sus mayores niveles durante la época húmeda, lo que coincidió con las menores temperaturas ambientales.

Se evidenció el efecto de la interacción época-suplementación sobre el peso corporal, la ganancia diaria de peso y la circunferencia escrotal a la pubertad.

El uso de la yacija como suplemento alimenticio permite disminuir el efecto de la época seca por deficiencias nutricionales sobre el peso corporal, obteniéndose animales con mayor peso y circunferencia escrotal a la pubertad.

Se encontraron diferencias para el porcentaje de espermios anormales, presentando los toretes suplementados mayor porcentaje de anomalías, lo cual podría ser consecuencia directa del peso corporal alcanzado y del mayor desarrollo de tejido productor de espermatozoides.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ARANGUREN-MÉNDEZ, J.; MADRID-BURY, N.; GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; RINCÓN-URDANETA, E.; RAMÍREZ-IGLESIA, L.; QUINTERO-MORENO, A. Pubertad en toretes 5/8 Holstein y 5/8 Pardo Suizo. **Rev. Fac. Agron. (LUZ)**. 12: 393-407. 1995.
- [2] A.O.A.C. Official Methods of Analysis. 15th edition. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia. 1990.
- [3] BARTH, A.; OKO, R. Abnormal morphology of bovine spermatozoa. A. Barth and R. Oko (eds). Ed. Iowa State University Press/Ames. Iowa. 285 pp. 1989.
- [4] BASTIDAS, P. Pubertad en novillas y toros Brahman. **Rev. Fac. Agron. (LUZ)**. 16: 690 - 707. 1999.
- [5] CHENOWETH, P. *Bos indicus* bulls. How different are they?. **Society of Theriogenology. Proceedings for Annual Meeting**. August, 16-17. San Diego, California. 117 - 122 p. 1991.
- [6] DUARTE, F.; MAGAÑA, C.; RODRÍGUEZ, G. Respuesta de toretes en engorda a la adición de tres niveles de pollinaza a dietas integrales. **Livestock Research for Rural Development**. 8(2): 6-12. 1996.

- [7] GARNER, D.; HAFEZ, E. Spermatozoa and seminal plasma. En: **Reproduction in Farm Animals**. E. Hafez (ed). 6th edition. Lea y Febiger. Philadelphia. Chap. II (7): 165-187. 1993.
- [8] GODFREY, R.; LUNSTRA, D.; JENKINS, T.; BERARDINELLI, J.; NEUENDORFF, D.; LONG, C.; RANDEL, R. Effect of location and season on body and testicular growth in Brahman and Hereford bulls. **J. Anim. Sci.** 68: 1520-1529. 1990a.
- [9] GODFREY, R.; LUNSTRA, D.; JENKINS, T.; BERARDINELLI, J.; GUTHRIE, M.; NEUENDORFF, D.; LONG, C.; RANDEL, R. 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: 734-749. 1990b.
- [10] GOERING, H.; VAN SOEST, P. Forage Fiber Analysis. Agriculture Handbook 379. **Agriculture Research Service USDA**. (21): 30 p. 1970.
- [11] HAHN, M. Evaluación económica de los cruzamientos en la ganadería de doble propósito. En: **Mejora de la Ganadería Mestiza de Doble Propósito**. C. González-Stagnaro, N. Madrid-Bury, E. Soto-Belloso (eds.) Ed. Astro Data, S.A. Maracaibo (Venezuela). Cap. VI: 105-119. 1998.
- [12] ISEA, W.; ROMÁN, R.; GONZÁLEZ, L. Efectos del mestizaje, edad, parto, año y días de lactancia sobre la producción de leche en vacas mestizas. **V Congreso Venezolano de Zootecnia**. Maracay, Venezuela. 125 pp. 1988.
- [13] KARG, H.; GIMÉNEZ, T.; HARTL, M.; HOFFMAN, B.; SCHALLENBERGER, E.; SCHAMS, S. Testosterone, LH, FSH, in peripheral plasma of bulls: levels from birth through puberty and short term variations. **Zentralb. Vet. Med. Anim.** 25: 773 - 785. 1976.
- [14] KU VERA, J.; SALCEDO, J. Efecto de la suplementación con melaza y cama de pollos en animales Cebú. **Proc. 25th Intern. Symp. Trop. Agric.** Res. Series 1992. N° 25. 46 pp. 1991.
- [15] LUNSTRA, D.; FORD, J.; ECHTERNKAMP, S. Puberty in beef bulls: hormone concentrations, growth, testicular development, sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds. **J. Anim. Sci.** 46: 1054 - 1068. 1978.
- [16] MADRID-BURY, N. Desarrollo testicular y pubertad en toretes mestizos. En: **Ganadería Mestiza de Doble Propósito**. C. González-Stagnaro (Ed.). Ed. Astro Data. LUZ. Maracaibo. Venezuela. Cap. XI: 235-245. 1992.
- [17] MADRID-BURY, N.; NOGUERA, E.; RINCÓN, I.; ZAMBRANO, S.; GARCÍA, N.; CARRILLO, R.; RINCÓN, R. 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: 81-85. 1992.
- [18] MADRID-BURY, N. ¿Son diferentes los toros mestizos de doble propósito? En: **Mejora de la Ganadería Mestiza de Doble Propósito**. C. González-Stagnaro, N. Madrid-Bury, E. Soto-Belloso (Eds). Ed. Astro Data S.A. Maracaibo (Venezuela). Cap. XXIV: 481-497. 1998.
- [19] MADRID-BURY, N.; GONZÁLEZ-FERNANDEZ, R.; SOTO-BELLOSO, E.; GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; ARANGUREN-MÉNDEZ, J. Circunferencia escrotal, crecimiento y características seminales de toretes mestizos F1 (1/2 Brahman x 1/2 Holstein). **Rev. Fac. Agron. (LUZ)**. 11:127-136. 1994.
- [20] MADRID-BURY, N.; ZAMBRANO, S.; 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.
- [21] MAGAÑA, A.; RODRÍGUEZ, F. Engorde de bovinos en corral sin la utilización de granos. 1. Suplementación de pollinaza y melaza a toretes alimentados con cañuela de maíz ensilada. **Téc. Pec. Mex.** 29(2): 101-104. 1991.
- [22] NOLAN, C.; NEUENDORFF, D.; GODFREY, R.; HARMS, P.; WELSH, J.; MCARTHUR, N.; RANDEL, R. Influence of dietary energy intake on prepubertal development of Brahman beef bulls. **J. Anim. Sci.** 68: 1087 - 1096. 1990.
- [23] OCANTO, D.; LINARES, T.; PATIÑO, A.; RAMOS, V.; ESCOBAR, S. Índices de pubertad en bovinos machos Criollo Río Limón y Brahman. **Zoot. Trop.** IX: 25 - 54. 1991.
- [24] OWENS, F.; DUBESKI, P.; HANSON, C. Factors that alter the growth and development of ruminants. **J. Anim. Sci.** 71: 3138 - 3150. 1993.
- [25] OYEDIPE, E.; KUMI-DIAKA, J.; OSORI, D. Determination of onset of puberty in zebu bulls under tropical conditions of northern Nigeria. **Theriogenology**. 16(4): 419-431. 1981.
- [26] PERRY, V.; CHENOWETH, P.; POST, T.; MUNRO, R. Patterns of development of gonads, sex-drive and hormonal responses in tropical beef bulls. **Theriogenology**. 35(2): 473 - 486. 1991.
- [27] RAMÍREZ, L.; MADRID-BURY, N.; ARANGUREN, J. Determinación directa de testosterona en suero sanguíneo de machos ovinos y bovinos. **ASOVAC**. Acta Científica 46. Supl. 1: 2 p. 1995.
- [28] REKWOT, P.; OYEDIPE, E.; AKEREJOLA, O.; KUMI-DIAKA, J. The effect of protein intake on body weight, scrotal circumference and semen production of Bujani

- bulls and their Friesian crosses in Nigeria. **Anim. Reprod. Sci.** 16:1 - 11. 1988.
- [29] SÁNCHEZ, J. Mesoclimas de Venezuela. **Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias**. Caracas. Venezuela. 89 pp. 1981.
- [30] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS/STAT User's Guide** (Version 6.4 Ed.) SAS Inst. Inc. , Cary, NC. 1989.
- [31] SORENSEN, A. **Reproducción Animal. Principios y prácticas**. 1era edición Mcgraw-Hill. México. 256 pp. 1982.
- [32] TEGEGNE, A.; ENTWISTLE, K.; MUKASA-MUGERWA, E. A quantitative histological study of testicular and epididymal development in Boran and Boran x Friesian bulls in Ethiopia. **Theriogenology** 35 (5): 991-1000. 1991.
- [33] TEGEGNE, A.; ENTWISTLE, K.; MUKASA-MUGERWA, E. Nutritional influences on growth and onset of puberty in Boran and Boran x Friesian bulls in Ethiopia. **Theriogenology** 37:1005-1016. 1992.
- [34] TROCÓNIZ, J.; BELTRAN, J.; BASTIDAS, H.; LARREAL, H.; BASTIDAS, P. Testicular development, body weight changes, puberty and semen traits of growing Guzarat and Nellore Bulls. **Theriogenology**. 35(4):815-826. 1991.
- [35] VACCARO, R.; VACCARO, L.; VERDE, O. Interacción genotipo x ambiente en ganado de doble propósito. En: D. Plasse, N. Peña de Borsotti y J. Arango (Eds). **X Curso sobre bovinos de carne**. UCV. FCV. Maracay. Venezuela. 119-134. 1994.
- [36] WILLET, E.; OHMS, J. Measurements of testicular size and its relation to production of spermatozoa bulls. **J. Anim. Sci.** 40:1559 - 1568. 1957.