

# EFECTO DE LOS NIVELES DE PROTEÍNA Y ENERGÍA DE LA DIETA SOBRE LA CALIDAD SEMINAL Y LOS PERFILES METABÓLICOS DE TOROS BRAHMAN

## The Effect of Protein And Energy Leves of Diet on Semen Quality and Metabolic Profiles of Brahman Bulls

Clara Rugeles Pinto<sup>1\*</sup>, Roberto Almanza Loaiza<sup>2</sup>, Juan Linares Arias<sup>3</sup>, José Luna Gonzalez<sup>4</sup>, Faider Castaño Villadiego<sup>4</sup> y Oscar Vergara Garay<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Ciencias Pecuarias. Universidad de Córdoba, Montería, Córdoba. Colombia. <sup>2</sup>Gencaribe, Hacienda Abastecedora de carnes S.A. Planeta Rica, Córdoba, Colombia. <sup>3</sup> Facultad de Ciencias Básicas, Departamento de Biología. Universidad de Córdoba, Montería, Córdoba. Colombia. <sup>4</sup>MVZ, ejercicio particular.

\*Autor para la correspondencia: Telefax +47860209; E-mail: crugeles@correo.unicordoba.edu.co

### RESUMEN

La finalidad de esta investigación fue evaluar el efecto que ejerce la dieta sobre la calidad seminal de toros Brahman y los niveles séricos de proteínas totales, glucosa, colesterol y nitrógeno ureico, además de determinar su asociación con las características microscópicas del semen. Se seleccionaron 12 reproductores con edades entre 36 y 66 meses, con un periodo previo de acostumbramiento. Se distribuyeron en tres grupos, el primer grupo recibió una dieta a base de pasturas (*Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola*) y concentrado (con 36,9% nutrientes digestibles totales -NDT-, 7,08% proteína cruda y 1,5 Mcal de energía metabolizable -EM). El segundo (estabulado) alimentado a base de concentrado y heno (con 57,8% NDT, 12,5% de proteína cruda y 2,1 Mcal EM) y el último grupo (pastoreo) alimentado a base de pasturas (*Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola*) (con 38,3%NDT, 6% de proteína cruda y 1,3 Mcal EM). Se realizaron tres muestreos de semen y de sangre completa, con intervalos de 20 días. La valoración de características del semen se realizó teniendo en cuenta los métodos rutinarios descritos por diversos autores. El mayor porcentaje de movilidad individual rápida progresiva (MIRP;  $4,46 \pm 0,10\%$ ) y porcentaje de vivos (%V;  $72,7 \pm 5,62\%$ ) fueron encontrados en los eyaculados de la dieta 3. Las anomalías menores (AME) presentaron valores similares en las dietas ( $P > 0,05$ ) y hubo diferencia ( $P < 0,05$ ) de las anomalías mayores (AM) entre dietas. En la dieta 2 se encontró

correlación ( $P < 0,05$ ) de las concentraciones de glucosa ( $r = -0,67$ ) y colesterol ( $r = 0,53$ ) con las AME. En la dieta 3, la glucosa y la MIRP del semen se correlacionaron ( $r = -0,49$ ); el colesterol con la MIRP ( $r = -0,45$ ), el %V ( $r = -0,49$ ) y las AME ( $r = 0,62$ ). También, se observó asociación ( $P < 0,05$ ) del BUN con la V% ( $r = 0,47$ ). Un aporte inadecuado de energía o proteína en la dieta de los reproductores afectó la calidad seminal y por lo tanto la capacidad fecundante del toro. Concentraciones altas de BUN y colesterol sérico, conllevan a un incremento en la presentación de AME, afectando la calidad espermática de los eyaculados de reproductores en servicio. El suministro de dietas que ofrezcan aporte inadecuado de nutrientes puede deteriorar la calidad del semen de reproductores Brahman y afecta su capacidad fecundante.

**Palabras clave:** Dieta, fertilidad, metabolitos, reproductores, semen

### ABSTRACT

The purpose of this investigation was to evaluate the effect exerted by the diet on semen quality in Brahman bulls and serum total protein, glucose, cholesterol and blood urea nitrogen, and to determine and its relationship with the microscopic characteristics of the semen. Twelve bulls older than 36 months were selected, with a previous period of adaptation. The bulls were divided into three groups, the first group received a diet of pasture (*Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola*) and concentrate (36.9% total digestible nutrients -TDN, 7.08% crude protein and 1.5 Mcal of metabolizable energy -EM), the second (feedlot)

fed with concentrate and hay (57.8% TDN, 12.5% of crude protein and 2.1 Mcal of EM), the last group (grazing) based pastures (*Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola*) (38.3%TDN, 6% of crude protein and 1.3 Mcal of EM). Three samplings were conducted at intervals of 20 days. Samples were taken from semen and blood. The highest percentage of rapid progressive motility (PRPM; 4.46%) and percentage of living (%L; 72.7%) were of diet 3. Minor abnormalities (MA) showed similar average values for diets ( $P>0.05$ ) and significant differences ( $P<0.05$ ) higher abnormalities (HA) among diets. In diet 2 was correlated ( $P<0.05$ ) glucose concentrations ( $r=-0.67$ ) and cholesterol ( $r=0.53$ ) with MA. In diet 3, glucose and PRPM of semen were correlated ( $r=-0.49$ ); cholesterol with PRPM ( $r=-0.45$ ), the %L ( $r=-0.49$ ), and with MA ( $r=0.62$ ). Association was also observed ( $P<0.05$ ) between blood urea nitrogen (BUN) with %L ( $r = 0.47$ ). An inadequate supply of energy or protein in the diet of bulls affected semen quality and fertilizing capacity of bull. High concentrations of BUN and serum cholesterol, lead to an increase in the presentation of MA, affecting the quality of the ejaculated sperm of bulls in service. The offer of diets to provide inadequate supply of nutrients can impair semen quality of Brahman breeding and affect fertilizing capacity.

**Key words:** Diet, fertility, metabolites, reproductive, semen

## INTRODUCCIÓN

Las características asociadas con la calidad seminal del reproductor son afectadas, tanto por el aporte de la dieta, como por la disponibilidad y movilización de nutrientes en el organismo. El balance del sistema se logra satisfactoriamente, cuando los aportes del forraje resultan estables y de buena calidad [1]. Por lo tanto, dietas mal balanceadas pueden tener un efecto determinante sobre la calidad del eyaculado al afectar la espermatogénesis y deteriorar las características microscópicas del semen [1, 31], dado que los metabolismos proteico y energético se encuentran muy relacionados y la deficiencia primaria de uno, se traduce en la deficiente utilización del otro.

De otra parte, el perfil metabólico tradicional en bovinos (*Bos taurus* - *Bos indicus*) incluye el estudio de diversos metabolitos asociados al perfil proteico, energético y mineral e indica el estado de las vías metabólicas. Diferentes investigadores han utilizado la determinación sérica de metabolitos sanguíneos como las proteínas totales, urea y nitrógeno ureico, glucosa, colesterol y triglicéridos, entre otros, para monitorear el estado de los animales y el flujo de nutrientes provenientes de la dieta, además de detectar patologías que afectan la producción láctea y la eficiencia reproductiva de los bovinos, [1, 5, 13, 19, 21].

Por esa razón, el exceso de proteína suministrada en la dieta puede deteriorar el rendimiento productivo de los semenales [1], al igual que su restricción en la dieta tiene efectos dañinos sobre la función sexual [3]. El suministro de dietas con elevados niveles de proteína ocasionan en el toro hipofunción

gonadal e inhibición del factor liberador de hormona luteinizante (LH) y hormona foliculoestimulante (FSH), reducción de la testosterona con alteraciones de la libido, la gametogénesis y la maduración espermática y ofrecidas durante el primer año de vida reducen a 50% o menos la proporción de eyaculados aptos para criopreservación y el número de dosis obtenidas por eyaculado [1]

Así, dietas híper-energéticas se asocian con deterioro de la calidad seminal en toretes púberes entre 11,5 y 13,5 meses de edad, sin embargo, es de considerar que en esta etapa, los toros aún tienen cambios en la calidad seminal debido a la pubertad [3]. Coulter y col. [6] refieren mayor potencial reproductivo en toros alimentados con dietas que aportan niveles moderados de energía (con base en 100% de forraje) que en los reproductores alimentados con dietas que ofrecen elevados niveles de energía (con base en granos 80% y forraje 20%), debido a que el exceso de energía en la dieta afecta la motilidad progresiva y la morfología espermática como producto de la acumulación de grasa a nivel escrotal, que interfiere con los mecanismos de termorregulación en el testículo [4, 7, 20].

De igual manera, se ha reportado asociación de baja concentración de glucosa sérica ( $1,26 \pm 0,53$  mmol/L) con alteraciones en el comportamiento sexual, deterioro de la calidad seminal y procesos degenerativos testiculares en toros, además de la relación del bajo aporte proteico con alteraciones en la pulsatilidad de LH y FSH [1].

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto que puede tener el aporte de energía y proteína de la dieta sobre la calidad seminal de toros Brahman y los niveles séricos de proteínas totales, glucosa, colesterol y nitrógeno ureico, además de determinar la asociación de estos metabolitos séricos con las características microscópicas (viabilidad, motilidad, morfología y concentración espermática) del semen.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización

El estudio fue realizado en la hacienda "La Abastecedora", ubicada en el municipio de Planeta Rica, departamento de Córdoba, Colombia, ubicada a  $8^{\circ} 17' 15''$  LN y  $75^{\circ} 73' 55''$  LO. La zona de estudio tiene una precipitación aproximada de 2000 mm/año y una altura de 87 msnm, 81% de humedad relativa y una temperatura promedio de  $28^{\circ}\text{C}$  [17].

La hacienda posee alrededor de 1350 hectáreas de extensión, de topografía plana y la fertilidad de sus suelos está entre media y alta, en las que predominan los pastos *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola* y otras pasturas nativas.

### Tipo de estudio y manejo de los animales experimentales

Se realizó un estudio de tipo experimental prospectivo. Se utilizaron 12 reproductores Brahman entre 36 y 66 meses de edad que se encontraban en programas de inseminación

artificial. Los animales fueron distribuidos en tres grupos de cuatro reproductores y sometidos a un régimen de una colecta semanal, hasta la obtención del número de dosis seminales programadas. Cada grupo de reproductores se asignaron a cada tratamiento (dieta).

Los animales se dividieron aleatoriamente en tres grupos mediante un diseño completamente aleatorizado. El manejo nutricional de cada grupo fue el siguiente:

- El primer grupo (dieta 1, n= 4) fué alimentado a base de pasturas (*Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola*), suplementado con concentrado (10% proteína). La dieta 1 aportaba 36,9% de nutrientes digestibles totales (NDT), 7,08% de proteína cruda y 1,5 Mcal de energía metabolizable (EM).
- El segundo grupo fué alimentado a base de concentrado (16% de proteína) y suplementado con heno (dieta 2, n=4). La dieta 2 aportaba 57,8% de NDT, 12,5% de proteína cruda y 2,1 Mcal EM.
- El tercer grupo alimentado a base de pasturas (*Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola*) (dieta 3, n=4). La dieta aportaba a su vez, 38,3% de NDT, 6% de proteína cruda y 1,3 Mcal EM.

Los animales se sometieron a un período de acostumbramiento previo de tres meses. Una vez conformados los grupos se hizo un examen físico completo, donde se consideró condición general, circunferencia escrotal y aplomos. Se examinaron los órganos sexuales internos como vesículas seminales, próstata y ampolla y los externos como testículos, epidídimo, pene y prepucio. Se realizaron tres muestreos de semen por los métodos de vagina artificial y electroeyacuación, previo entrenamiento de los animales. Los muestreos se realizaron con intervalos de 20 días entre muestreos, tomando 2 mL de semen del segundo eyaculado colectado.

### Procesamiento de muestras

En cada muestreo, se tomaron dos muestras de sangre de 5 mL cada una en tubos de vacutainer (Becton Dickinson and company, EUA) con anticoagulante y sin anticoagulante, a cada toro. Las muestras de sangre con anticoagulante (oxalato), una vez colectadas se homogenizaron agitándose lentamente, para luego ser almacenadas a 5°C en refrigeración (nevera GE® de 11pies, General Electric, EUA) hasta su procesamiento. Las muestras sin anticoagulante se dejaron reposar por 30 minutos para favorecer la formación del coagulo y se refrigeraron a 5°C por dos horas. Posteriormente todas las muestras se centrifugaron a 3000 rpm durante 10 minutos (centrifuga EBA20®, Hetich, Alemania) para la separación de plasmas y sueros.

Una vez obtenidas las muestras de suero y plasma, fueron preservadas a -20°C (Ultracongelador -80°C, Sanyo, EUA) hasta su traslado al laboratorio de Reproducción Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universi-

dad de Córdoba, donde fueron procesadas por el método de fotometría [1], utilizando un analizador GENESYS 10® (Cienytec Ltda, EUA). Se determinaron los niveles de glucosa plasmática por el método de GOD/PAP de Trinder [30], mientras que las proteínas totales se determinaron por el método de Biuret descrita por Josephson y Guillensward [14], el nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) con el método ureasa/Berthelot descrita por Tietz [29] y el colesterol con el método CHO/POD descrito por Lott y Turner [16].

Las muestras de semen de diez toros fueron colectadas mediante el método de vagina artificial [11, 12]. Dos toros que no respondieron a la vagina artificial, se sometieron a electroeyacuación para la obtención del semen [9, 11]. Se utilizó una vagina artificial bovina (Minitube, EUA) y un electroeyaculador Electrojac 5® (Ideal Instruments, EUA) de operación manual o automática. En el laboratorio de procesamiento de semen de la hacienda "La Abastecedora" se realizó el examen microscópico de los eyaculados obtenidos. Se determinaron movilidad masal (MM) % vivos (%V), movilidad individual (MIRP), concentración espermática (millones/mL), anomalías mayores (AM) y menores (AME) y la concentración de espermatozoides en el eyaculado (millones /mL) de toros Brahman, teniendo en cuenta la metodología tradicionalmente descrita [11, 12, 15, 20, 25]. Para la determinación de la movilidad masal se consideraron el vigor del movimiento, la motilidad y la concentración de espermatozoides en la muestra, los cuales generan movimiento en forma de ondas y se estima por visualización directa. La valoración de la vitalidad y la motilidad espermática progresiva se realizan en forma subjetiva a partir de una gota de semen diluida con citrato de sodio al 2,9%. Para el estudio de la morfología espermática se prepararon extendidos de semen coloreados con una solución de eosina-nigrosina [9,11]. La valoración de las características espermáticas fue realizado con ayuda de un microscopio binocular (Olympus®CX-21, Olimpus Latinoamerica Inc, México) con objetivos de 10 - 100X y la estimación de la concentración espermática se realizó con ayuda en un fotómetro (Espermacue SDM6®, Minitube, EUA).

También se realizó el análisis bromatológico de las pasturas y del concentrado que se utilizaron en la alimentación de los toros, en el laboratorio de Nutrición del Centro de investigación Turipaná, de Corpoica, con el fin de determinar el porcentaje de NDT, porcentaje de proteínas totales y la EM de las pasturas y el heno (*Brachiaria decumbens*). Con ayuda de reportes de literatura [17] se determinó y estimó un consumo diario de 13,2 kg de materia seca.

### Análisis estadístico

Se utilizó una prueba estadística no paramétrica al no presentarse normalidad en los datos. Por lo tanto se empleó la prueba de Kruskal Wallis [26], seguida de la comparación ordenada de medias con la prueba de Dunn [26], con el fin de probar la hipótesis en las variables que presentaron significancia estadística. La relación de asociación entre los perfiles metabólicos de cada dieta y las variables de calidad seminal se

analizó a través de la prueba de correlación de Spearman [26], determinando además los valores promedio para cada una de las variables. El análisis de la información se realizó con el procedimiento GLM de SAS [24].

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los aportes de nutrientes de la dieta 1 (36,9% de NDT, 7,08% de proteína cruda y 1,5 Mcal de EM), dieta 2 (57,8% de NDT, 12,5% de proteína cruda y 2,1 Mcal de EM) y dieta 3 (38,3% de NDT, 6% de proteína cruda y 1,3 Mcal de EM), indican que las dietas eran diferentes entre sí. Se observó que las dietas 1 y 3 no llenaban los requerimientos exigidos por los animales según las tablas del National Research Council [18] mientras que la dieta 2 los superó.

### Efecto de la dieta sobre las características microscópicas del semen

Se estableció diferencia de la concentración espermática ( $P < 0,01$ ) entre las dietas en estudio, con la menor concentración para los toros que se alimentaron con la dieta 1, seguidos de los toros alimentados con la dieta 3 (FIG. 1). Igual efecto fue establecido por Espinoza y col. [10] y Swanepoel y col. [27], quienes encontraron que la concentración espermática fue menor en animales a los que se les suministró alimento con mayor contenido de proteína cruda y energía, respectivamente.

**Movilidad masal (MM).** En la FIG. 2 se observa la distribución porcentual de la MM para los eyaculados de los reproductores Brahman en cada una de las dietas. Según Escamilla [9] la MM es resultado de la motilidad, vigor y concentración espermática.

Según la intensidad del movimiento, la generación de ondas permite clasificar la MM como muy buena MM por la presencia de ondas oscuras, donde más del 80% de las células espermáticas se mueven rápidamente, lo que corresponde a una MM del 80% o más; buena MM por la presencia de ondas menos oscuras donde entre 60 y el 80% de las células tienen movimiento moderado, correspondiente a 60 a 80% MM; regular MM con ondas claras, con entre el 40 y 60% de los espermatozoides poseen movimientos muy suaves, para un rango de 40 a 60% de MM y mala MM: sin ondas, con presencia de espermatozoides inmóviles y con menos del 40% de las células con movimientos lentos y no progresivos, para una MM de 40% ó menos.

Encontrándose la mayor proporción de eyaculados de muy buena MM (6,76%) y buena MM (33,78%) en los eyaculados de los reproductores en la dieta 1, mientras la proporción de eyaculados de muy buena MM (0%) y buena MM (6,76%) en la dieta 2, fueron las menores.

**Motilidad individual rápida progresiva (MIRP).** Se encontró diferencia estadística para la MIRP ( $P < 0,01$ ) entre la dietas en estudio (FIG. 3), con mayor MIRP ( $4,46 \pm 0,10\%$

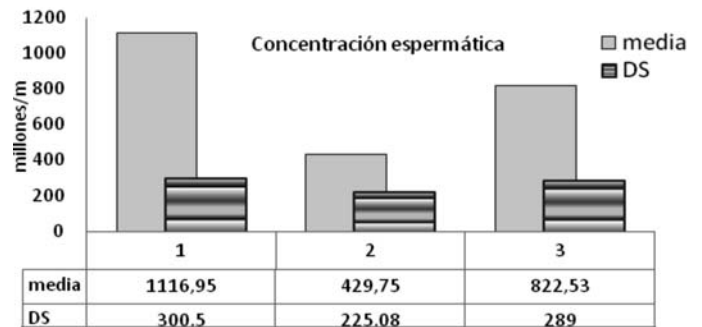


FIGURA 1. CONCENTRACIÓN DE ESPERMATOZOIDES PARA LOS REPRODUCTORES BRAHMAN EN CADA DIETA.

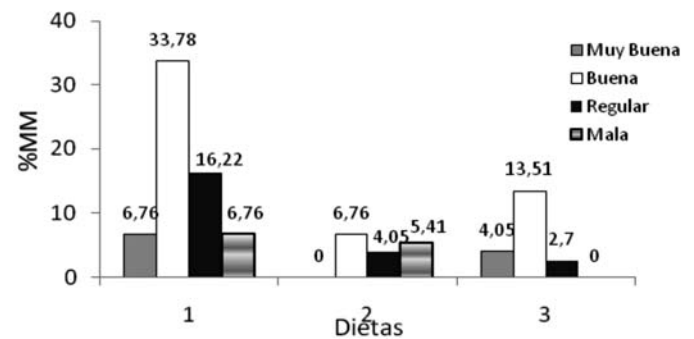


FIGURA 2. RELACIÓN ENTRE LA DIETA Y LA MOTILIDAD MASAL DEL SEMEN DE TOROS BRAHMAN.

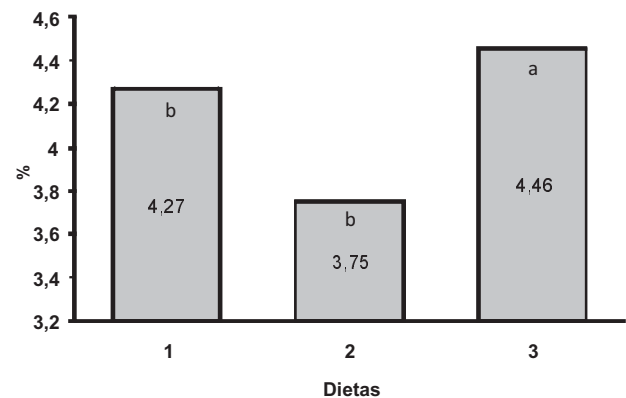
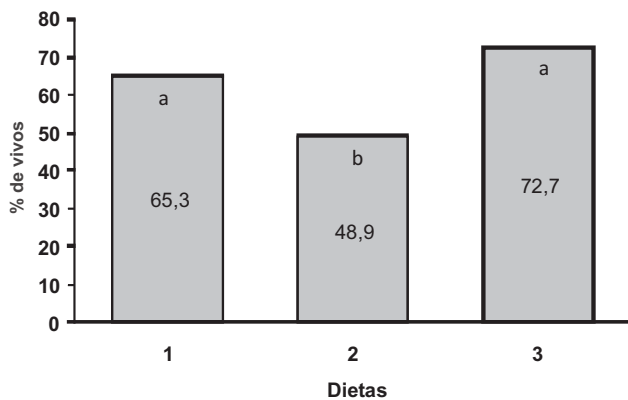


FIGURA 3. MOTILIDAD INDIVIDUAL DEL SEMEN DE LOS REPRODUCTORES BRAHMAN EN CADA DIETA.

MIRP vs  $4,27 \pm 0,28\%$  MIRP y  $3,75 \pm 1,26\%$  MIRP, para los eyaculados de los reproductores en las dietas 1 y 2, respectivamente), en el semen de los toros Brahman a los que se les suministró la dieta 3 con el menor aporte energético (1,3 Mcal de EM). Igual efecto fue encontrado por Swanepoel y col. [27], quienes encontraron mayor MIRP en el semen de toros Brahman alimentados con niveles bajos de energía.



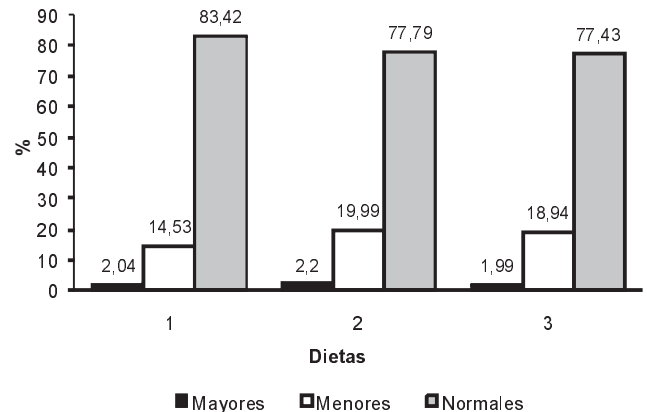
**FIGURA 4. PORCENTAJE DE ESPERMATOZOIDEOS VIVOS DE LOS EYACULADOS DE LOS TOROS BRAHMAN EN CADA DIETA.**

**Porcentaje de vivos (%V).** Existió diferencia en el %V del semen de los toros manejados con las tres dietas ( $P < 0,05$ ) donde los eyaculados con el mayor %V correspondieron a los toros de la dieta 3 que ofrecía el menor aporte energético (1,3 Mcal de EM) y proteico (6%) y el menor %V (48,9%V) se presentó en el semen de los reproductores en la dieta 2. En la FIG. 4 se observa la viabilidad promedio del semen de los toros en cada una de las dietas ( $65,29 \pm 15,8$  %V,  $48,91 \pm 21,96$  %V y  $72,66 \pm 5,62$  %V en los eyaculados de las dietas 1, 2 y 3 respectivamente). A diferencia de este estudio, en toros mestizos Holstein x Brahman, el %V fue mayor en animales suplementados con la dieta de mayor contenido proteico [10]. A diferencia de este estudio, en toros Cebú no se encontró efecto de la dieta sobre la %V del semen [22].

**Anormalidades menores.** La proporción de AME en el eyaculado (FIG. 5) presentó valores promedio similares ( $P > 0,05$ ) para las tres dietas (14,53 %AME, 19,99 %AME y 18,94 %AME en los toros Brahman en las dietas 1, 2 y 3, respectivamente). Igual efecto fue encontrado en toros Angus [7].

**Anormalidades mayores.** Existió diferencia para los porcentajes de AM ( $P < 0,05$ ) entre las dietas. La comparación ordenada señala que los reproductores de raza Brahman que recibieron las dietas 1 y 2 (con aportes energéticos de 1,5 y 2,1 Mcal de EM), obtuvieron el menor y el mayor porcentaje de AM (FIG. 5), respectivamente. En toros Angus se encontró el mismo efecto, donde animales a los que se les suministró una dieta con mayor contenido energético, presentaron mayor porcentaje de AM [7].

El mayor porcentaje de anomalías mayores en los animales que fueron alimentados con dietas de mayor contenido energético (2,1 Mcal de EM), puede ser atribuido al efecto negativo que tiene un mayor aporte de energía sobre la calidad seminal [4, 6, 7, 28]. Cuando los niveles de energía no son suficientes se afectan los mecanismos endocrinos por lo que disminuye la secreción de testosterona y gonadotropinas hipofisarias [23]. Así mismo, las dietas que poseen un mayor contenido proteico, como la dieta 2 (12,5% de proteína) tiene también efecto negati-



**FIGURA 5. MORFOLOGÍA DEL SEMEN DE TOROS BRAHMAN EN CADA DIETA.**

vo sobre la calidad del semen, quizás por fallas en el mecanismo de termorregulación y espermatogénesis en los testículos por la acumulación de grasas en el escroto [1, 8, 27].

**Efecto de la dieta sobre el comportamiento de los perfiles metabólicos en toros Brahman**

Como se puede observar en la TABLA I, los valores promedio de glucosa, colesterol, proteína total y nitrógeno ureico sanguíneo fueron diferentes entre las dietas que fueron suministradas a los reproductores de raza Brahman. Se encontró mayor concentración de glucosa sérica en los toros que recibieron la dieta 3, mayor concentración de colesterol en los que recibieron la dieta 2 y de proteína total y BUN séricos en los reproductores alimentados con la dieta 1, lo cual refleja las diferencias del aporte nutricional de las dietas utilizadas, como lo refiere Coulter [7].

**Relación de asociación entre el comportamiento de los metabolitos séricos y las variables de calidad seminal**

Al correlacionar los niveles sanguíneos de los metabolitos como proteínas totales, nitrógeno ureico sanguíneo, glucosa y colesterol, con las variables de calidad seminal como concentración de espermatozoides por mL de eyaculado, MM, %V, MIRP, AME, AM y % de normales (%N), se encontraron algunas correlaciones significativas.

En la dieta 1 no se encontraron correlaciones de resaltar entre los niveles de los metabolitos sanguíneos evaluados y las características microscópicas del semen. En la dieta 2 se encontró correlación negativa ( $P < 0,05$ ) entre las concentraciones de glucosa sanguínea y el porcentaje de AME ( $r = -0,67$ ) en el semen de toros Brahman y correlación positiva entre el colesterol sanguíneo y las AME ( $r = 0,53$ ). La correlación negativa entre las concentraciones de glucosa sanguínea y el porcentaje de AME en el semen, indica que la disminución de la glucosa sérica genera una tendencia al incremento en las AME y viceversa, de tal manera que cuando se cubre el requerimiento de glucosa se tiende a la disminución de las anomalías

**TABLA I**  
**VALORES PROMEDIO SÉRICOS DE GLUCOSA, COLESTEROL, PROTEÍNAS TOTALES Y NITRÓGENO UREICO SANGUÍNEO EN TOROS BRAHMAN.**

Perfiles metabólicos (mg/dl)	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3
Glucosa	66,49 ± 15,8 <sup>a</sup>	68,82 ± 19,34 <sup>a</sup>	75,86 ± 11,45 <sup>a</sup>
Colesterol	133,91 ± 46,84 <sup>b</sup>	186,72 ± 42,78 <sup>a</sup>	155,67 ± 33,77 <sup>ab</sup>
Proteína total	78,68 ± 9,31 <sup>a</sup>	67,96 ± 10,0 <sup>b</sup>	76,03 ± 6,90 <sup>ab</sup>
BUN	13,99 ± 3,26 <sup>a</sup>	8,38 ± 3,20 <sup>b</sup>	11,26 ± 3,72 <sup>ab</sup>

Letras diferentes en la misma fila indican diferencia estadística (P<0,05)

dades, al darse un proceso espermatogénico normal. Bajos niveles de glucosa -sustrato energético de alta disponibilidad- ocasionarían una espermatogénesis anormal, afectando el paso de espermatogonias a espermatoцитos primarios y secundarios, lo que causaría incremento del porcentaje de AME, debido al elevado metabolismo testicular, marcado por la producción de más de 6000 espermatozoides por minuto [2].

Debido a que fue detectado que, las altas concentraciones de colesterol se asocian con bajo %V y alta presentación de AME en el semen se podría inferir que, la tendencia al aumento de los niveles de colesterol sérico ocasiona incremento de las AME en el eyaculado. Esto puede ser generado por la acumulación de colesterol en forma de depósitos grasos con la formación de una delgada capa aislante a nivel testicular, afectando el proceso de termorregulación y acarreado problemas de calidad seminal, como los encontrados en los toros de este grupo [2, 3, 7].

En la dieta 3, se correlacionaron negativamente (P<0,05) la glucosa sanguínea y la MIRP del semen ( $r = -0,49$ ), el colesterol con la MIRP ( $r = -0,45$ ) y con el %V ( $r = -0,49$ ); y positivamente (P<0,05) el colesterol sérico con las AME del semen ( $r = 0,62$ ), al igual que en la dieta 2. También se observó una asociación positiva (P<0,05) del BUN con el %V ( $r = 0,47$ ). Los niveles de glicemia que se encontraron en los reproductores Brahman en esta dieta favorecen la MIRP y %V al suministrar un sustrato energético suficiente para una buena funcionalidad del parénquima testicular [1].

El colesterol se correlacionó inversamente con la MIRP y el %V, caso que es tangible debido a que las concentraciones de colesterol sérico en los animales de esta dieta (155,67 mg/dL) son inferiores al compararlas con las de los toros de la dieta 2 (186,72 mg/dL).

La asociación positiva del BUN con la %V encontrada en esta dieta, puede deberse a que el bajo aporte proteico de las pasturas no genera excesos de BUN y por tanto, no hay efecto tóxico sobre los espermatozoides, preservándose la vitalidad del eyaculado de toros Brahman.

## CONCLUSIONES

El suministro de dietas que ofrecen elevados niveles de energía y proteína pueden deteriorar la concentración esper-

mática, la motilidad progresiva, la vitalidad y la morfología espermática y con el tiempo, la capacidad fecundante de reproductores Brahman. La concentración sérica de las proteínas totales, BUN, glucosa y colesterol reflejan el aporte de nutrientes de la dieta y se correlacionan con las características microscópicas del semen.

## AGRADECIMIENTO

Al laboratorio de Reproducción de la Universidad de Córdoba, Colombia, por facilitar los materiales utilizados durante el estudio y a la hacienda "La Abastecedora" por la participación en la investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ÁLVAREZ, J.L. Interpretación de los perfiles metabólicos: indicadores asociados al metabolismo energético del rumiante. **Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico**. Universidad de Antioquia (Ed.). 1ª. Ed. Medellín. Pp 30-58. 2001.
- [2] BARTH, A.D.; CATES, W.F.; HARLAND, R.J. The effect of amount of body fat and loss of fat on breeding soundness classification of beef bulls. **Can. Vet. J.** 36:758-764. 1995.
- [3] BARTH, A.D.; BRITO, L.F.; KASTELIC, J.P. The effect of nutrition in sexual development of bulls. **Theriogenol.** 70 (3): 485-494. 2008.
- [4] CATES, W.F. Some nutritional and genetic considerations in the performance testing of beef bulls. **Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.** 7:59-76. 1991.
- [5] CEBALLOS, A.; GÓMEZ, P.M.; VÉLEZ, M.I.; VILLA, N.A.; LÓPEZ, L.F. Variación de los indicadores bioquímicos del balance de energía según el estado productivo en bovinos lecheros de Manizales, Colombia. **Rev. Col. Cien. Pec.** 15(1):13-25. 2002.
- [6] COULTER, G.H.; CARRUTHERS, T.D.; AMANN, R. P.; KOZUB, G.C. Testicular development, daily sperm production and epididymal sperm reserves in 15-month-old Angus Hereford bulls: Effects of bull strain plus dietary energy. **J. Anim. Sci.** 64 (1):254-260. 1987.

- [7] COULTER, G.H.; COOK, R.B.; KASTELIC, J.P. Effects of dietary energy on scrotal surface temperature, seminal quality, and sperm production in young beef bulls. **J. Anim. Sci.** 75:1048-1052. 1997.
- [8] ELMAZ, O.; CIRIT, U.; KESER, O.; GURBULAK, K.; GUVENÇ, K.; KUTAY, C. Effect of two dietary protein levels on testosterone, testicular parameters and semen quality in ram lambs during pubertal development. **Med. Wet.** 63(10): 1177-1180. 2007.
- [9] ESCAMILLA, A.R. Aplicación de clorhidrato de xilacina (0.05 mg/kg) en toros como facilitador de la colecta de semen con el método de electroeyaculador. 2005. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. En línea: [http://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10\\_0850.pdf](http://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10_0850.pdf). 08/11/ 2010.
- [10] ESPINOZA, F.; ARGENTI, P.; URDANETA, G.; ARAQUE, C.; FUENTES, A.; PALMA, J.; BELLO, C. Uso del forraje de maíz (*Zea mays*) hidropónico en la alimentación de toretes mestizos. **Zoot. Trop.** 22(4): 303-315. 2004.
- [11] HAFEZ, E.S.E.; GARNER, D.L. Espermatozoides y plasma seminal. Hafez E.S.E. y Hafez, B. (Eds). **Reproducción e Inseminación Artificial en Animales**. 7ª Ed. Mac Graw Hill Interamericana, México. Pp 205-209. 2000.
- [12] HELLEMAN, C. Examen andrológico del reproductor bovino. **Primer Simposio Internacional de Andrología bovina**. Manizales, 13/14 de noviembre, Colombia. Pp 8-12. 1997.
- [13] JORDAN, E.R.; SWANSON, L.V. Serum progesterone and luteinizing hormone in dairy cattle fed varying levels of crude protein. **J. Anim. Sci.** 48: 1154-1158. 1979.
- [14] JOSEPHSON, B.; GUILLENSWARD, C. The development of the protein fractions and of cholesterol concentration in the serum of normal infants and children. **Scan. J Clin. Lab. Invest.** 9: 29-38. 1957.
- [15] KASTELIC, J.P.; THUNDATHIL, J.C. Breeding soundness evaluation and semen analysis for predicting bull fertility. **Reprod. Dom. Anim.** 43 (Suppl 2):368-373. 2008.
- [16] LOTT, J.A; TURNER, K. Evaluation of trinder's glucose oxidase method for measuring glucose in serum and urine. **Clin Chem** 21: 1754-1760. 1975.
- [17] MERCADO, F, T.; PALENCIA, S, G.; COMBATT, C, E. Estudio Agroclimático del Departamento de Córdoba. Universidad de Córdoba. Colombia. Pp 126. 2006.
- [18] NATIONAL RESEARCH COUNCIL (N.R.C). Nutrient Requirements of Beef Cattle. National Academy Press, Washington, D.C. Pp 246. 1996.
- [19] OSORIO, J.H.; VINAZCO, J. El metabolismo lipídico bovino y su relación con la dieta, condición corporal, estado productivo y patologías asociadas. **Biosalud.** 9(2): 56-66. 2010.
- [20] PACHECO, A.; QUIRINO, C.R.; SILVA, J.F.S.; CUNHA, I.C.N; BUCHER, C.H. Efeito da idade e de fazenda sobre as características seminais e perímetro escrotal em touros da raça Guzerá criados no norte e noroeste do Rio de Janeiro, Brasil. **Arch. Latin. Prod. Anim.** 15: 157-164. 2007.
- [21] SALGADO O, R.; TORREGROZA S, L.; ALVAREZ P, J.; MARTÍNEZ H, N.; RUGELES. P, C.; VERGARA G, O.; MAZA A, L.; MARTÍNEZ, F. G. Amamantamiento restringido y suplementación sobre los perfiles metabólicos en vacas del sistema doble propósito. **Rev. MVZ-Córdoba.** 11 (2): 816-824. 2006.
- [22] SANTOS, M.D.; TORRES, C.A.; GUIMARÃES, J.D.; PEREIRA, J.C.; MACHADO, G.V. Sêmen e circunferência escrotal de touros Zebu alimentados com dois níveis de concentrado e lipídeos. **Rev. Bras. Zoot.** 27(3): 627-632. 1998.
- [23] SHORT, R.E.; ADAMS, D.C.; Nutritional and hormonal interrelationships in beef cattle reproduction. **Can. J. Anim. Sci.** 68: 29-39. 1988.
- [24] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS). SAS/STAT User's Guide. Release 9.0, USA. 2001.
- [25] SOLER, C.; GABNER, P.; NIESCHLAG, E.; MONSERAT, J.J.; GUTIERREZ, R.; SANCHO, M.; BUENDÍA, P.; ALVAREZ, J.G.; BEHRE, H.M.; COOPER, T.G. Utilización del Integrated semen analysis system (ISAS) para el análisis morfométrico del semen humano y su significación en las técnicas de reproducción asistida. **Rev. Int. Androl.** 3:112-119. 2005.
- [26] STEEL, R.; TORRIE, J. J. Test de Kruskal Wallis. **Bioestadística: principios y procedimientos**. McGraw Hill (Ed). 2nd Ed. México. Pp 187. 1988.
- [27] SWANEPOEL, F.J.C.; TAYLOR, G.J.; WEBB, E.C.; STROEBEL, A. Effect of nutrition on testicular traits of tropically adapted yearling beef bulls. **Austr. J. Exper. Agric.** 48(7): 950-953. 2008.
- [28] TAYLOR, G. Relationships between scrotal circumference, quantitative testicular traits and growth performance in tropically adapted yearling beef bulls differing in

- age. In: **Factors affecting the production and reproduction performance of tropically adapted beef cattle in Southern Africa**. Department de Animal and Wildlife Science. University of Pretoria. Doctoral Theses. Pp 192-231. 2006.
- [29] TIETZ, N.W. Procedimientos para proteínas totales. Amino acids and proteins **Fundamentals of clinical chemistry**. 2nd Ed. Saunders Co, Philadelphia. Pp 519-618. 1986.
- [30] TRINDER, P. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor. **Ann. Clin. Biochem.** 6: 24-25. 1969.
- [31] VILANOVA, L.; GATICA, R. ¿Puede el Análisis Seminal Predecir Realmente la Fertilidad Potencial en Toros? **Rev. Cient. FCV-LUZ.** XII (3): 202-208. 2002.