

EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN MINERAL SOBRE LA REPRODUCCIÓN DE NOVILLAS BRAHMAN

The effects of mineral supplements on the reproduction of heifers Brahman

Héctor E. Soto*

Julio C. Garmendia**

* Universidad Simón Rodríguez (U.S.R.)
Instituto de Estudios Científicos y Tecnológicos (IDECYT)
Centro de Estudios Biomédicos y Veterinarios (CEBIV)
Av Mara Altos de El Cují. Caracas. Apartado postal 1204
Tlf. 02-6817455

** Universidad Central de Venezuela (U.C.V.)
Facultad de Ciencias Veterinarias (F.C.V.)
Cátedra de Nutrición Animal. Telf. 043-832227

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la suplementación mineral completa sobre algunos factores fisiológicos y biológicos de la reproducción en novillas Brahman, por un período de 270 días. Treinta novillas fueron divididas en tres grupos de diez animales cada uno. El primer grupo (T₁) sirvió como control y fue suplementado con 235 g/animal/día, de una mezcla de melaza, urea y sal. El segundo grupo (T₂), fue suplementado con 250 g/animal/día, de melaza, urea, sal y una mezcla comercial de minerales conteniendo 7,5% de calcio y 6% de fósforo. El último grupo (T₃), recibió una mezcla de 250 g/animal/día, de melaza, urea, sal y una mezcla comercial de minerales conteniendo 19% de calcio y 6% de fósforo. Los parámetros estudiados fueron: a) palpación de ovarios; b) número de servicios por concepción; c) peso corporal; d) progesterona plasmática; e) longitud del ciclo estral y f) número de preñadas. Para el análisis de datos obtenidos en el estudio de los parámetros reproductivos elegidos, se utilizó un diseño totalmente aleatorio, con pruebas de normalidad, análisis de varianza paramétricas y no paramétricas y comparación de medias entre los grupos experimentales. Cuando se compararon las variables palpación de ovarios, número de servicios por concepción y peso corporal, se obtuvieron diferencias altamente significativas en los grupos T₂ y T₃ con respecto a T₁. Para las variables progesterona plasmática, longitud del ciclo estral y número de novillas preñadas por cada grupo, no se observaron diferencias significativas, aun

cuando todas las variables mostraron tendencias numéricas en favor de los grupos suplementados con las mezclas minerales. En este estudio, se puede señalar que la suplementación mineral completa tiene efectos positivos sobre los factores estudiados, que se relacionan con la eficiencia reproductiva en novillas Brahman.

Palabras clave: Minerales, progesterona, actividad ovárica, ciclo estral, *Bos indicus*.

ABSTRACT

The effects of mineral supplements on some physiological and biological parameters of the reproduction in heifers Brahman were evaluated for a period of 270 days. Thirty heifers were divided into three groups of 10 animals each. The first group (T₁) served as the control and it was supplemented with a mixture of 235 g/animal/day, of molasses, urea and salt. The second group (T₂), was supplemented with 250 g/animal/day, of molasses, urea, salt, and a mixture of commercial minerals containing 7,5% of calcium and 6% of phosphorus. The last group (T₃), received 250 g/animal/day, of molasses, urea, salt, and a mixture of commercial minerals containing 19% of calcium and 6% of phosphorus. The studied parameters were: a) ovarian palpation; b) number of services by conception; c) body weight; d) plasmatic progesterone; e) length of the estrous cycle; and f) number of pregnant heifers. For the analysis of the data measured in each studied reproductive parameter, was used a totally random design, with tests of normality, parametric and nonparametric variance analysis and

the mean comparison between the experimental groups. For the values of the variables ovarian palpation, number of services by conception and body weight, were found differences highly significant in the groups T₂ and T₃ in comparison with T₁. The values of plasmatic progesterone, length of the estrous cycle and number of pregnant heifers by each group, did not show significant differences. Nevertheless, all the variables showed numerical tendencies in favor of the supplemented groups with the mineral mixtures. In this study, it can be indicated that the supplemented minerals have positive effects on the studied factors, that are related to the reproductive efficiency in Brahman heifers.

Key words: Minerals, progesterone, ovarian activity, estrous cycle, *Bos indicus*.

INTRODUCCIÓN

La importancia de la suplementación mineral en bovinos ha sido reconocida desde hace tiempo [1, 4, 14, 26, 38]. En extensas zonas tropicales, la carencia de uno o grupos de elementos minerales hacen indispensable la suplementación mineral para poder alcanzar índices de producción acordes con la rentabilidad esperada de los rebaños, sobre todo aquellos que se explotan exclusivamente a pastoreo [24, 25, 39].

Desde principios de siglo, han sido documentados numerosos experimentos relacionados con la suplementación mineral y la eficiencia reproductiva de rebaños bovinos [3, 5, 6, 7, 9, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 28, 37, 38]. En Venezuela, particularmente se ha discutido esta problemática y se han sugerido soluciones técnicas para extensas zonas con deficiencias de minerales únicas o combinadas, donde frecuentemente el fósforo es factor limitante para la producción eficiente [10, 34]. En Venezuela se explotan bovinos de carne leche y sus mestizos, en zonas de sabanas (especialmente los llanos, de los estados ubicados hacia el centro-norte del país, como Cojedes, Guárico, Anzoátegui, Monagas y parte de Bolívar), donde se han reportado tasas de reproducción que a veces no llegan a alcanzar más del 40%.

En el presente trabajo se estudiaron los efectos de la suplementación mineral completa balanceada, sobre parámetros reproductivos de novillas Brahman explotadas a pastoreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar

El experimento tuvo lugar en la Agropecuaria Pozo Azul en la zona de Aroa, estado Yaracuy, región fronteriza con el estado Falcón. Ubicada a 60 metros sobre el nivel del mar, en la latitud 10°35'55" y longitud 68°40'25". La unidad es un centro de cría donde se explota la raza Brahman.

Se dispuso de 3 potreros de entre 10 y 15 Ha cada uno, equipados con comederos techados y bebederos, sembrados de pasto Estrella (*Cynodon plectostachyus*). La explotación cuenta con instalaciones (Corrales, Manga, Brete, Romana etc.) necesarias para el manejo, identificación y pesaje de los animales.

Animales

Se seleccionaron 30 novillas Brahman homogéneas para características tales como peso, edad, y estado del tracto reproductivo. Se escogieron animales no preñados sometidos a planes sanitarios preventivos (vacunadas contra Septicemia hemorrágica, Carbón sintomático, Edema maligno, Rabia y Fiebre Aftosa, libres de Brucelosis y Leptospirosis, y desparasitadas). Fueron asignadas a tres grupos de 10 novillas c/u. Se estableció una rotación quincenal, donde los grupos pastorearon igual tiempo cada potrero, de la siguiente manera: el grupo T₁ se movilizó al potrero donde estuvo el T₂ que a su vez se moviliza al potrero donde permanecían los animales del T₃ y este último pasa al potrero donde permanecía T₁. Esta operación se efectuó cada quince días. El régimen pluviométrico de la zona, la época y el tamaño de los potreros determinó que en ningún caso la oferta de materia verde se viera comprometida por la presencia de los animales en los mismos durante el período experimental.

Grupos o tratamientos, mezclas utilizadas

La fórmula base de la mezcla mineral utilizada fue la siguiente:

Calcio	24,78%
Fósforo	13,22%
Magnesio	2,00%
Zinc	0,72%
Hierro	0,70%
Cobre	0,065%
Iodo	0,039%
Cobalto	0,0095%
Cloro	4,87%
Sodio	3,16%
Selenio.	0,002%
Flúor.	0,1%
Vitamina A	500.000 U.I.
Vitamina D-3	250.000 U.I.
Vitamina E	350 mg.

**En 25 Kg netos.

A partir de esta fórmula se mezcló con sal y/o con carbonato de calcio con el fin de ajustar el contenido de Calcio y

Fósforo en las mezclas finales ofrecidas según se describen a continuación, y con coeficientes de relación Calcio-Fósforo diferentes.

1) Tratamiento "1" (Control): Suministro de suplemento compuesto por: Melaza 175 g, Urea 25g y 35 g. Sal. Mezcla ofrecida. Total: 235 g/animal/día

2) Tratamiento "2" (Mezcla mineral comercial 7.5%Ca- 6% P): Suministro de suplemento compuesto por: 175 g Melaza + 25g Urea + 50g Mezcla mineral:sal (1:2). Total Mezcla ofrecida: 250 g/animal/día

El mineral utilizado en este tratamiento fue mezclado una parte en dos partes de sal (1:2). La mezcla mineral:sal final contiene 7.5% Ca y 6% de P. La relación Ca:P es 1.2 : 1

3) Tratamiento "3" (Mezcla mineral comercial 19% Ca 6% P.): Suministro de suplemento compuesto por: 175g Melaza + 25 g Urea + 50g Mezcla mineral: sal (1:1). Mezcla ofrecida Total: 250g/animal/día

El mineral utilizado en este tratamiento fue mezclado 1:1 con sal y luego balanceado con Carbonato de Ca para modificar la relación Ca:P que quedó 3.1:1 La mezcla mineral:sal final contiene 19% Ca y 6% P.

El consumo de estas mezclas fue completo cada día del período. En ningún día de estudio los animales rechazaron parte del suplemento suministrado. En parte la preocupación por medir el consumo se subsanó por que al utilizar melaza (altamente palatable) en poca cantidad relativa por peso del animal, se garantizó un consumo total diario de las mezclas ofrecidas.

Período del ensayo

Los animales fueron suplementados por un período de seis meses. La evaluación de las variables: longitud del ciclo estral, número de preñadas por grupo y número de servicios por concepción, se prolongó tres meses más allá del período de suplementación, el período experimental total fue de nueve meses incluyendo seis de suplementación y nueve de observaciones y evaluación.

Parámetros medidos

Progesterona sérica. A los animales de todos los grupos les fueron tomadas muestras de sangre para el estudio de progesterona. Estos datos fueron procesados para obtener: a) curvas de progesterona acumulada por tratamiento; b) proporción de muestras mayores a 1.0 y 2.0 ng/ml en cada tratamiento; y c) progesterona detectada los días 0 y 13 del ciclo estral por tratamiento. Esta fue medida por Radio Inmunoensayo (RIA). Se muestrearon 3 ciclos estrales (al inicio, a la mitad y al final del período de ensayo). En cada ciclo se tomaron muestras de cada novilla semanalmente. Los animales fueron sangrados por punción venosa utilizando agujas "Venoject", tubos de vidrio de 10cc con EDTA y agujas 18x1 cm de longitud.

Las muestras fueron centrifugadas (1000 rpm/30 min) y el plasma separado y congelado dentro de las dos horas subsiguientes a la extracción, para evitar la metabolización de la molécula de Progesterona [30]. Luego fueron trasladados congelados en hielo seco hasta el laboratorio para su almacenamiento a -20 grados centígrados y posterior procesamiento.

El análisis de Progesterona por RIA mostró un coeficiente de variación intraensayo de 2,45% e interensayo de 2,05%.

Longitud del ciclo estral. Valor que se obtuvo al promediar el número de días transcurridos entre celo y celo.

Palpaciones mensuales de ovarios: Forma y tamaño de los ovarios y de estructuras ováricas que fueron estudiadas por palpación transrectal semanalmente. La palpación transrectal es un método simple práctico de aplicación precoz y económico. Es el método de elección para un diagnóstico clínico de gestación seguro en la vaca y la yegua. La técnica de palpación utilizada en el presente trabajo fue la descrita por Ostrowsky y col. [31].

Número de gestantes: A partir del mes 5 (4 meses luego de iniciada la suplementación) los animales fueron sometidos a un programa de inseminación artificial. A los 60 días y a los 90 días se hicieron palpaciones para conocer las tasas de preñez. Se utilizó un experimentado inseminador cedido por la estación experimental "La Antonia" de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela (UCV) para los fines de este experimento, el cuál se encargó de realizar todas las inseminaciones necesarias.

Número de servicios por concepción, valor que se obtuvo al dividir el número de inseminaciones que necesitó cada animal para resultar preñado.

Peso de los animales fue tomado quincenalmente durante todo el período, utilizándose para ello una romana ganadera disponible en la unidad.

Análisis de pastos: Muestras mensuales del forraje de los potreros fueron tomadas para determinar: Materia seca, Proteína cruda, Extracto etéreo, Fibra cruda, Cenizas, Extracto Libre de Nitrógeno, Calcio y Fósforo.

Evaluación de semen: El semen utilizado para la inseminación de las novillas en este ensayo fue de un toro propiedad de la unidad, al cual se le ha congelado semen en varias oportunidades. El mismo está identificado con el número 0412.

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado [36] cuyo modelo matemático fue:

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

donde: U = media; T_i = efecto de tratamiento; E_{ij} = efecto propio de la observación j en el nivel i; Y_{ij} = Variable en estudio.

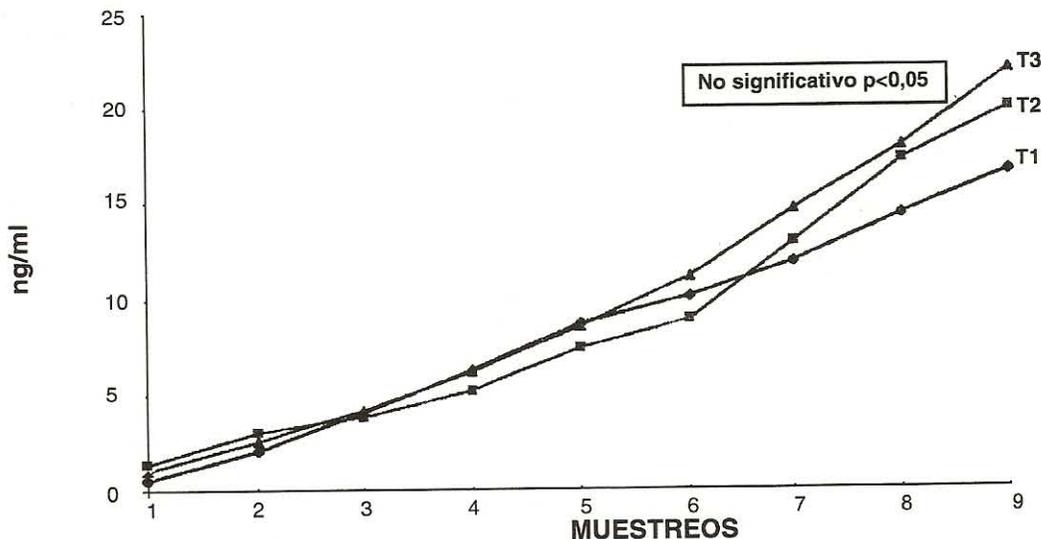


FIGURA 1. PROGESTERONA ACUMULADA (ng/ml).

A las variables en estudio les fue aplicada la prueba de Wilk' Shapiro para comprobar normalidad. De este modo se utilizó un análisis de variancia paramétrico o no paramétrico (Kruskal-Wallis) de acuerdo al caso. En los casos donde el análisis de variancia indicó significación entre dos o más tratamientos se utilizaron pruebas de comparación de medias (prueba de rangos en las no paramétricas y prueba de Tukey a las paramétricas).

El promedio ajustado de peso para los tratamientos fue calculado por regresión lineal en el tiempo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Progesterona

Progesterona acumulada: La FIG. 1 muestra las curvas de P4 acumulada para cada tratamiento, tomando en cuenta a todos los animales (100% de las observaciones). El análisis de variancia arrojó como resultado que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos tanto total como en ninguna de las fechas del muestreo (puntos de la curva). Iguales resultados se obtuvieron cuando se analizaron sólo a las novillas que al inicio del ensayo no estaban ciclando. Se observa una tendencia numérica de los tratamientos 2 y 3 a ser superiores a el grupo control pero sin significación estadística.

Proporción de muestras mayores o iguales a 2.0 ng/ml: se consideró estudiar si al final del experimento (último ciclo de muestreo de progesterona), cuando los animales ya habían consumido gran parte de las dietas experimentales, había alguna diferencia entre tratamientos de progesterona circulante. Existen criterios variables para considerar cual es el nivel de hormona detectable en sangre que pueda considerarse fisiológicamente activo, así ha sido reseñado por la literatura. Cuando se compararon los animales con más de 1.0 ng/ml de progesterona no hubo diferencias entre los tratamientos;

TABLA I
PROPORCIÓN DE MUESTRAS CON NIVELES DE PROGESTERONA IGUALES O MAYORES A 2,0 ng/ml (%)

Tratamientos	2,0 ng/ml	Significación*
1 (n=87)	37,50%	a
2 (n=90)	53,80%	a
3 (n=89)	53,80%	a

*(α) =0,05

TABLA II
NIVELES DE PROGESTERONA PLASMÁTICA LOS DÍAS 0 Y 13 DEL CICLO ESTRAL (ng/ml)

Tratamientos	Día 0	Día 13	Significación*
1 (n=90)	0,3	5,03	a
2 (n=81)	0,4	5,22	a
3 (n=81)	0,4	5,96	a

*(α) =0,05

cuando se compararon la proporción de muestras con más de 2.0 ng/ml se observaron tendencias claras de los grupos suplementados a ser mejores que el control, aun cuando esa diferencia estadísticamente no fue significativa. Estos resultados se muestran en la TABLA I.

Progesterona detectada días 0 y 13 del ciclo: se obtuvieron valores de P4 para los días 0 y 13 del ciclo para cada tratamiento. El promedio para cada grupo se muestran en la TABLA II.

No hubo diferencias significativas entre los tratamientos para los días 0 y 13 del ciclo. En este experimento el valor mí-

TABLA III

PROPORCIÓN DE ANIMALES CON OVARIOS POSITIVOS, AL FINAL DEL PERÍODO (%)

Tratamiento	% de positivos	Significación*
1	66,66	b
2	88,88	a
3	100,00	a

*(α) = 0,01

TABLA IV

LONGITUD DEL CICLO ESTRAL (DÍAS)

Tratamientos	Longitud (días)	Significación*
1 n=29	22,24	a
2 n=29	23,57	a
3 n=30	21,98	a

*(α) = 0,05

TABLA V

NÚMERO DE SERVICIOS POR CONCEPCIÓN

Tratamiento	S/C	Significación*
1	3,166	b
2	2,125	a
3	2,710	ab

*(α) = 0,01

nimo de P4 detectado fue de 0.01 ng/ml y el máximo 10.50 ng/ml. Estos valores se ubican alrededor de lo reportado por diversos autores citados por la literatura y coinciden con otros trabajos hechos en Venezuela por varios autores [11, 13, 23, 27, 29, 33, 39] quienes reportaron valores entre 0.06 y 12.2 ng/ml en sangre de hembras de diversas razas.

Los valores obtenidos para los días 0 y 13 del ciclo promediaron 0.38 y 5.7 ng/ml los cuales se ubican cerca de los límites señalados por Díaz y Manzo [11] quienes reportaron 0.5 y 9.35 ng/ml respectivamente en animales Holstein, Brahman, Carora y mestizos, aunque se observa que para el día 13 los valores obtenidos fueron menores.

Palpación de ovarios

Los animales fueron clasificados de acuerdo a la palpación transrectal de los ovarios en positivos y negativos, siendo los primeros aquellos animales con al menos un ovario funcio-

nal y los negativos aquellos con ambos ovarios infuncionales. Los datos analizados corresponden a palpaciones al final del período experimental (luego de 5 a 6 meses de suplementación) y se muestran en la TABLA III.

El análisis de variancia mostró diferencias altamente significativas ($\leq 0,01$) entre tratamientos para la variable ovarios positivos. Las medias de cada tratamiento se compararon mediante la prueba de Kruskal-Wallis. Los grupos 2 y 3 se comportaron igual entre si y fueron estadísticamente superiores a el grupo control. Podemos señalar que bajo las condiciones de este experimento los suplementos minerales promovieron la actividad ovárica.

Estos resultados coinciden con Call y col., [6] quienes palpando ovarios cada dos semanas en hembras de carne, encontraron un mayor número de ovarios positivos en grupos suplementados, y contradicen los hallazgos de Cartairs y col., [7] quienes no encontraron diferencias significativas en el número de estructuras palpadas (Cuerpos Lúteos) entre animales suplementados y no suplementados.

Longitud del ciclo estral

La longitud del ciclo estral promedio de todos los animales fue de 22.48 días. Esto coincide con lo reportado por Troconiz [40] para este tipo de animales (novillas Brahman) en Venezuela. La longitud del ciclo estral para cada tratamiento se muestra en la TABLA IV .

No hubo diferencias significativas entre los tratamientos para la variable longitud del ciclo estral. Estos datos coinciden con algunos autores [7, 37] quienes reportan que no encontraron modificaciones en la longitud del ciclo estral entre grupos de hembras suplementadas y no suplementadas.

A su vez estos resultados no coinciden con lo sostenido por otro grupo de autores [3, 16, 17, 28, 32] que reportan modificaciones importantes en la longitud del ciclo estral (irregularidades en los ciclos) en animales sometidos a deficiencias minerales.

Servicios por concepción

El promedio de servicios por concepción para el programa de inseminación completo fue de 2.68, lo cual es aceptable para un programa en una finca comercial de esta naturaleza. El número de servicios por concepción para cada tratamiento se muestran en la TABLA V.

El Análisis de Variancia no paramétrico mostró que hay diferencias altamente significativas entre tratamientos (≤ 0.01). La prueba de comparación de rangos usada para comparar los promedios de cada tratamiento señala que el tratamiento 2 es significativamente superior al tratamiento 1 y se comportó similar a el grupo 3. El tratamiento 3 se comportó igual a 2 y a 1, sin embargo hacemos notar la tendencia numérica a ser mejor los grupos suplementados que el grupo control para este importante parámetro.

Estos resultados coinciden con Hignett y Hignett [17] y Morrow [28], quienes señalan un menor número de servicios por concepción en los grupos suplementados. A su vez difieren de Hecht y col., [16] quienes no encontraron diferencias en el porcentaje de concepción al primero, segundo y tercer servicio, entre animales suplementados y no suplementados.

Número de gestantes

El número total de preñadas en la experiencia fue de 28 (77.77%). El número total de preñadas para cada tratamiento se muestran en la TABLA VI.

El análisis de variancia no mostró diferencias significativas entre los tratamientos para la variable número de preñadas. Se muestra la tendencia numérica a ser mejores los grupos suplementados. Asumiendo esta tendencia nuestros datos coinciden con los de la mayoría de los autores citados [3, 5, 6, 8, 15, 17, 20, 28, 38, 39] quienes señalaron que los grupos suplementados tenían mayor porcentaje de preñadas que los grupos control. A la vez difieren de otros [2, 16] quienes no encontraron diferencias significativas para porcentaje de preñez entre grupos suplementados y no suplementados.

Estos resultados contradictorios evidencian la necesidad de llevar a cabo un mayor número de experiencias y cada vez mejor controladas para determinar si la suplementación mineral es determinante en el número de animales preñados. Posiblemente estos ensayos difieran entre si debido a que algunos fueron realizados en condiciones tropicales y otros no, y donde la calidad del forraje pudiera haber jugado un papel determinante.

Peso

Los datos de doce pesajes de los animales de cada uno de los tratamientos se distribuyeron en forma normal. El pro-

medio de las observaciones fue de 361,77 Kg. El promedio de pesos para cada uno de los tratamientos, calculados por regresión lineal se muestran en la TABLA VII.

Mediante el análisis de Covariancia realizado se demostró un efecto significativo para peso por tratamiento. Se hicieron pruebas de comparación de medias (Prueba de Tukey) las cuales demostraron que los tratamientos 2 y 3 fueron superiores estadísticamente al tratamiento 1. Los grupos suplementados con minerales ganaron más peso que el grupo control sin suplemento.

Los suplementos comerciales (grupos 2 y 3) tuvieron igual comportamiento, independientes de la relación Ca:P (1,2:1 Vs 3,1:1). Ambos tratamientos fueron claramente superiores al tratamiento 1 ($\alpha < 0.01$).

Nuestros resultados coinciden con un importante número de autores quienes encontraron pesos superiores en grupos de animales suplementados con minerales cuando se comparan con grupos control sin suplemento, sobretodo en regiones donde se han diagnosticado carencias de uno o más elementos minerales en los suelos, plantas o animales [3, 5, 12, 15, 21, 22, 39]. Igualmente estos datos contradicen hallazgos de otros autores [2, 7, 37] quienes no encontraron en sus experimentos, diferencias significativas en las ganancias de peso de animales suplementados y no suplementados posiblemente debido al tipo de forraje consumido en esos experimentos.

Análisis de forraje

Muestras tomadas mensualmente del forraje de cada potrero (*Cynodon plectostachyus*), fueron enviadas para análisis proximal y químico. Los resultados promedio se muestran en la TABLA VIII, en términos de porcentaje de la materia seca.

TABLA VI
NÚMERO DE GESTANTES POR TRATAMIENTO

Tratamientos	Gestantes	Significación*
1	6	a
2	8	a
3	7	a

*(α) = 0,05. P < 0,05.

TABLA VII
PROMEDIO DE PESOS (Kg)

Tratamientos	Kg	Significación*
1	350,17±43,05	b
2	368,93±43,51	a
3	367,13±39,69	a

*(α) = 0,01. A,b: Letras diferentes en una columna dada indican diferencias significativas. P < 0,01.

TABLA VIII
ANÁLISIS BROMATOLÓGICO Y DETERMINACIÓN DE FÓSFORO (%) EN FORRAJE DE POTREROS DE PASTO ESTRELLA (*Cynodon plectostachyus*)

MS	Humedad	PC	EE	FC	Ceniza	ELN	P	Ca
88,51	6,54	10,84	1,68	40,9	7,24	40,94	0,15	0,36

Análisis efectuados en Laboratorio de nutrición animal. FCV-UCV. MS=materia seca, PC=proteína cruda, EE= extracto etéreo, FC=fibra cruda, ELN=extracto libre de nitrógeno, P= fósforo, Ca = calcio.

Evaluación de semen

El semen fue evaluado microscópicamente y mostró excelentes condiciones de motilidad individual para semen congelado. Igualmente se reconocen una buena cantidad de descendientes del toro de años anteriores, utilizando este semen.

CONCLUSIONES

- La suplementación mineral completa y balanceada de novillas Brahman explotadas a pastoreo mostró tener efectos positivos sobre parámetros reproductivos, con efectos altamente significativos en algunos casos como la presentación de estructuras ováricas palpables, la ganancia de pesos y el número de servicios por concepción, o con tendencias numéricas como la producción de progesterona, en favor de los grupos suplementados.

- No se registraron diferencias entre las mezclas con diferentes relaciones Calcio:Fósforo (1:1 Vs 3,1:1) para la mayoría de los parámetros estudiados con la excepción de número de servicios por concepción, a pesar de que la literatura refiere que modificaciones en este índice pueden afectar la eficiencia reproductiva de las hembras. Es posible que el rango utilizado (sólo dos relaciones no extremas) sea estrecho para este tipo de observación.

- El número de observaciones fue pequeño para algunos parámetros, lo cual es determinante en que algunas las tendencias observadas no se convirtieran en verdaderas diferencias estadísticas.

- Se recomienda repetir experiencias similares con un mayor número de animales, en regiones con deficiencias minerales bien marcadas y en animales con distintas condiciones fisiológicas.

- Se recomienda a los ganaderos establecidos en zonas de conocidas deficiencias de uno o más minerales, hacer una suplementación mineral completa y balanceada al menos en los grupos de animales cuyo estado fisiológico sea más exigente (preñadas en último tercio de gestación, lactantes y animales jóvenes en crecimiento por ejemplo).

AGRADECIMIENTO

A Bayer C.A. por suministrar gentilmente las mezclas minerales para este ensayo. A todo el personal de los laboratorios de Nutrición Animal de las Facultades de Agronomía y Veterinaria de la U.C.V.; así como al Laboratorio de Radioinmunoanálisis de la Facultad de Ciencias Veterinarias-UCV.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMMERMAN, C.B.; GOODRICH, R.D. Advance in mineral nutrition in ruminants. **Journal of Animal Science**. Vol. 57. Suppl. 2:519-533. 1983.
2. AZAGE, T.; ENTWISTLE, K.; MUKASA-MUGERWA, E. Effects of supplementary feeding and suckling intensity on postpartum reproductive performance of small east African Cebú cows. **Theriogenology**. 38:97-106. 1992.
3. BLACK, W.; TASH, L. Effects of phosphorus supplements on cattle grazing on range deficient in this mineral. **Technical bulletin** N° 856. United States Department of Agriculture Washington D.C. 67 pp. 1943.
4. BLODD, D.C.; HENDERSON, J.A. **Veterinarian medicine**. 3rd. ed., William & Wilkins Co., Baltimore, Md. 630 pp.1968.
5. BOTACIO, R. Efecto de la suplementación mineral completa sobre parámetros productivos y reproductivos en bovinos a pastoreo. Facultad de Agronomía y Veterinaria. U.C.V. (Tesis Msc.) Maracay. 88 pp. 1995.
6. CALL, J.W.; BUTCHER, J.E.; BLAKE, J.T.; SMART, R.A.; SHUPE, J.L. Phosphorus influence on growth and reproduction of beef cattle. **Journal of Animal Science**. Vol. 47 N° 1:216-225. 1978.
7. CARTAIRS, J.; MORROW, D.; EMERY, R. Postpartum reproductive function of Dairy cows as influenced by energy and phosphorus status. **Journal of Animal Science**. Vol 51. N° 5:1122-1130. 1980.
8. CATES, W.; CHRISTENSEN, D. The effects of nutrition on conception rate in beef cows at cumberland house, Saskatchewan. **Canadian Veterinary Journal** 24: 145-147. 1983.
9. CHICCO, C.; MAZZARRI, G. Influencia de los factores nutricionales sobre la eficiencia reproductiva de bovinos. **Ciencias Veterinarias**. N° 3:929-953. 1977.
10. CHICCO, C. F.; GODOY DE LEÓN, S. Suplementación mineral de bovinos de carne a pastoreo. En: **III Cursillo de Ganado de Carne**. Facultad de Ciencias Veterinarias, U.C.V., Maracay: 57-76.1987.
11. DÍAZ, T.; MANZO, M. Niveles de progesterona durante el ciclo estral en vacas Holstein, Brahman, Novillas tipo Carora y mestizas. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela. (Tesis). 112 pp. 1983.
12. GHOSH, A; AKBAR, M. Effect of Urea-Molasses-mineral block supplementation on postpartum ovarian activity in zebu cows. **Animal Reproduction Science** 31:61-67. 1993.
13. GONZÁLEZ, O. Patrones hormonales y reproducción en el ganado. En: **Therios. Revista de Medicina Veterinaria y Producción Animal**. Vol. 4 N° 20: 452-461. 1984.
14. HAFEZ, E. **Reproduction in farm animals**. Third edition. Lea and Febiger. USA. 480 pp. 1974.

15. HART, B; MICHELL, G. Effect of phosphate supplementation on the fertility on an open range beef cattle herd on the Barkly Tableland. **Australian Veterinary Journal**. Vol. 41:305-309. 1965.
16. HECHT, D.; WELLS, M.; BUSCH, L.; ADAMS, G. Effects of dietary phosphorus levels on reproductive efficiency in dairy heifers. **Animal Science Research Report** 128 pp. 1977.
17. HIGNETT, S.; HIGNETT, P. The influence of nutrition on reproductive efficiency in cattle: I The effect of calcium and phosphorus intake on the fertility of cows and heifers. **The Veterinary Record** Vol. 63 N° 2:603-609. 1951.
18. HIGNETT, S.; HIGNETT, P. The influence of nutrition on reproductive efficiency in cattle: III The influence of Vit. D status on the effect of calcium and phosphorus intake on the fertility of cows and heifers. **The Veterinary Record** Vol. 65 N° 2:21-24. 1953.
19. HIGNETT, S. Some nutritional and other interacting factors which may influence the fertility of cattle. **The Veterinary Record** Vol. 71 N° 13:247-255. 1959.
20. LITTLE, D.A. Factors of importance in the phosphorus nutrition of beef cattle in northern Australia. **Australian Veterinary Journal** Vol. 46:241-248. 1970.
21. LITTLE, D. Effects of dry season supplements of protein and phosphorus to pregnant cows on the incidence of first post-partum oestrus. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**. Vol. 15:25-31. 1975.
22. LITTLEJOHN, A.; LEWIS, G. (1) Experimental studies of the relationship between the calcium-phosphorus ratio of the diet and fertility in heifers: A preliminary report. **The Veterinary Record** Vol 72. N° 50:1137-1144. 1960.
23. MARTÍNEZ, N.; LÓPEZ, S. Perfiles de progesterona del plasma de vacas lecheras en zona tropical. En: **Congreso Panamericano de Medicina y Zootecnia**. Memoria 060:22-31. 1983.
24. McDOWELL, L.; BAVER, B.; GALDO, E.; KOGER, M.; LOOSLI, J.; CONRAD, J. Mineral supplementation of beef cattle in the Bolivian Tropics. **Journal of Animal Science** Vol 55. N° 4:964-970. 1982.
25. McDOWELL, L.; CONRAD, J.; ELLIS, G.; LOOSLI, J. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. **Boletín Universidad de Florida**. 42 pp. 1984.
26. McDOWELL, L.R. **Minerals in Animal and Human Nutrition**. Academic Press. Inc. San Diego. 180 pp. 1992.
27. MORALES, J; MIKA, J; FERNÁNDEZ, O; GARCÍA, L. Conducta reproductiva de la hembra 3/4 Holstein X 1/4 Cebú. Valores de Progesterona y LH en el postparto. **Revista Cubana de Reproducción Animal** Vol. 9 N° 2: 73-85. 1983.
28. MORROW, D. Phosphorus deficiency and infertility in Dairy Heifers. **Journal. American. Veterinary Medical Association** Vol. 154 N° 7:761-767. 1969.
29. NESTI, M; FACCIO, R.; GIOVANIA, D. Determinación de actividad ovárica en el postparto de vacas, medida por la concentración de progesterona en leche descremada. En: **1er Congreso de Ciencias Veterinarias**. Vol. II. LUZ. Maracaibo. 1989.
30. OLTNER, R.; EDQVIST, L. Changes in plasma progesterone levels during storage of heparinized whole blood from cows, horse, dog and pig. **Acta Veterinaria Scandinava** 23 (1):1-8. 1982.
31. OSTROWSKY, J.; LEFEBVRE, E.; BALGÚN, R.; RUTTER, B.; GLÚDICE, A.; CATALÁ, G.; SARA, R.; AGUERO DE MICHELIZZI, A.; SUCHEYNE, S.; AUZMENDI, J.; LAFFAYE, M.; MONGIARDINO, M.; GARCÍA, R. **Teriogenología, orientaciones para trabajos prácticos de obstetricia y patología de la reproducción de los animales domésticos**. Hemisferio Sur. Buenos Aires. Tomo I. 126 pp. 1979.
32. PALMER, L.; GULLICKSON, W.; BOYD, W.; FITCH, C.; NELSON, J. The effects of rations deficient in phosphorus and protein on ovulation, estrous, and reproduction of Dairy Heifers. **Journal Dairy Science** 24:1999. 1941.
33. PÁRRAGA, Y.; MANZO, M. Estudio de la actividad ovárica postparto a través de palpación rectal y cuantificación hormonal en vacas Holstein. FCV-UCV. (Tesis. Mag. Sc. Inst. Rep. Anim. I.A.). 98 pp. 1988.
34. RÍOS, J.E. Una nota sobre el consumo de sales minerales en bovinos de carne a pastoreo. **Agronomía Tropical** Series 3. Vol. XXIV. N° 2:227-234. 1974.
35. SOTO, E; RAMÍREZ-IGLESIA, L; SOTO, G.; GONZÁLEZ, S. Evaluación de la detección de celos mediante el uso de la progesterona en leche descremada. En: **1er Congreso de Ciencias Veterinarias**. Vol. II. LUZ. Maracaibo. 1989.
36. SOKAL, R.; ROHLS. **Biometry. The principle and practice of statistics in biological research**. Ed. W.H. Freeman and Company. San Francisco. U.S.A. 776 pp. 1969.
37. TELENI, J.D. Effects of supplements of phosphorus and protein on the ovarian activity of cows fed native pasture hay. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry** Vol. 17:207-213. 1977.
38. THEILER, A.; GREEN, H.; TOIT, P. Studies in mineral metabolism. III. Breeding of cattle on phosphorus

deficiente pasture. **Journal Agricultural Science** 18:369. 1928.

39. TOKARNIA, C.; DÓBEREINER, J. Diseases caused by mineral deficiencies in cattle raised under range

conditions in Brazil, (a review). **Pesquisa Agropecuaria Brasileira** Ser. Vet. 8 (Supl.):1-6. 1973.

40. TROCONIZ, J. Duración del ciclo estral, del celo y momento de ovulación en novillas Brahman. FCV-UCV. (Trabajo de Ascenso). Maracay. 83 pp. 1975.