

REDVET Rev. electrón. vet. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>
2013 Volumen 14 N° 2 - <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020213.html>

REDVET - Revista electrónica de Veterinaria - ISSN 1695-7504

Efecto de una suplementación mineral sobre fósforo sérico, parámetros productivos y reproductivos en vacunos doble propósito de fincas deficientes en fósforo edáfico

Barrios Mariana, Sandoval Espartaco, Jorge Borges y Darwin Sánchez

Instituto Venezolano de Investigaciones Agrícolas. CIAE Yaracuy, Venezuela. E-mail: mbarrios@inia.gob.ve; esandoval@inia.gob.ve

Resumen

En este trabajo se evaluó el efecto de una suplementación mineral *ad libitum* sobre el fósforo sérico, parámetros productivos y reproductivos en vacunos doble propósito de fincas deficientes en fósforo edáfico. El estudio fue realizado con 180 animales procedentes de unidades de producción (UP) de doble propósito, con bajos niveles de fósforo edáfico (< 6 ppm). Las UP fueron clasificadas como: T0) pastoreo sin suplementación mineral y T1) pastoreo con suplementación mineral. A los animales del grupo T1 se les ofertó *ad libitum* una mezcla de minerales, colocadas en saleros cerca de la vaquera, y a los del grupo T0 no se les suministro ningún tipo de suplementación. Los niveles de fósforo sérico y las ganancias diarias de peso (GDP) en becerros fueron evaluados previo al tratamiento y al final del ensayo (18 meses). Las lactancias a los 270 días fueron evaluadas como índice productivo y el intervalo entre partos (IEP), los porcentajes de preñez y de vacas con más de 100 días vacías (%VV), como índices reproductivos. Se observó una relación directa entre el contenido de fósforo edáfico y sérico ($R^2 = 0,91$). Previo al tratamiento los valores séricos de fósforo se mostraron bajos para ambos grupos (< 4,5 mg/dl) y post-tratamiento se observó un incremento significativo de fósforo sérico solo en T1 (>6 mg/dl). Se encontró una fuerte y significativa relación entre los valores séricos de fósforo y la suplementación mineral, con un coeficiente de Pearson ($r = 0,93$ ($p < 0,05$)). Posterior al tratamiento la GDP en becerros (570 vs 410 g) y las lactancias cerradas a los 270 días (2492 vs 1007 kg), fue significativamente superior en el grupo T1 respecto a T0, describiéndose una fuerte relación entre la suplementación mineral y la producción de leche ($r = 0,80$; $p < 0,0001$) y una ligera pero significativa relación entre el fósforo sérico y la producción de leche ($r = 0,69$ $p < 0,001$). Los índices reproductivos evaluados resultaron mas favorables para T1 respecto a T0, donde se observó un IEP mas corto (376 vs 420 días), un %VV mas bajo (15 vs 33%) y un % de preñez mas alto (71 vs 56%). Al correlacionar los niveles séricos de fósforo con los índices

1

Efecto de una suplementación mineral sobre fósforo sérico, parámetros productivos y reproductivos en vacunos doble propósito de fincas deficientes en fósforo edáfico
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020213/021312.pdf>

reproductivos se encontró una fuerte y significativa ($p < 0,01$) asociación negativa con el IEP y %VV ($r = -0,88$ y $-0,82$, respectivamente) y una significativa asociación positiva con el porcentaje de preñez ($r = 0,71$; $p < 0,05$). Estos resultados destacan la importancia de mantener niveles óptimos de fósforo sérico en los animales para garantizar una eficiente reproducción. La práctica de suplementar *ad libitum* con una fórmula mineral completa (T1) resultó beneficiosa para controlar la hipofosfatemia y mejorar significativamente los índices productivos y reproductivos evaluados en este trabajo.

Palabras clave: fósforo sérico, fósforo edáfico, suplementación mineral, producción y reproducción.

Abstract

This study evaluated the effect of an *ad libitum* mineral supplementation on serum phosphorus, productive and reproductive parameters in dual purpose cattle from soil phosphorus deficient farms. The study was conducted with 180 animals from dual-purpose production units (UP) with low soil phosphorus levels (< 6 ppm). The UP were classified as T0) grazing without mineral supplementation and T1) grazing with mineral supplementation. The animals of T1 group received a mixture of *ad libitum* minerals, put in salt shakers near to cowgirl, and T0 group were not providing any kind of supplementation. Serum phosphorus levels and average daily gains (GDP) in calves were evaluated before treatment and at the end of the trial (18 months). Lactations to 270 days were evaluated as productive parameters and calving interval (IEP), pregnancy rates and of cows with more than 100 days empty (% VV) as reproductive parameters. There was a direct relationship between soil phosphorus content and serum ($R^2 = 0.91$). Pretreatment serum phosphorus values were low for both groups (< 4.5 mg / dl) and post-treatment showed a significant increase of serum phosphorus in T1 only (> 6 mg / dl). There was a strong and significant relationship between serum phosphorus and mineral supplementation, with a Pearson coefficient ($r = 0.93$ ($p < 0.05$)). After treatment the GDP in calves (570 vs 410 g) and lactations to 270 days (2492 vs 1007 kg) was significantly higher in group T1 compared to T0, describing a strong relationship between milk production and mineral supplementation ($r = 0.80$, $p < 0.0001$) and a slight but significant relationship between serum phosphorus and milk production ($r = 0.69$, $p < 0.001$). Reproductive parameters evaluated were more favorable for T1 to T0, being observed an IEP shorter (376 vs. 420 days), a VV% lower (15 vs 33%) and a pregnancy rate higher (71 vs 56%). By correlating the serum phosphorus levels with reproductive parameters found a strong and significant ($p < 0.01$) negative association with the IEP and %VV ($r = -0.88$ and -0.82 , respectively) and a significant positive association with the pregnancy rate ($r = 0.71$, $p < 0.05$). These results highlight the importance of maintaining optimal levels of serum phosphorus in animals to

ensure the efficient reproduction. The practice of supplementing *ad libitum* with a complete mineral formula (T1) was beneficial for controlling the hypophosphatemia and significantly improve the productive and reproductive parameters evaluated in this work.

Keywords: phosphorus serum, soil phosphorus, supplementation mineral, production and reproduction.

Introducción

La ganadería bovina en Venezuela depende, fundamentalmente, de la utilización de los forrajes para obtener nutrientes requeridos para mantenimiento, producción y reproducción. Sin embargo, en nuestro ambiente tropical existen limitaciones climáticas y de suelo que imponen severas restricciones nutricionales a los pastos (López *et al.*, 2008). El contenido mineral de las pasturas representa una limitante muy importante en los sistemas de producción de bovinos. El tipo de suelo, la falta de fertilización, la utilización de suplementos minerales de baja calidad y los aumentos de los requerimientos minerales en los animales determinan, en muchas explotaciones ganaderas, deficiencias crónicas de los mismos en los programas de alimentación. Bajo éstas circunstancias los animales presentan desde pobres índices productivos y reproductivos hasta la aparición de síntomas de enfermedades que pueden llevar a mortalidad (Botacio y Garmendia, 1997; Elizondo, 2007).

En el país existen marcadas y generalizadas deficiencias de fósforo y calcio, localizadas de cobre, zinc, manganeso y cobalto, y ocasionales de otros elementos. Se ha reportado que, el 90% de muestras del forraje proveniente de los llanos venezolanos tienen una concentración de fósforo inferior a 0,20% en base a materia seca, valor considerado crítico para la producción vacuna, así como también algunos excesos de hierro y manganeso (Chicco y Godoy, 1987; Lopez *et al.*, 2008). En el municipio Manuel Monge del estado Yaracuy han sido reportadas deficiencias edáficas y séricas de fósforo en unidades de producción de doble propósito, con concentraciones promedios < 8 ppm y < 4,3 mg/dl, respectivamente (Barrios *et al.*, 2010).

El fósforo es el segundo mineral más abundante del cuerpo y tiene más funciones conocidas en el organismo que cualquier otro elemento. Además de su rol vital en el desarrollo y mantenimiento del tejido esquelético, tiene también una función especial en el crecimiento celular y juega un papel clave en muchas otras funciones metabólicas. El fósforo es fundamental para la conversión de la energía contenida en el pasto a energía utilizable por el animal. Una deficiencia de fósforo disminuye el consumo de la pastura y así la tasa de crecimiento de animales, la

eficiencia reproductiva y la producción de leche (Elizondo, 2007; Barrios *et al.*, 2010).

Los suelos deficientes de fósforo producen pasturas deficientes en este elemento lo que conduce a encontrar rebaños de animales con valores bajos de fósforo sérico (hipofosfatemia) y en consecuencia bajas ganancias de peso, así como, problemas reproductivos y bajos niveles productivos. La suplementación mineral surge como alternativa factible para mantener niveles adecuados de fósforo en los animales deficientes, garantizando de este modo un aporte adecuado de este mineral que permita cubrir sus requerimientos.

Basados en este contexto en este trabajo se evaluó el efecto de una suplementación mineral *ad libitum* sobre el fósforo sérico, parámetros productivos y reproductivos en vacunos doble propósito de fincas deficientes en fósforo edáfico.

Materiales y Métodos

Área de estudio.

El área de trabajo se ubica entre los 10° 35' y 10° 50' de latitud norte y 68° 15' y 69° 00' de longitud este, en el municipio Manuel Monje del estado Yaracuy, correspondiéndose según Ewel y Madriz (1968), como una zona de bosque seco tropical, con gran variabilidad de suelos, una precipitación y temperatura promedio de 1300 mm/año y 24°C, respectivamente.

Sistemas de producción.

El estudio se realizó en 180 animales procedentes de unidades de producción (UP) de doble propósito, con alto nivel de mestizaje *Bos taurus taurus*, dos ordeños diarios de forma manual con apoyo del becerro, baja producción de leche (4,2 Kg/día en promedio), adecuado número y uso rotacional de potreros (*Brachiaria humidicola* y *Cynodon nlenfuensis*) y bajos niveles de fósforo en el suelo (fósforo edáfico < 6 ppm).

Los planes sanitarios para todos las UP contemplan vacunaciones para fiebre aftosa, rabia paralítica, carbón bacteriano, triple y brucelosis y evaluaciones coprológicas mensuales con tratamientos antihelmínticos cada tres meses.

Diseño experimental.

Las UP fueron clasificadas como: T0) pastoreo sin suplementación mineral y T1) pastoreo con suplementación mineral. A los animales del grupo T1 se les ofertó *ad libitum* una mezcla de minerales (cuadro 1), colocadas en saleros cerca de la vaquera durante 18 meses. Los animales accedieron a la suplementación luego

del ordeño. A los del grupo T0 no se les suministro ningún tipo de suplementación. Los niveles de fósforo sérico fueron evaluados previo al tratamiento y al final del ensayo (18 meses), en este momento también fueron evaluados las ganancias diarias de peso (GDP) en becerros. Las lactancia a los 270 días fueron evaluadas como índice productivo y el intervalo entre partos (IEP), los porcentajes de preñez y de vacas con más de 100 días vacías (%VV), fueron evaluados como índices reproductivos.

Cuadro 1. Composición y porcentaje de elementos minerales integrantes del compuesto empleado como suplemento mineral durante el estudio

Componente	Concentración
Calcio	18-20 %
Fósforo	18,00%
Relación Ca/P	1,25:1
Magnesio	1,5
Cloruros	1,33
Sodio	0,5
Azufre	0,3
Potasio	0,4
Cobalto	14 ppm
Cobre	1000 ppm
Yodo	50 ppm
Selenio	30 ppm
Cinc	7000 ppm
Vitamina A	20.000 UI
Vitamina D3	3000 UI
Vitamina E	30 mg

Determinación de fósforo sérico.

A todos los animales se les tomó asépticamente una muestra de sangre por venipuntura de la vena yugular utilizando tubos de sangría tipo vacutainer sin anticoagulante para la obtención de suero. Los niveles de fósforo fueron determinados mediante un ensayo colorimétrico (kit comercial marca Winner) siguiendo las instrucciones del fabricante.

Determinación de fósforo edáfico.

En las UP evaluadas, se tomaron muestras aleatorias de suelo en los potreros, a una profundidad de 0-20 cm, a las cuales se les determinó el contenido de fósforo disponible a través del método de Olsen (Olsen *et al.*, 1954).

Índices productivos y reproductivos.

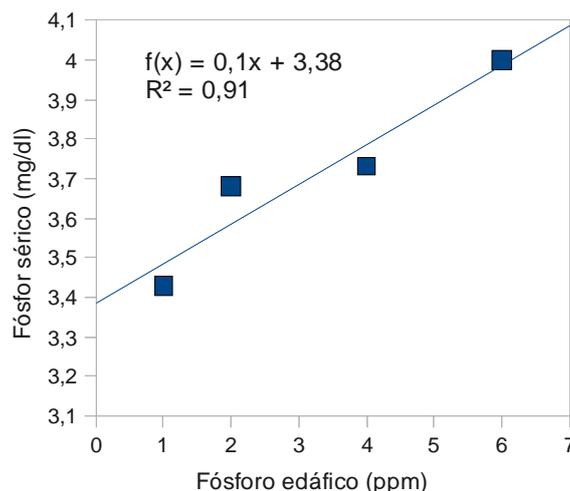
Los parámetros de producción y reproducción fueron medidos mensualmente en cada UP y cargados en el programa de control zootécnico super leche el cual calculó los índices de lactancia, IEP, porcentaje de preñez y de vacas con más de cien días vacías. La GDP de los becerros fue evaluada por determinación mensual del peso corporal utilizando una romana marca Tru-Test Series 200. Los diagnósticos ginecológicos se realizaron mediante palpación transrectal. La producción de leche fue diariamente medida mediante individual.

Análisis estadístico.

Para el análisis de los datos se determinó la media y la desviación estándar en todos los grupos. La comparación entre las medias se realizó mediante la prueba de t-student, estableciéndose un $\sigma = 5\%$ como nivel de significancia. Se calculó el coeficiente de correlación de Pearson para buscar asociaciones entre la suplementación, el fósforo sérico y los demás parámetros evaluados. Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico Infostat (2004).

Resultados y Discusión

Gráfico 1. Valores promedios de fósforo sérico en vacunos doble propósito, respecto a la concentración edáfica de fósforo en las UP.



$f(x)$: función lineal; R^2 : Coeficiente de regresión

Los valores séricos de fósforo al inicio de la investigación fueron significativamente menores en las UP con los valores mas bajos de fósforo edáfico (Gráfico 1), observándose una relación directa entre el contenido de este mineral en el suelo y en los animales ($R^2= 0,91$). Los desequilibrios de minerales (deficiencias o excesos) en suelos y en los forrajes han sido considerados como responsables de la baja producción y problemas reproductivos de los rumiantes en pastoreo en los trópicos, relacionándose con desequilibrios en sus concentraciones séricas, y por tanto en su disponibilidad para el metabolismo animal (Cipagauta *et al.*, 1992; Klassen, 2010). Lebdosoekojo *et al.* (1980) reportaron una asociación ($P<0,05$) entre el contenido de fósforo en forraje y el suero sanguíneo de vacas a finales de gestación y comienzos de lactación, con valores de R^2 de 0,67 y 0,66, respectivamente. Barrios *et al* (2010), describieron la presencia de rebaños hipofosfatémicos ($< 4,2$ mg/dl) en UP con suelos deficientes de fósforo. Sin embargo Fordyce *et al.* (1996) y Depablos *et al.* (2009a) no encontraron asociación entre el contenido de elementos minerales en el suelo-forraje y su concentración en suero sanguíneo.

En la tabla 1 se muestran las concentraciones de fósforo sérico antes y después de la suplementación mineral, evidenciándose valores de fósforo pre-tratamiento por debajo de 4,5 mg/dl, valor crítico descrito por Macdowell *et al* (1997), tanto en T0 como en T1. En las concentraciones post-tratamiento solo se observo un incremento significativo en T1, el cual fue suficiente para normalizar la concentración de fósforo sérico, superando el limite crítico y por tanto la hipofosfatemia.

Tabla 1. Valores promedio de fósforo sérico en vacunos doble propósito suplementados o no con una mezcla mineral.

Grupos	n	Fósforo sérico (mg/dl) Pre-tratamiento		n	Fósforo sérico (mg/dl) Post-tratamiento	
		Vacas	Becerr os		Vacas	Becerro s
T0	53	3,56 ± 1,03	4,26 ± 1,11	2	3,52 ± 0,91 ^b	3,87 ± 1,20 ^b
				7		
T1	68	3,71 ± 1,32	3,98 ± 1,16	3	6,32 ± 1,26 ^a	6,40 ± 1,12 ^a
				2		

Media ± Desviación estandar; T1: con suplementación; T2: sin suplementación; letras distintas en la misma columna: diferencias significativas ($p<0,05$)

Nuestros resultados coinciden con los de otros investigadores quienes han reportado incrementos significativos de las concentraciones séricas de fósforo en animales suplementados con minerales, concentrados u otra fuente alternativa, llegando en algunos de los casos a normalizarse los valores de fósforo (Botacio y Garmendia, 1997; Razz y Clavero, 2004; Miranda *et al.*, 2006; López *et al.*, 2008).

Se realizó un estudio de correlación para evaluar si los valores séricos de fósforo están asociados con la suplementación mineral, encontrándose una fuerte y significativa relación entre estos con un coeficiente de Pearson (r)= 0,93 ($p < 0,05$). Horst (1986) estableció que en los rumiantes la absorción del fósforo está relacionada con la cantidad de este mineral presente en la dieta y también se relaciona directamente con las concentraciones del fósforo sanguíneo.

En la tabla 2 se presenta el efecto de la suplementación mineral sobre parámetros productivos, observándose una GDP en becerros significativamente superior en el grupo T1 respecto a T0 (570 vs 410 g), lo que demuestra un efecto positivo de la suplementación sobre este parámetro. Botacio y Garmendia (1997) evaluaron el efecto de una suplementación mineral sobre la GDP bovinos a pastoreo, reportando para los animales suplementados, ganancias de peso marginales durante la época seca, siendo más significativas en la época lluviosa. Segura y Castellanos (1999) reportaron incrementos significativos de la GDP en bovinos a pastoreo luego de una suplementación fosforada encontrando incrementos de hasta 31.8%.

Tabla 2. Valores promedio de parámetros productivos en vacunos doble propósito suplementados o no con una mezcla mineral.

Grupo	n	GDP (g) Becerros	Diferencia	Lactancia (Kg leche/270 d)	Diferencia
T0	27	410 ± 210 ^b	-	1007 ± 368 ^b	-
T1	32	570 ± 360 ^a	160 g	2492 ± 658 ^a	1485 Kg

Media ± Desviación estandar; T1: con suplementación; T2: sin suplementación; GDP: ganancia diaria de peso; letras distintas en la misma columna: diferencias significativas ($p < 0,05$)

Obispo *et al* (2002) en el estado Guárico-Venezuela compararon la GDP de hembras pastando en sabanas naturales y suplementadas con una mezcla mineral completa vs sal blanca; en el grupo de hembras en crecimiento la GDP resultante de la suplementación mineral (208 g/día) fue significativamente superior que la obtenida con el consumo solo de sal (143 g/día).

En este estudio se observó que la suplementación mineral favoreció significativamente las lactancias cerradas a los 270 días siendo de 2492 y 1007 kg de leche para T1 y T0, respectivamente (Tabla 2). Hasta el momento la información publicada sobre la respuesta en producción de leche a la

suplementación mineral en el trópico es escasa y contrastante, así Gabaldon *et al* (1999), reportaron una producción promedio por lactancia de 1345 Kg de leche en el grupo suplementado con un bloque de minerales respecto al grupo control (1006 Kg de leche). Por su parte Herrera *et al* (2009), evidenciaron una tendencia al aumento en la producción de leche en animales suplementados con bloques multinutricionales (BM) el cual se vio reflejado en la fracción consumida por el becerro. Sin embargo Drescher *et al* (2002), no observaron efecto de la suplementación mineral sobre la producción de leche (2,28 vs 2,35 l/vaca/día).

Una deficiencia de fósforo disminuye el consumo de la pastura y así la tasa de crecimiento de animales, la eficiencia reproductiva y la producción de leche. El uso de la suplementación mineral manejada adecuadamente supone siempre una mejora en la eficiencia productiva. Su efectividad debe analizarse siempre, ya que existen otros factores que influyen en la producción que pueden interferir o enmascarar esa efectividad (Barrios *et al.*, 2010).

Se encontró una fuerte relación entre la suplementación mineral y la producción de leche ($r=0,80$; $p<0,0001$) y una ligera pero significativa relación entre el fósforo sérico y esta misma variable ($r= 0,69$ $p<0,001$), lo que demuestra la influencia positiva que tiene el consumo de minerales y específicamente el fósforo, sobre el metabolismo de la vaca lactante. La relación suelo-planta-animal es la que determina las necesidades de los minerales y de los aportes que se deben suministrar a través de una adecuada suplementación mineral. Suelos pobres a muy pobres en minerales permiten el crecimiento de forrajes con bajas concentraciones de los mismos lo que deriva en rebaños con déficit de minerales esenciales, desfavoreciendo los índices productivos (Moya, 2009). Un aporte cualitativo y cuantitativo de minerales en la ración es esencial para mantener la salud de los animales y hacer más eficiente su rendimiento productivo. Este rol lo cumplen los minerales favoreciendo la fermentación ruminal y por ende la utilización de los alimentos, haciendo más eficiente el aprovechamiento de los principales nutrientes, tales como, hidratos de carbonos (estructurales y no estructurales) y proteínas (Hernández, 2004).

Tabla 3. Valores promedios y porcentuales de parámetros reproductivos en vacunos doble propósito suplementados o no con una mezcla mineral.

Grupo	n	IEP (días)	Diferencia	Vacas vacías > 100 días (%VV)	Diferencia	Porcentaje de Preñez	Diferencia
T0	53	420 ± 40 ^b	-	33% ^b	-	56% ^b	-
T1	68	376 ± 34 ^a	-44	15% ^a	-18%	71% ^a	15%

Media ± Desviación estandar; T1: con suplementación; T2: sin suplementación; IEP: intervalo entre partos; letras distintas en la misma columna: diferencias significativas ($p < 0,05$)

La tabla 3 muestra los índices reproductivos evaluados en ambos grupos, resultando estos mas favorables para T1 respecto a T0, donde se observó un IEP mas corto (376 vs 420 días), un %VV mas bajo (15 vs 33%) y un % de preñez mas alto (71 vs 56%).

Las actividades fisiológicas asociadas a la reproducción como el ciclo estral, gestación, lactación y crecimiento son exigentes desde el punto de vista mineral y requieren un suministro constante y adecuado de los mismos (Garmendia y Chicco, 1988). En el trópico se han reportado resultados satisfactorios en la reproducción del rebaño simplemente por la práctica de suplementar con una buena formula mineral. Los porcentajes de pariciones en diversas regiones tropicales del mundo tuvieron incrementos desde 10 al 50% y los abortos disminuyeron de 10% a menos de 1 % (Miles y McDowell, 1983; Mc Dowell *et al.*, 1984).

En un estudio realizado en el Estado Bolívar por Botacio y Garmendia (1997) demostraron como la suplementación mineral incrementó el porcentaje de preñez (>50%), y disminuyo el intervalo parto-concepción y el número de abortos. Pérez (1999) comprobó, en Barinas, como la suplementación mineral, acompañada de la semilla de algodón, durante los últimos 90 días de gestación mejoraba los índices reproductivos en vacas de doble propósito. Correa y Ramírez (2010) reportaron que la suplementación mineral a través de BM en animales cebuinos mejora los índices reproductivos al igual que los animales que consumen formulas minerales completas. Sin embargo, Soto y Garmendia (1998) y Depablos *et al.*, (2009b) bajo condiciones experimentales, reportaron que la suplementación mineral y proteico mineral no mejora en forma significativa los índices reproductivos de los animales.

De tal manera que la forma más práctica de garantizar un comportamiento reproductivo adecuado de las hembras reproductoras es garantizarles una alimentación con niveles óptimos de minerales en el peri-parto y durante el crecimiento para impedir cambios de peso y condición corporal (Chicco y Godoy, 1996).

El contenido de minerales de los forrajes de mediana calidad no es capaz de cubrir los requerimientos de las hembras que se reproducen e inclusive no aportan los nutrientes requeridos para el mantenimiento de una modesta cantidad de leche. Bajo éstas circunstancias las hembras migran minerales desde sus reservas para mantener la lactación (balance negativo) y el animal, en la mayoría de los casos, entra en anestro. De tal manera que la gran parte de los forrajes tropicales no están en capacidad de aportar los nutrientes adecuados para obtener índices reproductivos satisfactorios (Garmendia y Chicco, 1988).

Al correlacionar los niveles séricos de fósforo con los índices reproductivos se encontró una fuerte y significativa ($p < 0,01$) asociación negativa con el IEP y %VV ($r = -0,88$ y $-0,82$, respectivamente) y una significativa asociación positiva con el porcentaje de preñez ($r = 0,71$; $p < 0,05$). Estos resultados destacan la importancia de mantener niveles óptimos de fósforo sérico en los animales para garantizar una eficiente reproducción.

El fósforo es un elemento imprescindible para la transferencia y utilización de la energía en múltiples procesos orgánicos, incluidos los relacionados con los procesos reproductivos. La mayoría de las hormonas están compuestas por estructuras lipídicas cuyo metabolismo normal y producción dependen directamente de la presencia de este mineral en los sitios de síntesis hormonal. Todos los procesos de síntesis de fosfolípidos y síntesis de moléculas energéticamente activas como el ATP y el AMP-cíclico dependen en forma directa del fósforo disponible en el organismo. Por estas razones las deficiencias de este mineral han sido comúnmente asociadas con disminución en el rendimiento reproductivo evidenciado por ovarios estáticos, retardo en el inicio de la actividad sexual y bajas tasas de concepción, principalmente en ganado lechero. Además se han detectado ciclos estrales irregulares, incremento en quistes foliculares, alteraciones en la presentación del estro y disminución en la actividad ovárica en ganado de carne, asociado con dietas deficientes en este mineral (Rugeles, 2001; Forero, 2004).

Conclusiones

Bajo nuestras condiciones de estudio la deficiencia de fósforo edáfico provocó en el ganado una condición conocida como hipofosfatemia, encontrándose una relación directa entre los niveles de fósforo en el suelo y el fósforo sérico. Este estado carencial en el grupo control (T0) produjo efectos negativos sobre la

fisiología animal disminuyendo el rendimiento productivo y reproductivo. La práctica de suplementar *ad libitum* con una fórmula mineral completa (T1) resultó beneficiosa para controlar la hipofosfatemia y mejorar significativamente los índices productivos y reproductivos evaluados en este trabajo.

Bibliografía

- Barrios M., Sandoval E., Camacaro O., Borges J. 2010. Importancia del fósforo en el complejo suelo-animal. *Mundo Pecuario*, VI (2): 151-156.
- Botacio R., y Garmendia J. 1997. Efecto de la suplementación mineral sobre el status mineral, parámetros productivos y reproductivos en bovinos a pastoreo. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 5(Supl. 1): 245-247.
- Chicco C., Godoy S. 1987. Suplementación mineral de bovinos de carne a pastoreo. En: III Cursillo Sobre bovinos de Carne. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. D.Plasse, N. Peña de Borsotti, y J. Arango (Eds.). Maracay, Octubre. 47-103 pp.
- Chicco, C.F. y S. Godoy. 1996. Estrategias para la suplementación mineral de los bovinos de carne a pastoreo. En: D. Plasse, N. Peña y R. Romero (Eds). XII Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 27-43.
- Cipagauta M., Laredo M., Paladines O. 1992. Suplementación de ganado bovino con tres fuentes de fósforo, en los llanos orientales de Colombia. *Revista ICA*. 27: 333- 345.
- Correa A., y Ramírez P. 2010. Evaluación comparativa del desempeño de tres fuentes de suplementación proteico-mineral, sobre los parámetros productivos y reproductivos en un hato de crías cebú comercial en el urabá antioqueño. *Revista de Veterinaria* 11(12), disponible en línea: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121210/121007.pdf>.
- Depablos L., Godoy S., Chicco C., y Ordoñez J. 2009a. Nutrición mineral en sistemas ganaderos de las sabanas centrales de Venezuela. *Zootecnia Tropical* 27(1): 25-37.
- Depablos L., Ordoñez J., Godoy S., y Chicco C. 2009b. Suplementación mineral proteica de novillas a pastoreo en los Llanos Centrales de Venezuela. *Zootecnia Tropical* 27(3): 249-262.
- Drescher K., C. Labrador y N. Martínez. 2002. Producción y composición de leche en vacas de doble propósito con suplemento mineral. *Rev. Científica LUZ*, 22 (Supl. 2):539-541.
- Elizondo J. 2007. Fósforo: importancia, problemas ambientales y requerimientos en ganado de leche. Presentado en el curso RAPCO (Regional Animal Production Courses) en ganado lechero. 3 al 7 de setiembre del 2007. Escuela Centroamericana de Ganadería. Balsa de Atenas, Costa Rica.
- Ewel, J. y Madriz, A. 1968. Zonas de vida de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cria. pp 265.

- Fordyce F., D. Masara y J. Appleton. 1996. Stream sediment, soil and forage chemistry as indicators of cattle mineral status in northeast Zimbabwe. Geological Society Special Publishing, 113: 23-37.
- Forero L. 2004. Fallas reproductivas asociadas a deficiencias de microminerales: caso colombiano. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible en línea: www.produccion-animal.com.ar (consultado el 20-08-2011).
- Gabaldón L., Combellas J., Ojeda A., y La Rocca O. 1999. Influencia de la suplementación con un bloque de minerales sobre las variables productivas de vacas de doble propósito pastoreando *Cynodon nlemfuensis*. Zootecnia Tropical 17(2): 229-242.
- Garmendia, J.C. y C.F. Chicco. 1988. Manejo alimenticio para mejorar la eficiencia reproductiva de bovinos de carne a pastoreo. En: D. Plasse y N. Peña (Eds). IV Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. Pp 175-213.
- Hernández J. 2004. El fósforo en la vaca lechera. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible en línea: www.produccion-animal.com.ar (consultado el 20-08-2011).
- Herrera A., Martínez N., Herrera P., Colmenárez O., y Birbe B. 2009. Consumo de heno y producción de leche en vacas doble propósito suplementadas con bloques multinutricionales. Zootecnia Tropical 27(4): 465-473.
- Horst R. 1986. Regulation of calcium and phosphorus homeostasis in the dairy cow. Journal Dairy Science. 69: 604-616.
- INFOSTAT. Infostat versión 2004. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 2004.
- Klassen N. 2010. Suplementación con minerales para animales en pastoreo <http://archivo.abc.com.py/suplementos/rural/articulos.php?pid=461989> (Consultado 06-28-2010)
- Lebdoesoekojo S., C. Ammerman, N. Raun, J. Gomez y R. Littell. 1980. Mineral nutrition of beef cattle grazing native pastures on the eastern plains of Colombia. Journal Animal Science 5: 1249-1260.
- López M., Godoy S., Alfaro C., y Chicco C. 2008. Evaluación de la nutrición mineral en sabanas bien drenadas al sur del estado Monagas, Venezuela. Revista Científica FCV-LUZ, XVIII (2): 197-206.
- McDowell, L.R., J. Conrad, G. Ellis, J. Loosli. 1984. Minerales para Rumiantes a Pastoreo en Regiones tropicales. Departamento de Ciencia Animal. CIAT. Universidad de Florida y Agencia de los EUA para el Desarrollo Internacional. Boletín. 90 p.
- McDowell L., J. Velásquez-Pereira y G. Valle. 1997. Minerales para Rumiantes en Pastoreo en Regiones Tropicales. 3ra ed. Universidad de Florida. Gainesville, EUA.
- Miles, W. y L.R. McDowell. 1983. Mineral deficiencies in the llanos rangeland of Colombia. World Animal Review. 46:2.

- Miranda S., González D., Rojas N., y Villalobos G. 2006. Concentraciones sanguíneas de calcio, fósforo y magnesio en mautas mestizas (*taurus-indicus*) suplementadas estratégicamente durante el periodo peripuberal. *Revista Científica, FCV-LUZ XVI*, No 3, 264 - 272.
- Moya A. 2009. ¿De verdad necesito comprar minerales?. *Venezuela Bovina* 24:89-91.
- Obispo N., Garmendia J., Godoy S., Chicco C., y Acevedo D. 2002. Suplementación mineral y proteica de bovinos de carne pastoreando en sabanas naturales donde ocurre el síndrome parapléjico. *Revista Científica, FCV-LUZ XII*, No 3, 161-168
- Olsen, S. R., C. V. Cole, F. S. Watanabe, and L. A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. Department of Agriculture. Circular 939. U.S. Washington, D. C.
- Pérez, N. 1999. Efecto de la suplementación en parto con semilla de algodón y una mezcla mineral sobre el comportamiento productivo y reproductivo en vacas de doble propósito. Tesis de Magíster Scientiarum. Postgrado de Producción Animal. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. UCV. Maracay. 73 p.
- Razz R., y Clavero T. 2004. Niveles de urea, fósforo, glucosa e insulina de vacas en ordeño suplementadas con concentrado en un sistema de *Panicum maximum* y *Leucaena leucocephala* . *Revista Científica, FCV-LUZ XIV*, No 4, 365 – 369.
- Rúgeles C. 2001. Interrelaciones entre nutrición y fertilidad en bovinos. *MVZ-Córdoba* 6: (1), 24-30.
- Segura V., Castellanos A. 1999. Efecto de la suplementación fosforada sobre la ganancia de peso de bovinos en pastoreo en Yucatán, México. *Vet. Méx.*, 30(3): 257-261.
- Soto H., y Garmendia J. 1998. Efecto de la suplementación mineral sobre novillas Brahman. *Revista Científica, FCV-LUZ VIII(1)*: 68-76.