

## Perfil bioquímico mineral en vacas cruzas de Cebú preñadas y vacías de un establecimiento de Caraguatay (Paraguay)

*Mineral biochemical profile in cows crosses of Zebu pregnant and empty of an establishment from Caraguatay (Paraguay)*

Acosta Portillo M<sup>1</sup> , Uran N<sup>1</sup>, Brites L<sup>1</sup>, Pedrozo Prieto R<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Asunción - Facultad de Ciencias Veterinarias - Departamento de Patología y Clínica - División Patología Clínica - San Lorenzo - Paraguay

**RESUMEN.** Con el objetivo de evaluar el perfil bioquímico mineral en vacas cruzas de cebú preñadas y vacías en un establecimiento de Caraguatay (Paraguay) en 2019 se extrajeron muestras de sangre de 50 vacas de las cuales 26 estaban preñadas y 24 vacías. Se determinó por fotometría las concentraciones séricas de los minerales calcio, fosfato inorgánico y magnesio. Los valores obtenidos arrojaron los siguientes resultados: los valores de calcio fueron menores ( $p=0,01$ ) en vacas preñadas (9,3 mg/dL) que en vacas vacías (10,8 mg/dL). Los valores de fosfato inorgánico y magnesio fueron 7,2 mg/dL y 2,8 mg/dL en vacas preñadas y 6,9 mg/dL y 2,6 mg/dL en vacas vacías, no habiendo diferencias significativas al comparar ambos estados reproductivos ( $p=0,47$ ;  $p=0,14$  respectivamente). La relación calcio: fósforo fue de 1,3:1 y 1,6:1 en vacas preñadas y vacías. Las vacas vacías presentaron menor condición corporal que las preñadas ( $p=0,02$ ). Se concluye que no hubo deficiencia de los minerales estudiados debido probablemente a la utilización de suplementos minerales vía oral y parenteral.

**Palabras clave:** minerales, cruzas de cebú, vacas preñadas, vacas vacías, suplementación mineral.

**ABSTRACT.** With the objective of evaluating the mineral biochemical profile in pregnant and empty zebu cross cows in an establishment in Caraguatay (Paraguay) in 2019, blood samples were extracted from 50 cows, of which 26 were pregnant and 24 were empty. The serum concentrations of the minerals calcium, inorganic phosphate and magnesium were determined by photometry. The values obtained yielded the following results: calcium values were lower ( $p=0.01$ ) in pregnant cows (9.3 mg / dL) than in empty cows (10.8 mg / dL). Inorganic phosphate and magnesium values were 7.2 mg / dL and 2.8 mg / dL in pregnant cows and 6.9 mg / dL and 2.6 mg / dL in empty cows, with no significant differences when comparing both states. reproductive ( $p=0.47$ ;  $p=0.14$  respectively). The calcium: phosphorus ratio was 1.3: 1 and 1.6: 1 in pregnant and empty cows. The empty cows presented lower body condition than the pregnant ones ( $p=0.02$ ). It is concluded that there was no deficiency of the minerals studied, probably due to the use of oral and parenteral mineral supplements.

**Keywords:** minerals, zebu crosses, pregnant cows, empty cows, mineral supplementation.

doi: 10.18004/compend.cienc.vet.2020.10.02.05

**Dirección para correspondencia:** Dra. María Lidia Acosta Portillo - Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Veterinarias, Casilla de Correo N° 1061 - Ruta Mcal. Estigarribia Km 10,5 - Campus Universitario - San Lorenzo-Paraguay.

**E-mail:** lidiaacosta284@gmail.com

**Recibido:** 25 de octubre 2020 / **Aceptado:** 10 de diciembre 2020

## INTRODUCCIÓN

La utilización de los perfiles bioquímicos ha ayudado bastante al médico veterinario para establecer la presencia o ausencia de una entidad clínica. El uso de perfiles bioquímicos sanguíneos permite no solo la evaluación clínica del individuo, sino también determinar su condición metabólica nutricional en grupos de animales de producción. La incorporación de sistemas actualizados, junto a técnicas simples, de bajo costo, precisas y exactas, ha favorecido su mayor desarrollo (1).

Los elementos minerales constituyen solamente el 4 a 6 % del cuerpo del animal vertebrado, pero debido a las diversas funciones que cumplen en el organismo, son muy importantes en el campo de la bioquímica nutricional (2).

Los minerales tienen gran importancia para el metabolismo del animal. De ellos, 22 son considerados como elementos esenciales para la vida; ocho como microelementos y siete como trazas. Algunos minerales forman parte de la estructura orgánica, otros tienen una amplia y decisiva participación en complejos sistemas enzimáticos y la mayoría está presente en todas las células de los organismos vivos, desempeñando funciones importantes en el metabolismo celular, de ahí que son tan necesarios para el mantenimiento de la salud, el crecimiento y la reproducción (3).

Los grados de deficiencia afectan principalmente la productividad y la fertilidad, hasta estados graves con sintomatologías específicas (4).

Se ha encontrado que la carencia o desequilibrio de minerales en el suelo se refleja en el valor nutritivo de los pastos y esto es una de las causas de la baja productividad y de los problemas de reproducción del ganado vacuno, se manifiesta en una tasa de concepción no mayor a 45%, un porcentaje de abortos que puede alcanzar al 10% y una edad y peso al primer servicio y al primer parto que están fuera de los valores eficientes para una ganadería productiva (5)

El diagnóstico de carencias minerales en bovinos se realiza, por evaluación de los minerales séricos en el rodeo (6). Estos minerales se clasifican en rangos de normalidad, marginalidad o deficiencia, los cuales se pueden asociar a pérdidas productivas o problemas sanitarios (7)

El objetivo de este trabajo fue evaluar el perfil bioquímico mineral en vacas cruzas de cebú preñadas y vacías de un establecimiento de Caraguatay, Paraguay, año 2019.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras fueron obtenidas de un establecimiento ganadero ubicado en la ciudad de Caraguatay, Departamento de Cordillera, Región Oriental de la República del Paraguay a 91 km de Asunción. Su altitud es de 71 m.s.n.m., con un clima templado y seco (medio de 22 °C, la máxima en verano de 39°C y la mínima en invierno, 3°C).

Se seleccionaron 50 animales de la especie bovina (totalidad del lote), categoría vacas de aptitud carnífera, de raza cruzas cebú, clínicamente sanas, preñadas (ecografía positiva marzo del 2019) a partir de la segunda cría y vacías, con condición corporal promedio de 2,8 en vacas preñadas y 2,6 en vacas vacías. Se descartaron las vacas seropositivas a *Leptospira sp* y *Brucella sp*. Las muestras fueron obtenidas en el mes de setiembre de 2019.

La alimentación de las vacas fue a base de pastoreo directo sobre praderas naturales de gramíneas (*Brachiaria decumbens*, *Brachiarias humidícolas*). A las vacas preñadas se le proporcionó pasto Camerum (*Penisetum purpureum*) hasta obtener una buena condición corporal. Cabe mencionar que en el establecimiento ganadero se lleva a cabo un plan de manejo sanitario eficiente que consiste en la aplicación de suplementos minerales vía parenteral (inyectables) contenido de suplemento en 4 presentaciones (Cloruro de Calcio 0,24 g; Cloruro de Magnesio 0,01 g), (Gluconato de Magnesio 23 g; Gluconato de calcio 8 g), (Gluconato de calcio 18,7 g; Cloruro de Magnesio 2,5 g), (Glicerofosfato de Sodio 10 gr; Gluconato de Calcio 0,75 g) y vía oral (sal mineral) contenido (Calcio 160 g/ kg, Fosforo 90 g/ kg, Magnesio 10 g/kg).

Cabe destacar que en el estudio no se realizó análisis de suelo y análisis bromatológico, por ende no se tiene información de las posibles deficiencias nutritivas de las gramíneas existentes, ni se tiene información de estudio de suelo realizado por autores en la zona geográfica.

Previo a la toma de muestras los propietarios del establecimiento no habían realizado ninguna determinación de minerales para la elaboración del plan, teniendo en cuenta las posibles deficiencias

mencionadas en los libros en la region geografica, realizaron la aplicación de los suplementos minerales (inyectable y sal mineral) para mejorar la capacidad reproductiva de los animales.

De las 50 vacas 26 estaban preñadas y 24 vacías. Se obtuvieron 2 ml de muestras de sangre mediante punción de la vena coccígea que se colocaron en tubos sin anticoagulante para la obtención de suero. Las muestras fueron mantenidas a 4°C y transportadas al laboratorio dentro de las 24 horas.

Las muestras de sangre fueron procesadas en el laboratorio de Patología Clínica en el Departamento de Patología y Clínica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Asunción, determinándose la concentración de calcio, por el método colorimétrico arsenazo III a 25°C (650 nm); fosfato inorgánico, por el método fosfomolibdato a 25°C (340 nm) y magnesio, por el método colorimétrico azul de xilidil a 25°C (510 nm) (8). Se utilizaron kits reactivos Wiener (Argentina) y fotómetro semiautomático Biosystems BTS 350 (España).

Para cada analito se obtuvieron valor promedio y desviación estándar (DE) de las variables en las vacas preñadas y vacías, y se compararon ambos grupos utilizando la prueba "T" de Student, utilizando para el análisis el paquete estadístico Infostat (9). Se consideró la diferencia estadísticamente significativa cuando  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

**Tabla 1.** Concentración sérica de calcio, fosfato y magnesio en vacas cruzas de cebú preñadas y vacías.

Mineral mg/dL	Intervalo de Referencia	Preñada (n=26) Media ± DE	Vacía (n=24) Media ± DE	T de Student	P
Calcio	8-10,4	9,3 ± 0,97	10,8 ± 2,67	2,66	0,01
Fosfato	3,4-7,1	7,2 ± 1,47	6,9 ± 1,57	0,74	0,47
Magnesio	1,7-2,7	2,8 ± 0,44	2,7 ± 0,33	1,50	0,14

### ***P= probabilidad***

El promedio de los valores de calcio se encontró dentro del intervalo de referencia (IR) en las preñadas (9,3 mg/dl), mientras que en las vacías se encontró un poco por encima del IR (10,8 mg/dl), (ver tabla 1 y gráfico 1) habiendo diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,01$ ) al comparar ambos estados reproductivos. Esta diferencia puede deberse a que las vacas preñadas

presentaron una mayor necesidad de calcio (6). Sin embargo ninguno de los dos grupos presentan deficiencia de este mineral ya que según Underwood (2003) (6) la falta de calcio en el ganado en pastoreo es un problema mucho menor que una deficiencia de fósforo. Los resultados obtenidos en este trabajo, se deben probablemente, a que en el establecimiento ganadero se lleva a cabo un plan de manejo sanitario eficiente que consiste en la aplicación de suplemento mineral inyectable y suplementación mineral (sal mineral) acorde a la condición de los mismos.

Además, como se explicará más adelante, del control homeostático hormonal que mantiene la concentraciones de calcio en niveles normales. Los requerimientos de Ca se requieren en función de la edad del animal y su estado fisiológico. Vacas reñadas y no lactantes, requieren un nivel de Ca de 0,18% de la ingesta de materia seca (MS), mientras que vacas lactantes requieren 0,27% de Ca de la ingesta de materia seca MS (10).

La calcemia es un indicador de utilidad solo frente a cuadros clínicos o subclínicos de hipocalcemia, pues su intenso control hormonal tiende a mantener estable la concentración sanguínea, por lo que su sensibilidad para detectar desbalance nutricional es baja, aunque últimamente se ha descrito la importancia de controlar las hipocalcemias ( $Ca < 8,0$  mg/dl) (1).

Los resultados de este trabajo, normocalcemia en vacas preñadas y ligera hipercalcemia en vacas vacías, coinciden parcialmente con el trabajo realizado por Farfal (2016) (10), en vacas de carne Frison Rojo parto primavera, en donde se expone que tanto el calcio y fósforo mantuvieron sus medias por sobre el límite mínimo referencial, 2,0 mmol/L y 1,1 mmol/L, respectivamente (10)

Por otro lado, los resultados del presente trabajo, no coinciden con los datos realizados por Escribano et al (2016) (11), quien estudió el perfil mineral en ganado bovino de cría. Los resultados obtenidos por dicho autor, indican la presencia de hipocalcemia e hipomagnesemia de origen primario, baja concentración de dichos minerales en el forraje y agua consumidos a lo largo de todo el año, independientemente de las estaciones y del estado fisiológico de los animales (11). Se hace la salvedad que en los trabajos de Farfal (2016) (10) y Escribano et al (2016) (11) no se utilizaron suplementos minerales.

Sin embargo, los resultados del trabajo realizado a nivel nacional en 52 novillos mestizos a campo, por Uriarte, (2015) (12) (media de calcio 9,93 mg/ dL), coinciden con los resultados del presente trabajo (media general 10 mg/dL). No se detalla en dicho trabajo si los animales fueron o no suplementados (12).

El promedio de los valores de fosfato inorgánico (Pi) de las vacas preñadas se encontró ligeramente por encima del intervalo de referencia (IR); 7,2 mg/dL, mientras que la media de los valores de Pi de las vacas vacías se encontró dentro del intervalo de referencia (IR) 6,9 mg/dL, no habiendo diferencia estadísticamente significativa al comparar ambos grupos ( $p = 0,47$ ) (ver tabla y gráfico 1). El 18% (9) de las muestras obtenidas presentaban hemólisis in vitro. Según Latimer, 2011 (13) el suero hemolizado puede causar valores de fosforo falsamente elevados (13).

La fosfatemia es un marcador sensible y de respuesta rápida frente a situaciones de desbalance nutricionales de P, siendo su especificidad limitada; a su vez, en muestras antiguas o mantenidas a altas temperaturas sus concentraciones plasmáticas incrementan (1).

La concentración de P inorgánico plasmático es actualmente el mejor marcador diagnóstico de la deficiencia de P en la dieta del ganado en crecimiento, pero no es adecuado para evaluar el estado de P de las vacas reproductoras, que a menudo movilizan importantes reservas de huesos y tejidos blandos al final de la preñez y en la lactancia. (2)

Los resultados del presente trabajo (ligera hiperfosfatemia en las vacas preñadas y normofosfatemia en las vacas vacías) no coinciden con los resultados de Micheloud, 2017 (14) quien investigó los niveles de minerales en hembras de cría bovina en el norte de Salta, Argentina. Este trabajo demuestra la existencia de niveles subnormales de fósforo en vacas de primer parto de la raza Brangus. Este descenso en los niveles de fósforo se observó en vacas al final del servicio (marzo). Podría existir un bajo aporte dietario de mineral durante la época lluviosa del verano. La carencia de fósforo es fundamentalmente primaria y se debe a niveles bajos en las pasturas. El mencionado autor no realizó suplementación mineral (14).

Núñez y colaboradores, 2013 realizaron

suplementación en vacas con crías al pie en Mendoza, Argentina, y concluyen que es excelente al tratamiento con 10 ml de Selade (Selenio, Fósforo y Vitamina ADE) y 4 ml de Cooperfarvig (Cobre) indicado para “sacar” a las vacas de su ancestro y mejorar la actividad cíclica en la categoría de vacas con cría al pie a partir del aporte inyectable de minerales. Esto ayuda en todos los programas de servicio natural, IA o IATF para contar con más vacas en actividad sexual, logrando mejores resultados de preñez. Los mejores resultados se lograron en el aumento de los niveles de Cobre y Selenio en suero sanguíneo. Los niveles de Fósforo en sangre son de menor importancia, dado que es un elemento de vida media corta. Sin embargo, el aporte en forma estratégica de Fósforo ayudaría a mejorar la actividad reproductiva. De todos modos, si bien realizar análisis serológicos es una práctica indicada y muy útil, la verdadera respuesta a los inyectables se observa en los resultados productivos. (15)

Los resultados de este trabajo tampoco coinciden con los de Uriarte, 2015 (12), quien registró una media de fosforo de 9,3 mg/dl en novillos mestizo a campo, valor bastante mayor que el obtenido en este trabajo. El autor no explicó las razones, ni tampoco mencionó si suplementó o no.

En las vacas preñadas la relación calcio: fosforo dio como resultado 1,3: 1 y en las vacas vacías 1,6: 1.

Los resultados de este trabajo son similares a los de Farfal (2016). Así, la relación entre Ca:P fue 1,52 en el destete y se mantuvo sobre el mínimo y media referencial (1,0 a 1,3 mmol/L) (10).

Albornoz y col (2016) (16) señalaron la importancia del cociente Ca:P en la prevención de cuadros de hipocalcemia en vacas y destacaron que la relación Ca:P es menor en vacas en gestación que en vacas lactantes (16).

Experimentos recientes que investigan la fisiología de las vacas productoras de carne durante la deficiencia de P en la dieta, han indicado que la relación Ca:P en plasma podría ser adecuada como un índice simple de deficiencia de P (17).

El promedio de los valores de magnesio de las vacas preñadas se encontró ligeramente por encima del IR 2,8 mg/dL mientras que los de las vacas vacías se encontró dentro del IR 2,7, no habiendo diferencia estadísticamente significativa al

comparar ambos grupos ( $p= 0,14$ ) (ver tabla y gráfico 1). Suponemos que la ligera hipermagnesemia en las vacas preñadas y la normo magnesemia en vacas vacías se debe a la suplementación mineral tanto inyectable como la utilización de sales minerales orales ad libitum.

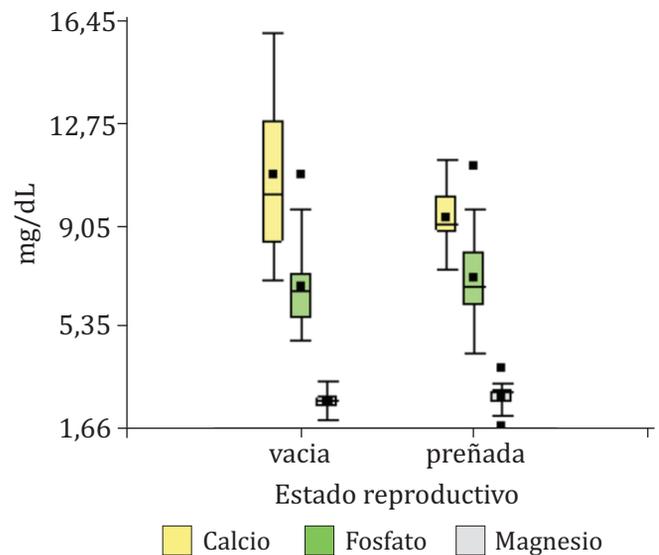
No existe un control homeostático del Mg, por lo cual su concentración en sangre refleja directamente sus niveles en la dieta. El control renal del Mg está más dirigido a evitar la hipermagnesemia, mediante la eliminación del exceso de Mg por la orina. Frente a una deficiencia de Mg sus concentraciones en orina bajan prácticamente a cero. Así los niveles de Mg en orina son buenos indicadores del mineral en el alimento (18).

La magnesemia es un marcador sensible, específico y de respuesta rápida del balance metabólico nutricional de Mg (1).

Los resultado de este trabajo (normo magnesemia en las vacas vacías y ligera hipermagnesemia en las vacas preñadas) no coinciden con lo realizado por Farfal 2016 (10), en vacas de cane Frison Rojo (parto primavera) en donde el promedio de los valores de magnesio fue de 1,4mg/dL por debajo de los niveles de referencia para bovinos, lo cual indica una alta proporción de animales con hipomagnesemia. El manejo nutricional durante el periodo invernal o post destete basado en pradera natural, heno de baja calidad y sin suplementación mineral, produjo un desbalance metabólico mineral con disminución de magnesio sanguíneo, sin coincidir con el trabajo de Escribano et al, 2016 (11) quienes estudiaron vacas de cría Hereford en temporada invernal. En ellas los resultados obtenidos indicaron la presencia de, hipocalcemia e hipomagnesemia de origen primario, baja concentración de dichos minerales en el forraje y agua consumidos, a lo largo de todo el año, independientemente de las estaciones y del estado fisiológico de los animales.

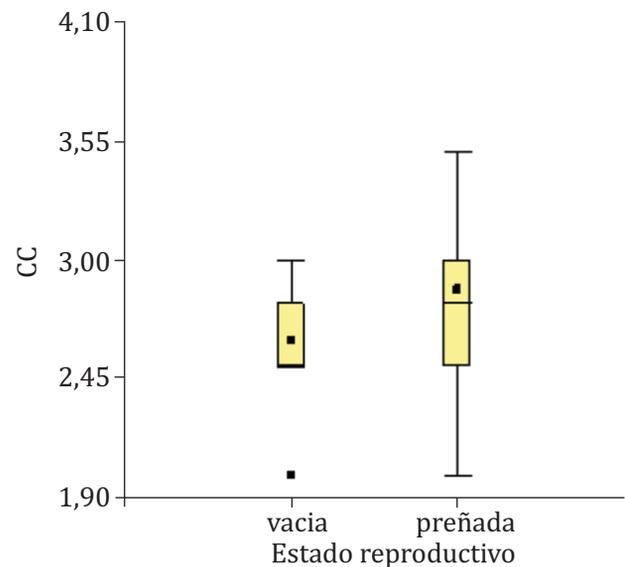
Sin embargo, los resultados coinciden con el trabajo de Uriarte, 2015 (12). (media 2,26 mg/dL) quien determinó los valores de magnesio en novillos mestizos a campo en Villa Hayes, Paraguay.

El Mg es de vital importancia para los animales, participando en múltiples funciones en el organismo del rumiante, sobre todo en animales en lactancia (19).



**Gráfico 1.** Distribución y valores promedio de concentraciones séricas de Calcio, Fosfato inorgánico y Magnesio en vacas preñadas y vacías.

En cuanto a la condición corporal en las vacas preñadas, presentaron una media de 2,8 y en las vacas vacías 2,6 (ver gráfico 2), habiendo diferencia estadísticamente significativa ( $p=0,02$ ) entre los dos períodos. El 8% (4) de los animales tenían condición corporal deficiente (2), de las cuales 3 vacas quedaron vacías y una sola (1) preñada.



**Gráfico 2.** Valor promedio de la condición corporal en vacas preñadas y vacías.

Las vacas se encontraban con una disminución de la CC a consecuencia de una sequía muy prolongada y escasez de pasto, por ende una restricción alimentaria. Los suplementos minerales fueron utilizados para mejorar su condición, pero no hizo efecto en todas por la falta de alimento y los pastos disponibles, los cuales estaban secos. Se recurrió mucho a los medicamentos en especial con

ADE, porque los pastos estaban desprovistos de vitaminas para la utilización de los minerales (calcio, fosforo y magnesio).

Cuando ocurre este tipo de hechos, en el que la condición corporal se ve afectada por el cambio y la variabilidad climática, los cuales afectan significativamente la producción de forrajes y alimento. Se recomienda recurrir a las estrategias de suplementación. Previendo la escasez de algún nutriente en el forraje, ya sea en forma de heno, ensilaje y henificación, considerando que la alimentación es el aspecto más importante en la producción del ganado.

Según Farfal la pérdida de CC, se relaciona con la movilización de reservas lipídicas que enfrentaron las vacas por las condiciones de alimentación restringida durante el periodo invernal del estudio. Así, se demostró que en las vacas crianceras con parto en primavera utilizadas en el presente estudio, debido a su manejo extensivo y la baja disponibilidad de pradera en el invierno, tuvieron durante el periodo post destete del ciclo anual un balance energético negativo (10).

## CONCLUSIÓN

Este trabajo es el primer estudio de la determinación del perfil bioquímico mineral en vacas productoras de carne en el país, específicamente en la Ciudad de Caraguatay, Departamento de Cordillera, permite establecer su condición metabólica mineral en la región. La media de los valores séricos de calcio, fosfato inorgánico y magnesio se encontraron dentro del intervalo de referencia observando ligeros cambios en algunos de los analitos evaluados (ligera hipercalcemia en vacas vacías, ligera hiperfosfatemia e hipermagnesemia en vacas preñadas), no se observa deficiencia de ninguno de los minerales mencionados en el estudio, hechos que probablemente se relacionan con la utilización de los suplementos minerales tanto vía oral como parenteral.

Se recomiendan, realizar estudio de suelo y análisis bromatológico para saber la calidad nutricional de los forrajes específicamente en el Departamento de Cordillera.

Se sugiere realizar el perfil bioquímico mineral antes del servicio en las vacas productoras de carne que ayude a identificar cuales minerales

suplementar. Con este método se puede evitar un gasto superior por concepto de compra de los minerales (inyectable y sal mineral) que será beneficioso a los productores.

Prever la baja disponibilidad de forrajes con el manejo eficiente de la alimentación en épocas de sequías.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Wittwer F. Manual de Patología Clínica Veterinaria. 2ª ed. Valdivia: América; 2012.
2. Bavera, G. Elementos minerales esenciales. Sitio argentino de producción animal [revista en Internet] 2006 [consultado el 23 de febrero de 2019]. [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
3. Álvarez, J. L. Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico. Medellín: Universidad de Antioquia, 2001.
4. Roldán, V.P; Gasparotti, M.L; Luna, M; Piérola, F; Sola, J.M; Gapel, C; Pinto, M. Estudio comparativo de perfiles metabólicos minerales de vacas lecheras gestantes pertenecientes a la región Centro de Santa Fe. REDVET. 2005; 6 (12): 1-5.
5. Garmendia, J. Los minerales en la reproducción (en línea). Macaray, Venezuela. 2006 [consultado el 24 de febrero de 2019]. Disponible en: <http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/xcongreso/minerales.pdf>.
6. Underwood, E., Suttle, N. Los minerales en la nutrición del ganado. 3ª ed. Zaragoza: Acribia, 2003.
7. Mattioli G. A. Nutrición Mineral y Vitamínica de Bovinos. 2ª ed. La Plata, Argentina: CCB Academic Press; 2013.
8. Burtis C, Bruns D. Tietz Fundamentals of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostics. 7a ed. Philadelphia: Saunders; 2014.
9. Di Rienzo, A.; Balzarini, M.; Gonzales, L.; Casanoves, F.; Tablada, M.; Robledo C. Software estadístico InfoStat. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina; 2019. (21 de octubre del 2019) Disponible en: <http://www.infostat.com.ar/index.php?mod=page&id=37>
10. Farfal, A. Evaluación de indicadores sanguíneos del metabolismo mineral en vacas crianceras sin suplementación mineral en periodo invernal (Tesis de grado). Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, 2016.

11. Escribano, C.S. Estudio del perfil mineral en ganado bovino de cría en establecimientos del ecotono fueguino. Informe técnico. doi:10.131407/RG.2.1.2572.4403, 2016.
12. Uriarte, S. Determinación de los valores séricos de calcio, magnesio y fósforo en novillos mestizos a campo, mayores de un año de un establecimiento ganadero en el Departamento de Presidente Hayes en el año 2015. (Tesis de grado). Facultad de Ciencias Veterinarias, San Lorenzo, Paraguay, 2015.
13. Latimer, K, S. Duncan y Prasse's veterinary laboratory medicine: Clinical Pathology. 5<sup>a</sup> ed. Iowa: Wiley-Blackwell, 2011.
14. Micheloud, J. F., Suarez, V.H., Martínez, G.M. Niveles séricos de minerales en hembras de cría bovina en un establecimiento de la región de selva y pastizal pedemontano del norte de Salta. FAVE Sección Veterinaria. 2017; 16(2): 97-100.
15. Nuñez M, Urrutia F, Farina J L. Uso de minerales inyectables en el preservicio de vacas con cría al pie. Sitio argentino de producción animal [revista en Internet] 2013 [consultado el 19 de marzo de 2021]. [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
16. Albornoz, L.; Albornoz, J.; Morales, M.; Fidalgo, L. Hipocalcemia puerperal bovina. SMVU Veterinaria. 2016; 52 (201): 28-38.
17. Anderson, S. T.; Benvenuti, M.; Spiers, J. G.; Kidd L. J.; Fletcher, M. T.; Dixon, R. M. New candidate markers of phosphorus status in beef breeder cows. 2017. Anim. Produc. Sci; 57 (11): 2291-2303.
18. Wittwer, F.; Contreras, P.; Gonzalez, F. Perfil metabólico en rumiantes seu uso em nutricao e doencas nutricionais. Porto Alegre: Universidad Federal do Rio Grande do Sul, 2000.
19. Sepulveda, P, Wittwer, F, Noro, M. Indicadores sanguíneos y ruminales del balance de magnesio en vacas lecheras en pastoreo y suplementadas con oxido o quelato de magnesio. Zootecnia Trop. 2013; 31 (1): 63-76.