



CONTENIDO MINERAL EN FORRAJES DE CUATRO RANCHOS EN EL TRÓPICO HÚMEDO DE CHIAPAS

[MINERAL CONTENT IN FORAGES OF FOUR RANCHES IN THE HUMID TROPIC OF CHIAPAS]

J. C. Muñoz-González¹, A. T. Piñeiro-Vázquez², A. J. Chay-Canul³, E. Lozano-López^{1§}

¹Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad Maya de Estudios Agropecuarios. Carretera Catazajá-Palenque Km. 4, Catazajá, Chiapas, CP 29980. México. Tel: 916 100 0736. ²Instituto Tecnológico de Conkal División de Estudios de Posgrado e investigación. Avenida Tecnológico s/N Conkal, Yucatán C. P. 97345. ³División académica de Ciencias Agropecuarias. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carr. Villahermosa-Teapa-Tabasco, km 2.5 R/A. Segunda sección Villahermosa Tabasco. CP. 86280. Tel. (993) 358-1585. México. [§]Autor para correspondencia: (agronojuan@hotmail.com).

RESUMEN

Con el propósito de evaluar el estado mineral de los forrajes en el trópico húmedo de Chiapas, se determinaron los contenidos de cobre (Cu) hierro (Fe), zinc (Zn), calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na), potasio (K) y fósforo (P) en muestras de forraje en cuatro unidades de producción (UP) de ganado bovino doble propósito durante las épocas de nortes. Hubo diferencias ($p \leq 0.05$) en las concentraciones de Ca, Mg, Na, K y P entre los predios. También hubo diferencias ($p \leq 0.05$) en las concentraciones de Ca, Mg, K y P entre las especies forrajeras estudiadas. Se concluye que el 75, 17.5, 22.5 y 70% de las muestras de forrajes tuvieron valores por abajo del nivel mínimo de Cu, Zn, Na y P, respectivamente.

Palabras clave: Chiapas, época de nortes, forrajes, minerales, trópico húmedo.

ABSTRACT

In order to evaluate the mineral status of components in dual-purpose cattle in the humid tropics of Chiapas State, the contents of copper (Cu) iron (Fe), zinc (Zn), calcium (Ca), magnesium (Mg) (Na), potassium (K) and phosphorus (P) in samples of forage in four production units (UP) of dual-purpose cattle in the “nortes” season were determined. The analysis of the data considered the effects of production units and forage species. In forages there were differences ($p \leq 0.05$) in Ca, Mg, K and P concentrations between species too. It is concluded that 75, 17.5, 22.5 y 70% of the forage samples had values below the minimum level of Cu, Zn, Na and P, respectively.

Index words: Chiapas, forage, humid tropic, “nortes” season, minerals.

INTRODUCCIÓN

En el norte del estado de Chiapas se han encontrado desbalances de minerales, principalmente deficiencias de cobre, zinc y fósforo en forrajes (Muñoz *et al.*, 2016). Asimismo, en el trópico



húmedo del sureste de México se presentan tres épocas del año bien definidas, las épocas de lluvias (junio-septiembre), nortes (octubre-enero) y secas (febrero-mayo); las diferentes condiciones climatológicas de cada época influyen en la cantidad y calidad del forraje disponible para el ganado. Así, Muñoz *et al.* (2016) mencionan que existen diferencias en la composición química de los forrajes en condiciones de trópico húmedo. Los desbalances nutricionales, ya sea por carencia o exceso de vitaminas, minerales, proteína o energía tienen un efecto significativo en la eficiencia productiva de los rumiantes. La desnutrición es comúnmente aceptada como una de las limitaciones más importantes en la producción de animales en pastoreo en países tropicales. La insuficiencia de nutrimentos como energía y proteína es responsable de la limitada producción de bovinos en pastoreo de zonas tropicales; sin embargo, en algunos casos se indican bajos niveles de producción en el ganado con abundancia de forraje.

Los desbalances minerales, deficientes o excesos, en suelos y forraje han sido señalados como responsables de estos niveles bajos de producción al provocar problemas productivos, que incrementa la incidencia de enfermedades y muerte del ganado (McDowell *et al.*, 1997). Los elementos minerales son nutrientes esenciales para todos los animales e influyen en la eficiencia de producción y desarrollo del ganado, de hecho un 5% del peso de un animal consiste en minerales (McDowell y Arthington, 2005). Los elementos minerales existen en las células y tejidos del organismo animal en diversas combinaciones funcionales, químicas y concentraciones características dependientes del elemento y tejido (Underwood y Suttle, 2003). Las concentraciones de los elementos esenciales deben mantenerse dentro de unos límites bastante estrechos para salvaguardar la integridad funcional y estructural de los tejidos y mantener inalterado el crecimiento, la salud y la productividad del animal (Underwood y Suttle, 2003). El objetivo fue evaluar el perfil mineral de los forrajes en la época de nortes, para identificar las deficiencias o excesos en el sistema de producción de bovinos de doble propósito (SPDP) para tomar decisiones e implementar las medidas correctivas necesarias e incrementar la eficiencia productiva de este sistema.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la época de nortes (octubre a enero) del 2016 con abundantes en lluvias y bajas temperaturas. Se tomaron muestras en cuatro predios con un sistema de producción de bovinos de doble propósito. Dos predios están situados en el ejido de Tzeltal Mucul-ja municipio de palenque, Chiapas, México. Los predios están ubicados en la región norte del estado de Chiapas en las coordenadas de 17° 37' 00" N con 92° 07' 47" y 17° 37' 09" con 96° 06' 12"; el tercer predio se encuentra en la Escuela Maya de Estudios Agropecuarios ubicada en el municipio de Catazajá, Chiapas, México en las coordenadas 17° 40' 36" y 92° 01' 29"; el cuarto predio está localizado el municipio de Salto de Agua Chiapas, México en las coordenadas 17° 40' 36" y 92° 01' 29". La región es clasificada como con clima cálido húmedo con lluvias todo el año, y con abundantes lluvias en verano con un rango de precipitación de 1500 a 3000 mm al año y con rango de temperatura promedio anual (INEGI, 2009). Los forrajes predominantes en las praderas fueron *Brachiaria humidicola* y *Brachiaria decumbens*. Se colectaron cinco muestras de 400 g de forraje en cada rancho usando la técnica de muestreo manual dirigido “Hand Plucking” (Le Du y Penning,



1982), simulando la actividad de pastoreo del ganado (Fick *et al.*, 1979). Las muestras fueron secadas a 100 °C, luego molidas en un molino Wiley con criba de 1 mm y se guardaron en frascos de vidrio a temperatura ambiente hasta su análisis. Se determinaron las concentraciones de Cu, Fe, Zn, Ca, Mg, Na, K y P a través de espectrofotometría de absorción atómica (AAAnalyst 700) de acuerdo a los procedimientos indicados por Perkin-Elmer (1996). El fósforo se determinó por colorimetría con el (Espectrómetro UV/VIS marca Perkin Elmer modelo Lambda 2) acorde a los procedimientos de AOAC (1995). Los datos se analizaron mediante el procedimiento GLM del paquete SAS (2004), con un diseño completamente al azar. El modelo estadístico contempló los efectos de predio, especie forrajera y sus interacciones utilizando el siguiente modelo: $Y_{ij} = \mu + P_i + E_j + (P \times E)_{ij} + \varepsilon_{ij}$. Donde, Y_{ij} = variable de respuesta, μ = media general, P_i = efecto del *i*-ésimo predio ($i = 1, 2, 3, 4$), E_j = efecto de la *j*-ésima especie forrajera (*Brachiaria humidicola*, *Brachiaria decumbens*), $(P \times E)_{ij}$ = efecto de la interacción del *i*-ésimo predio en la *j*-ésima especie forrajera y ε_{ij} = error aleatorio \sim NIID ($0, \sigma^2_e$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hubo diferencias ($p \leq 0.05$) en las concentraciones de Ca, Mg, Na, K y P en el forraje entre los predios y especies estudiadas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Concentración de minerales en forraje de cuatro predios en el noreste de Chiapas, México.

Efecto	Mineral							
	ppm				%			
	Cu	Fe	Zn	Ca	Mg	Na	K	P
Predio								
1	7.23 ^a	175 ^a	40 ^a	0.79 ^a	0.35 ^b	0.07 ^b	1.19 ^{bc}	0.19 ^{ab}
2	8.85 ^a	147 ^a	37 ^a	0.67 ^b	0.49 ^a	0.10 ^a	1.43 ^a	0.09 ^b
3	6.92 ^a	136 ^a	36 ^a	0.43 ^c	0.32 ^b	0.06 ^b	1.30 ^{ab}	0.26 ^a
4	7.86 ^a	148 ^a	43 ^a	0.60 ^b	0.20 ^c	0.10 ^a	1.05 ^c	0.23 ^{ab}
Promedio	7.72	152	39	0.62	0.34	0.08	1.24	0.19
EEM	0.416	6.246	1.275	0.011	0.009	0.002	0.025	0.019
Especie								
<i>B. Brizantha</i>	7.45 ^a	144 ^a	40 ^a	0.53 ^b	0.27 ^b	0.08 ^a	1.18 ^b	0.24 ^a
<i>B. Humidicola</i>	8.01 ^a	160 ^a	38 ^a	0.73 ^a	0.41 ^a	0.08 ^a	1.31 ^a	0.14 ^b
Promedio	7.73	152	39	0.63	0.34	0.08	1.25	0.19
EEM	0.416	6.246	1.275	0.011	0.009	0.002	0.025	0.019
NM ⁽¹⁾	10	30	30	0.3	0.2	0.06	0.8	0.25
MT ⁽²⁾	40	500	500	1.5	0.6	1.6	3	0.7

^{abc} Medias en la misma columna con una literal en común son similares ($p > 0.05$).

EEM= Error Estándar de la Media; ⁽¹⁾ Nivel mínimo en base a los requerimientos del ganado bovino (McDowell y Arthington, 2005); ⁽²⁾ Niveles máximos tolerables de minerales en la dieta de bovinos (NRC, 2005).

Estos resultados fueron similares a lo reportado por Cruz (2017) quien reporta concentraciones de 7.55, 146, 36 mg kg⁻¹ y 0.51, 0.28, 0.07, 1.21, 0.24% de Cu, Fe, Zn, Ca Mg, Na, K y P en la época húmeda en la misma región de estudio. Las diferencias en el contenido mineral de los forrajes



entre los ranchos son congruentes con lo reportado por Muñoz *et al.* (2014). Concentraciones bajas de Cu (6-8 ppm), Zn (20-25 ppm), Na (0.04 %) en los forrajes durante la época de nortes fueron reportadas previamente por Muñoz-González *et al.* (2014). Domínguez-Vara y Huerta-Bravo (2008) reportaron concentraciones bajas de Fe en forrajes durante la época de nortes (278 mg kg⁻¹) y altas durante la época de secas (761 mg kg⁻¹). Por otro lado, Vieyra-Alberto *et al.* (2013) reportaron contenidos de Fe en el forraje de 114 y 149 mg kg⁻¹ para las épocas de lluvias y secas, respectivamente, en una región del trópico seco en México. Estos mismos autores obtuvieron concentraciones menores de K y P en el forraje cosechado durante la época seca comparado con la época de lluvias (0.13 y 0.06 vs 0.17 y 0.07 mg kg⁻¹), respectivamente. En México varios estudios han reportado efectos de la interacción entre la unidad de producción y la época del año en el perfil mineral de los forrajes. Domínguez-Vara y Huerta-Bravo (2008) reportaron diferencias en el contenido de Cu, Zn, Mg, Na y P en forrajes de clima templado; Morales *et al.* (2007), analizando Fe, Zn y P en forrajes de clima templado, observaron efecto de rancho x época del año; y similarmente Muñoz-González *et al.* (2014) en la determinación de Cu, Fe, Zn, Ca, Mg, Na, K y P en forrajes del trópico húmedo mexicano.

De acuerdo con los requerimientos mínimos para rumiantes sugeridos por McDowell y Arthington (2005), en ninguno de los ranchos evaluados se alcanzaron los niveles mínimos requeridos de Cu y P en el forraje para los rumiantes. El 75, 17.5, 22.5 y 70% de las muestras de forrajes tuvieron valores por abajo del nivel mínimo de Cu, Zn, Na y P, respectivamente. Se tuvieron niveles altos de Fe en las pasturas, sin llegar a los máximos tolerables. Esto pudo deberse a cantidades altas de Fe en el suelo, lo que permitió que las plantas forrajeras presentes acumularan más Fe que el requerido por los bovinos (Kabata-Pendias, 2011). Weiss *et al.* (2010) mencionan que más de 250 mg kg⁻¹ de Fe en la dieta de bovinos incrementa el estrés oxidativo y disminuye el status del Cu, afectando la salud, la producción, el consumo y la digestión de la fibra. Por otro lado, Genther y Hansen (2014) concluyen que las dietas altas en Fe y Mo antagonizan con Cu disminuyendo las reservas de este mineral en el hígado. El antagonismo entre minerales como el Cu y Fe, es un factor que limita la disponibilidad y promueve el exceso para una potencial toxicidad (Suttle, 2010).

CONCLUSIONES

En el sistema ganadero de bovinos doble propósito en las condiciones estudiadas en el trópico húmedo de México se concluye lo siguiente: Los forrajes disponibles para los animales presentaron deficiencias de cobre, cinc, sodio y fósforo en la época de nortes. El 75, 17.5, 22.5 y 70% de las muestras de forrajes tuvieron valores por abajo del nivel mínimo de Cu, Zn, Na y P, respectivamente. Se recomienda suplementar cobre, zinc, sodio y fósforo todo el año.

LITERATURA CITADA

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. Official Methods of Analysis. 15th ed. Arlington Virginia. USA. 853 p.
- Cruz, S. C. A. Evaluación nutrimental del agua, suelo y forraje en la época húmeda en el norte de Chiapas. Tesis de licenciatura. Facultad Maya de Estudios Agropecuarios. UNACH. 76 p.



- Domínguez-Vara, I. A. y M. Huerta-Bravo. 2008. Concentración e interrelación mineral en suelo, forraje y suero de ovinos durante dos épocas en el Valle de Toluca, México. *Agrociencia*. 42: 173-183.
- Fick, K. R., L. R. McDowell, P. H. Miles, N. S. Wilkinson, J. D. Funk, J. H. Conrad y R. Valdivia. 1979. Métodos de análisis de minerales para tejidos de plantas y animales. Segunda Edición. (Universidad de Florida, Gainesville, Florida, USA).
- Genther, O. N. and S. L. Hansen. 2014. A multi-element trace mineral injection improves liver copper and selenium concentrations and manganese superoxide dismutase activity in beef steers. *Journal of Animal Science* 92: 695-704.
- INEGI. 2009. Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Catazajá, Chiapas. Clave Geoestadística 07016: 1-8.
- Kabata-Pendias, A. 2011. Trace Elements in Soil and Plants. Fourth ed. (CRC Press. USA). 505 p.
- Le Du, Y. L. P. and P. D. Penning. 1982. Animal based techniques for estimating herbage intake. In: J. Leaver (ed.) *Herbage Intake Handbook*, (The British Grassland Society).
- McDowell, L. R., P. J. Velásquez. y G. Valle. 1997. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. 3a. ed. Departamento de Zootecnia. Centro de Agricultura Tropical. Universidad de Florida. Florida. USA. 83 p.
- McDowell, L. R., y J. D. Arthington. 2005. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. Cuarta edición. Universidad de Florida. Gainesville, Florida. USA. 94 p.
- Morales, A. E., V. I. Domínguez, M. González-Ronquillo., E. G. Jaramillo, O. O. Castelán, S. N. Pescador y B. M. Huerta. 2007. Diagnóstico mineral en forraje y suero sanguíneo de bovinos lecheros en dos épocas en el valle central de México. *Técnica Pecuaria México* 45(3): 329-344.
- Muñoz-González, J. C., M. Huerta-Bravo, R. Rangel-Santos y A. Lara- Bueno. 2016. Evaluación del sistema de producción de bovinos de doble propósito en Catazajá, Chiapas, México. Tesis de Doctorado en Ciencias. 249 p.
- Muñoz-González, J. C., M. Huerta-Bravo, R. Rangel-Santos, A. Lara-Bueno and J. L. De la Rosa-Arana. 2014. Mineral assessment of forage in mexican humid tropics. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 17: 285-287.
- NRC (National Research Council). 2005. Mineral Tolerance of Animals. 2nd Edition. The National Academies Press. Washington, DC. USA. 511 p. 33
- Perkin-Elmer. 1996. Métodos Analíticos para Espectroscopia de Absorción Atómica, (USA)
- SAS. 2004. SAS/STAT 9.1. User's Guide. Vol. 1-7. SAS Publishing. Cary, NC, USA. 5180 p.
- Suttle, N. F. 2010. Mineral Nutrition of Livestock. 4th Edition, CABI Publishing, UK. 595 p.
- Underwood, E. J. y N. F. Suttle. 2003. Los minerales en la nutrición del ganado. Tercera Edición. Acribia. Zaragoza, España. 633 p.
- Vieyra-Alberto, R., I. A. Domínguez-Vara, G. Olmos-Oropeza, J. F. Martínez-Montoya, J. L. Borquez-Gastelum, J. Palacio-Núñez., J. A. Lugo y E. Morales-Almaráz. 2013. Perfil e interrelación mineral en agua, forraje y suero sanguíneo de bovinos durante dos épocas en la huasteca potosina, México. *Agrociencia* 47: 121-133.
- Weiss, W. P., J. M. Pinos-Rodriguez and T. M. Socha. 2010. Effects of feeding supplemental organic iron to late gestation and early lactation cows. *Journal of Dairy Science* 93: 2153-2160.