

DOI: <https://doi.org/10.61616/rvdc.v5i3.262>

**Concentraciones de Minerales y Proteína Cruda de los pasto
Adropogon gayanus y *Brachiaria brizantha* en tres Localidades del
Estado de Nayarit, México**

Agapito Gómez Gurrola

agomeza@uan.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-4563-9866>

Universidad Autónoma de Nayarit

Juan Antonio Hernández Ballesteros

antonio.henandez@uan.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0001-8628-7919>

Universidad Autónoma de Nayarit

José Alfredo Benítez Meza

alfredo.benitez@uan.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-9257-6685>

Universidad Autónoma de Nayarit

José Carmen Ramírez Ramírez

josec.ramirez@uan.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-1127-8660>

Universidad Autónoma de Nayarit

José Lenin Loya Olguin

lenin.loya@uan.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0001-5020-7673>

Universidad Autónoma de Nayarit

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar las concentraciones de proteína cruda (PC), macro-minerales y microminerales de los pastos *Adropogon gayanus* (Ag) y *Brachiaria brizantha* (Bb) en la época de lluvias de tres localidades (Borbollón, Carrillo Puerto y Compostela) del Estado de Nayarit, México. Se muestreó en 20 potreros con diez sitios cada uno, se obtuvo una muestra compuesta por potrero (2 kg), se secaron en una estufa a 60°C durante 48 h y molidas en un molino Wiley. Las concentraciones de Ca, K y Na fueron determinadas con un fotoflamómetro. el P por colorimetría; Mg, Fe, Cu, Mn, Co y Zn por espectrofotometría de absorción atómica; la proteína cruda determinada como N Kjeldahl. Los datos fueron analizados con un diseño de bloques al azar. El porcentaje de proteína cruda fue de 7.17 ± 0.85 , 6.50 ± 1.30 y 6.73 ± 1.16 % en Borbollón, Carrillo Puerto y Compostela, respectivamente. El contenido promedio de PC fue 7.25 ± 0.93 y 6.38 ± 1.13 en Ag y Bb, respectivamente. El porcentaje promedio de Na, P y Ca de los pastos fue 0.34 ± 0.05 , 0.23 ± 0.09 y 1.16 ± 0.17 , respectivamente. El K y Mg fue mayor ($p < 0.05$) en el pasto Bb (3.45 ± 0.31 y 0.46 ± 0.04 , respectivamente) que en el pasto Ag (2.85 ± 0.26 y 0.43 ± 0.02 , respectivamente). El Fe fue de 159 ± 29 ppm en Compostela, 131 ± 12 en Carrillo Puerto y 131 ± 0.11 en Borbollón, mientras que, en el Cu, Mn y Zn, no existió diferencia ($p > 0.05$) siendo de 14 ± 3 , 17 ± 3 y 39 ± 1 respectivamente. En conclusión, es necesario la suplementación con Ca, P y Mn en rumiantes durante la gestación, lactancia y crecimiento por las deficiencias de estos minerales en los pastos de estudio.

Palabras claves: minerales, alimentación animal, gramíneas, nutrición

Minerals and Crude Protein Concentrations of *Adropogon gayanus* and *Brachiaria brizantha* Grasses at Three Locations of Nayarit State, México

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate crude protein, macro and micro-minerals concentrations of *Adropogon gayanus* and *Brachiaria brizantha* grasses during rainy season at three locations (Borbollón, Carrillo Puerto y Compostela) of Nayarit State, México. Samples of the forages were collected from twenty paddocks (10 samples per paddock). A composite sample of 2 kg was obtained from each paddock. The samples were oven dried at 60°C for 48 h and ground with a Wiley mill. Ca, K and Na fueron determined with a photoflamometer, P by colorimetry and Mg, Fe, Cu, Mn, Co and Zn by atomic absorption spectrophotometry. Crude protein was estimated by Kjeldahl. Data were analyzed as a randomized complete block desing. Crude protein content was 7.17 ± 0.85 , 6.50 ± 1.30 and 6.73 ± 1.16 % at Borbollón, Carrillo Puerto and Compostela, respectively. The mean content of PC was 7.25 ± 0.93 y 6.38 ± 1.13 in Ag and Bb, respectively. The average percentages of Na, P y Ca of grasses were 0.34 ± 0.05 , 0.23 ± 0.09 y 1.16 ± 0.17 , respectively. K and Mg content was greater ($p < 0.05$) in Bb (3.4 ± 50.31 and 0.46 ± 0.04 , respectively) compared to Ag (2.85 ± 0.26 and 0.43 ± 0.02 , respectively). Fe content observed was 159 ± 29 ppm at Compostela, 131 ± 12 at Carrillo Puerto y 131 ± 0.11 at Borbollón, while no difference ($p > 0.05$) was detect for Cu, Mn y Zn, 14 ± 3 , 17 ± 3 y 39 ± 1 , respectively. In conclusión, it is necessary the Ca, P y Mn supplemntation in ruminants during gestation, lactation and growth due to those minerals deficiencies in grasses under this study.

Keywords: minerals, animal feeding, gramineous, nutrition

INTRODUCCIÓN

América Latina cuenta con extensas áreas de pastoreo, además que las condiciones del clima son idóneas en el área agropecuaria para constituir un sistema de explotación ganadera sostenible, América Latina y el Caribe aporta el 28 por ciento del hato ganadero en producción de carne y leche a nivel mundial. Además, concentra el 44 por ciento de las exportaciones globales de carne de res y el 42 por ciento de pollo, cumpliendo un rol fundamental en la seguridad alimentaria y nutricional del planeta (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO, 2023).

La actividad ganadera en México ocupa el 60% de la superficie total del país. En esta área hay miles de hectáreas de agostadero y pastizal, en los que hay disponible, millones de toneladas de forraje que crece en las montañas, valles y desiertos, la mayoría siendo aprovechado por el ganado como su principal fuente de alimento (Sánchez, 1990; FIRCO 2017). Aún con esta abundancia de forraje, es evidente la baja productividad de las tierras agrícolas y ganaderas del campo mexicano (Carrete, 1991; Calzada *et al.*, 2017).

En el trópico seco de México, los parámetros reproductivos son particularmente bajos y han propiciado un estancamiento de la actividad pecuaria, a pesar del potencial de la región (Garcés, 1997). Debido a que la desnutrición afecta la producción del ganado en pastoreo en regiones tropicales (McDowell *et al.*, 1993), para satisfacer los requerimientos del ganado, es necesario conocer el contenido proteína cruda y mineral del forraje, ya que una deficiencia de estos nutrientes limita la productividad agropecuaria.

La suplementación de proteína, carbohidratos, lípidos, vitaminas y minerales, es esencial para maximizar la producción del ganado que pastorea los agostaderos y praderas de regiones tropicales, reduciendo la incidencia de enfermedades y problemas reproductivos (McDowell *et al.*, 1997, Gutiérrez *et al.*, 2019).

La nutrición animal es un pilar fundamental en la producción de ganado, siendo en la etapa de gestación, producción láctea y crecimiento donde se incrementan los requerimientos nutricionales (Villalobos-Villalobos y Sánchez-G, 2018). Los macrominerales y minerales traza, su importancia radica en su relación con conservación y desarrollo de huesos, equilibrio del ácido básico, integridad de la membrana celular, y son componentes de enzimas que participan en reacciones bioquímicas, además de ser parte de vitaminas y hormonas, cumpliendo un rol fundamental en aspectos de producción y reproducción de los animales (Obando-Enríquez *et al.*, 2023). Contar con praderas de buena calidad en cuanto a proteína cruda, energía, macrominerales y microminerales durante todas las etapas en el hato, permite mayor producción en animales y calidad de la producción láctea (Ruiz y Guevara, 2021).

El término mineral se adopta en nutrición animal para referirse a aquellos elementos químicos inorgánicos utilizados en la alimentación de las diferentes especies animales de interés zootécnico. Los minerales son participantes activos en reacciones enzimáticas, cumpliendo con funciones específicas, por lo que son críticos para la vida (Church *et al.*, 1993; Rosero y Posada 2016).

El cuerpo animal contiene probablemente más de 25 elementos minerales como constituyentes de su composición química (De Alba, 1979). Hasta 1950, se consideraban como esenciales 13 elementos minerales. Los macrominerales son calcio (Ca), fósforo (P), potasio (K), sodio (Na), cloro (Cl), azufre (S) y magnesio (Mg). Los primeros microminerales o elementos traza reconocidos fueron hierro (Fe), yodo (I), cobre (Cu), manganeso (Mn), zinc (Zn), y cobalto (Co). En 1970, se añadieron a esta lista el molibdeno (Mo), selenio (Se), cromo (Cr) y flúor (F). Posteriormente, se incluyeron el arsénico (As), boro (B), plomo (Pb), litio (Li), níquel (Ni), silicio (Si), estaño (Sn), y vanadio (V).

Los requerimientos aproximados y los niveles tóxicos de minerales sugeridos por el Consejo Nacional de Investigación (National Research Council) para diversos tipos de animales rumiantes son: Ca 0.17-1.53 %, P 0.17-0.59 %, Mg 0.05-0.25, K 0.50-1 %, Na 0.50-0.18%, S 0.08-0.15 % Cu 4-10 ppm, Fe 50-100 ppm, Mn 20-50, Co 0.07-0.11 ppm, I 0.20-2 ppm y Zn de 20-40 ppm.

McDowell *et al.* (1993) menciona que en casi todas las regiones del mundo existe deficiencia de minerales en pastos, principalmente de Ca, P, Na, Co, Cu, y Zn. En ciertas regiones, en condiciones específicas, hay deficiencia de Mg, K, Fe y Mn, y un exceso de Mo y Se, causando daños a la ganadería.

Ramírez *et al.* (2001) realizaron un estudio con Zacate Buffel común en estación experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, localizada en el municipio de Marín, obteniendo que los macrominerales deficientes fueron P y Na, mientras que el micromineral con concentraciones menores a los niveles críticos de deficiencia (NCd) fue Cu.

Gartenberg *et al.* (1990) evaluaron las concentraciones de minerales en forrajes del Norte de México. En Nuevo León, se encontró una deficiencia de Cu y Zn. En Zacatecas, deficiencias de Cu, Zn y Mn. En Coahuila, se observaron deficiencias de Cu y Zn, mientras que las concentraciones Co y Fe fueron normales.

En el Centro de Investigaciones Pecuarias del estado de Sonora (CIPES), Velásquez, (1997) analizó las principales plantas de los agostaderos del estado de Sonora, encontrando un promedio de 6.99% de PC, 0.96% de Ca y 0.14% de P.

En la zona ganadera del Estado de Yucatán, México, Segura *et al.* (2000) confirmaron una deficiencia de P, además de la ausencia total de Co y Se. Por otro lado, mientras que el Co y el Zn estuvieron en un nivel marginal y el Fe en un nivel elevado, Segura *et al.* (1995)

determinaron que en la zona oriente del estado de Yucatán, el pasto tiene un contenido bajo de P.

Téllez *et al.* (1995) realizaron un estudio con el fin de conocer las concentraciones de minerales en suero sanguíneo de vacas de la Unidad de Producción de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la UAEM, durante las épocas de lluvia y seca, encontrando valores por encima del NCd para Ca, P, Mg, K, Co y Fe, aunque si hubo deficiencias de Zn, encontrándose un 96.8% y 70% de vacas deficientes en ambas épocas (lluvias y secas), y 30% de animales deficientes en P en la época seca.

Sánchez *et al.* (1995) evaluaron el contenido mineral en suero sanguíneo de vacas Holstein en Tenango del Valle, México, en tres establos lecheros, observando una deficiencia de Ca, con valores medios de los tres establos de 5.4, 5.6 y 5.3 mg/100 ml, en relación al valor normal para ganado lechero de 9-11 mg/100 ml. Con respecto al P, solo en un establo se notó una deficiencia (4.7 mg/100 ml). Mientras que el contenido de Zn fue muy deficiente en los tres establos (0.30, 0.71 y 0.31 ug/ml), por lo que el 76.5% de los animales fueron deficientes. Además, un establo fue deficiente de Fe (0.61 ug/ml) y el 42% de las vacas presentaron niveles de Fe menores a 1 ug/ml de suero.

Kawas, (1996) determinó el perfil mineral de especies forrajeras en Tabasco, las concentraciones promedio obtenidas fueron: Mg, 0.1%; Ca, 0.32%; P, 0.20%; K, 0.59%; Fe, 15.4%; Mn, 19.9%; Zn, 38.9%; y Cu, 5.6%.

Rubio y Meza, (1999) analizaron forrajes en el norte del estado de Nayarit, reportando concentraciones bajas de P 0.10 % en forrajes del municipio de Huajicori, Tecuala con 0.20%, Rosamorada 0.18 % y Santiago Ixcuintla con 0.15 %. El Ca con 0.59, 0.95, 0.88 y 0.69 en los municipios de Huajicori, Tecuala, Rosamorada y Santiago Ixcuntla respectivamente. Asi también en los mismos municipios se encontraron niveles de Mg de 0.14, 0.19, 0.35 y 0.26%,

El porcentaje de K para el municipio de Huajicori fue de 1.33, en Tecuala (1.30), Rosamorada (0.69) y Santiago Ixcuntla de 1.30 %. De la misma manera, el micromineral Fe fue 0.052 ppm en Huajicori, Tecuala con 0.055, Rosamorada 0.025 ppm y Santiago Ixcuntla con 0.081 ppm, los datos reportados en los mismos municipios para el Zn fueron de 0.002, 0.002, 0.001 y 0.001 ppm respectivamente.

Debido a que en Nayarit el ganado se mantiene principalmente en sistemas extensivos y semi-intensivos de pastoreo, un mapeo del contenido de proteína cruda y perfil de minerales en forrajes en la zona de Compostela del estado de Nayarit, México, es necesario para el diseño de suplementos proteicos y minerales que mejor satisfagan las deficiencias de estos elementos que limitan la producción del ganado en pastoreo.

METODOLOGÍA

El presente estudio se llevó a cabo en tres localidades del municipio de Compostela localidades del eje neo-volcánico del estado de Nayarit, con latitud norte 21° 14', longitud oeste de 104° 54', y una altura sobre el nivel del mar de 860 metros (INEGI, 1999).

Selección de localidades

Se llevó a cabo una reunión en la Unión Ganadera del municipio de Compostela, Nayarit, México, donde se aplicó una encuesta a los ganaderos para obtener información de las especies forrajeras introducidas que tienen en sus ranchos. En la mayoría de los predios, las especies forrajeras introducidas predominantes fueron *Adropogon gayanus* y *Brachiaria brizantha*. Posteriormente, con base a la extensión de terreno de cada predio, se seleccionaron aleatoriamente 22 ranchos ganaderos con pastos llanero (*Adropogon gayanus*) y pasto insurgentes (*Brachiaria brizantha*) para recolectar las muestras, quedando de la siguiente manera: en el ejido de Borbollón se muestrearon tres ranchos con pasto

llanero y tres de pasto insurgentes; el ejido de Carrillo Puerto tres de pasto llanero y cuatro de pasto insurgentes y en Compostela cuatro de llanero y cinco de insurgentes.

Metodología para recolección y preparación de muestras

El periodo de muestreo se efectuó durante la segunda quincena del mes de septiembre y el mes de octubre. El muestreo del forraje se realizó empleando la técnica descrita por Fick *et al.*, (1979). En cada rancho ganadero se muestrearon 14 sitios de la pradera por hectárea (cuadro 1). En el corte del material forrajero se utilizaron tijeras de acero inoxidable para la obtención de las muestras simples, las cuales se mezclaron para formar una muestra compuesta, con un peso aproximado de 2 kg de materia fresca (Castellanos *et al.*, 1990).

Material utilizado para el muestreo. Para coleccionar las muestras, se utilizaron bolsas de plástico. Las bolsas eran identificadas con números, y estos, registrados en una libreta de control con los datos correspondientes a cada muestra. Posteriormente, el forraje fue colocado en bolsas de papel estraza, y secadas en estufa de aire forzado a 60°C, hasta un peso constante, en el laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN), Una vez secas, las muestras fueron molidas en un Molino Wiley con una criba de acero inoxidable a través de una malla de 1 mm., posteriormente, 200 g de la muestra fue almacenada en bolsas papel estraza y estas en bolsas de plástico e identificadas, para su posterior análisis (Sosa, 1981).

Cuadro 1. Sitios de muestreo por hectárea de pradera.

1	8
5	12
2	9
6	13
3	10
7	14
4	11

Dilución de los elementos minerales. Análisis de laboratorio. Los minerales fueron analizados de acuerdo con metodología descrita por AOAC (1990): Se pesó 0.25 g de muestra y se colocó en un matraz para su digestión. A la muestra se le agrego 6 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4). El matraz se puso en el digestor previamente calentado, a una temperatura de 440°C, durante 7 minutos. Se agregó 10 ml de Peróxido de Hidrógeno (H_2O_2) al 50%. Posteriormente, la muestra se dejó digerir durante 5 minutos. Después, el matraz se retiró del digestor, esperando que se enfriara, para posteriormente aforar con agua destilada a 100 ml. La solución ácida que resultó de la digestión, se usó para la determinación de los minerales Ca, K, Na, P, Mg, Fe, Cu, Mn, Co, y Zn. Las determinaciones de calcio (Ca), potasio (K) y sodio (Na) fueron realizadas usando un fotóflamómetro. El

análisis de fósforo (P) fue realizado por colorimetría utilizando la reacción del vanadato de amonio descrito por Chapman (1984). Las determinaciones de magnesio (Mg), hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn), cobalto (Co) y zinc (Zn) fueron realizadas mediante el uso de un espectrofotómetro de absorción atómica, en la Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit.

El contenido de nitrógeno de los forrajes fue determinado usando el método micro-Kjeldahl, por medio de la reacción Nessler. El contenido de proteína cruda (PC) fue calculado como $N \times 6.25$ (AOAC, 1990).

Las variables que se analizaron fueron el porcentaje de PC, Ca, P, Na, K, Mg del pasto llanero y pasto insurgentes de las localidades de Borbollon, Carrillo Puerto y Compostela, así como también las partes por millon (ppm) de los microminerales Fe, Cu, Mn y Zn.

Los datos fueron analizados considerando los perfiles minerales y proteína cruda de muestras obtenidas en las diferentes localidades, usando el programa estadístico (SAS, 2002), con un diseño de bloques al azar, con diferentes repeticiones. Las concentraciones promedio de minerales y proteína cruda se compararon ($P < 0.05$) mediante una prueba Tukey (Herrera *et al.*, 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el porcentaje de proteína cruda no existió diferencia significativa ($p > 0.05$) entre las localidades de Borbollón, Carrillo Puerto y Compostela, teniendo un promedio y desviación estándar de $7.17 \pm 0.85\%$, 6.50 ± 1.30 y 6.73 ± 1.16 respectivamente, así como también el porcentaje de PC del pasto llanero fue de 7.25 ± 0.93 y el pasto insurgentes de 6.38 ± 1.13 . En los macrominerales el porcentaje de sodio, fósforo y calcio no existió diferencia estadística ($p > 0.05$) teniendo promedios y desviación estándar de 0.34 ± 0.05 , 0.23 ± 0.09 y 1.18 ± 0.26 respectivamente. En las localidades donde se obtuvieron las muestras, los niveles de potasio

y magnesio fueron mayores ($p < 0.05$) en el pasto insurgentes en comparación con el pasto llanero (tabla 1). Como se puede observar en la tabla 2, las partes por millón (ppm) de hierro fue mayor ($p < 0.05$) en la localidad de Compostela (159 ± 29) con respecto a las localidades de Borbollón y Carrillo Puerto con un promedio de 131 ± 12 . Con respecto a las ppm de cobre, manganeso y zinc, no existió diferencia significativa ($p > 0.05$) teniendo promedios y desviación estándar de 14 ± 3 , 17 ± 3 y 39 ± 1 respectivamente (tabla 1 y 2).

Villalobos-Villalobos (2018), reporta que el pasto Ray grass tiene un contenido promedio de Ca (0,68%), P (0,39%), K (3,64%), en época semi-seca los contenidos de Mn, Fe y Zn fueron mayores (61,9, 105,7 y 69,9 mg/kg MS, respectivamente) que en época lluviosa (45,6, 78,6 y 43,9 mg/kg MS, respectivamente). El contenido de Cu fue similar entre épocas (11,6-12,4 mg/kg MS). En una investigación realizada por Ostía (2019), en la República de Panamá, evaluó el perfil de los minerales de las especies forrajeras *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola*, *Cynodon nlemfluensis*, *Digitaria swazilandensis*, *Panicum máximun*, reportando niveles de Ca, P, Na, K, Mg, Fe, Cu, Mn y Zn (0.41%, 0.12%, 0.09%, 1.17%, 0.16%, 161.9 ppm, 3.76 ppm, 96.33 ppm y 32.21 ppm respectivamente, siendo los macrominerales inferiores a los de la presente investigación, en los minerales Fe y Mn las concentraciones fueron superior que los pastos llanero e insurgentes de las localidades muestreadas. Obando-Enríquez *et al.* (2023), al analizar pastos del trópico alto de Colombia, reporta el perfil de Ca (0.29 %), P (0.33 %), K (3.13 %), Mg (0.27 %), Cu (7.33 ppm, Fe (206 ppm), Mn (78 ppm) y Zn (38.31 ppm), siendo el Ca y magnesio por debajo de los del presente trabajo, el Fe y Mn superiores.

Tabla 1. Porcentaje de Proteína Cruda y macrominerales en pasto llanero e insurgentes de tres localidades del municipio de Compostela Nayarit, México

Localidad	Pasto	PC %	Ca %	P %	Na %	K %	Mg %
Borbollón	Llanero	7.59±0.79 ^a	1.01±0.10 ^a	0.26±0.07 ^a	0.34±0.09 ^a	2.79±0.10 ^b	0.43±0.02 ^b
Borbollón	Insurgentes	6.75±0.82 ^a	1.06±0.10 ^a	0.20±0.09 ^a	0.29±0.06 ^a	3.24±0.03 ^a	0.47±0.01 ^a
Carrillo Puerto	Llanero	7.54±0.31 ^a	1.17±0.09 ^a	0.19±0.05 ^a	0.33±0.05 ^a	3.03±0.03 ^b	0.44±0.01 ^b
Carrillo Puerto	Insurgentes	6.72±1.18 ^a	1.16±0.08 ^a	0.29±0.15 ^a	0.36±0.03 ^a	3.36±0.21 ^a	0.46±0.01 ^a
Compostela	Llanero	6.78±1.27 ^a	1.12±0.23 ^a	0.21±0.11 ^a	0.37±0.02 ^a	2.73±0.39 ^b	0.43±0.02 ^b
Compostela	Insurgentes	6.70±1.2 ^a	1.44±0.40 ^a	0.24±0.10 ^a	0.34±0.01 ^a	3.74±0.7 ^a	0.48±0.10 ^a
Promedio		7.01±0.93	1.16±0.17	0.23±0.09	0.34±0.05	3.15±0.51	0.45±0.04
Requerimientos ¹			0.17-1.53	0.17-0.59	0.06-0.18	0.5-1	0.05-0.25

^{a, b} Letras diferentes en columnas indican que existe diferencia significativa (p<0.05).

¹ Requerimientos de ganado bovino productor de carne y leche en pastoreo (McDowell *et al.*, 1993).

Tabla 2. Perfil de microminerales en pasto llanero e insurgentes de tres localidades del municipio de Compostela, Nayarit, México

Localidad	Pasto	Fe ppm	Cu ppm	Mn ppm	Zn ppm
Borbollón	Llanero	131±08 ^b	14±4 ^a	17±3 ^a	38±1 ^a
Borbollón	Insurgentes	132±13 ^b	16±5 ^a	18±1 ^a	39±1 ^a
Carrillo Puerto	Llanero	128±09 ^b	12±0 ^a	17±1 ^a	39±1 ^a
Carrillo Puerto	Insurgentes	134±18 ^b	12±1 ^a	17±2 ^a	39±1 ^a
Compostela	Llanero	164±24 ^a	16±4 ^a	18±4 ^a	39±1 ^a
Compostela	Insurgentes	154±24 ^a	13±3 ^a	17±4 ^a	39±1 ^a
Promedio		141±22	14±3	17±5	39±1
Requerimientos ¹		50-100	4-10	20-50	20-40

^{a, b} Letras diferentes en columnas indican que existe diferencia significativa (p<0.05).

ppm = partes por millón.

¹ Requerimientos de ganado bovino productor de carne y leche en pastoreo (McDowell *et al.*, 1993).

Amangandi *et al.* 2023, realizaron un estudio en la Comunidad Santa Rosa de Quinua Corral del Cantón Guaranda, Provincia de Bolívar, Ecuador encontrando el perfil del mineral Ca (0.32 %), P (0.18 %), K (2.03 %), Mg (0.14 %), Fe (80 ppm), Mn (197 ppm), Cu (0.50 ppm) y Zn (0.30 ppm), resaltando que en lo general a excepción del Mn los resultados fueron inferior a los del pasto llanero e insurgentes del presente trabajo. Los niveles de P que reporta Rubio y Meza (1999) en el municipio de Tecuala, Nayarit, México, coinciden con los niveles en la presente investigación de la localidad de Borbollon y Carrillo Puerto (0.20 y 0.19 %), sin embargo reporta concentraciones inferiores en el municipio de Huajicori y Santiago

Ixcuintla, Los niveles de Ca que reporta en el municipio de Huajicori (0.59 %), Tecuala (0.95 %), Rosamorada (0.88 %) y Santiago Ixcuintla (0.69 %), son mayores a los del presente trabajo, el perfil de Mg, K, Fe y Zn en los municipios de Huajicori, Tecuala, Rosamorada y Santiago Ixcuintla en promedio son de 0.24 %, 1.16 %, 0.053 ppm y 0.002 ppm respectivamente, datos que son inferior al pasto llanero e insurgentes del presente trabajo. Santacruz *et al.* 2011, realizó una investigación en Colombia con el pasto *Pennisetum clandestinum*, encontrando un porcentaje de proteína cruda de 10.20 y fósforo de 0.30%, siendo estos valores superiores al pasto insurgentes y llanero de los encontrados en el presente trabajo.

Las posibles deficiencias de Ca se pueden corregir mediante el suministro de suplementos minerales con 12% de Ca, utilizando como ingredientes carbonato de calcio, piedra caliza, fosfatos de cálcico y cenizas de hueso. La suplementación con fósforo solo o con fosfatos, es posible cuando alimentación es en corral, pero en las condiciones de ganadería extensiva, bajo pastoreo, la forma de suplementar es mediante mezclas de minerales con sal común. Una vaca con cría, que no recibe ningún tipo de suplemento mineral, tiene menos probabilidades de quedar gestante y tener un ternero cada dos años, siendo una de las causas de que la parición del hato ganadero no supere el 50%. La suplementación con una mezcla mineral con 6% de fósforo total; 12% de calcio y 50% de sal, es adecuada para la mayoría de los sistemas extensivos de producción de carne, ofreciéndolo a consumo voluntario. Es indispensable que las mezclas que se ofrecen en los saladeros sean palatables para el ganado, así mismo, es importante acostumbrar a las terneras y crías a consumir alimentos en bateas o comederos desde que están con la madre, empleando el “creep feeding” ó cuando son destetadas.

CONCLUSIÓN

El porcentaje de proteína cruda en las gramíneas del presente estudio, no cubre los requerimientos nutricionales para rumiantes en producción.

Los minerales calcio y fósforo y manganeso presentes en el pasto llanero e insurgentes, no cubren los requerimientos en rumiantes en estado de gestación y lactancia, por lo que es necesario la suplementación con premezclas minerales.

Se recomienda complementar con minerales y proteína cruda a los rumiantes en pastoreo en el periodo de lluvias en las zonas de estudio, con un suplemento, que contenga 14% de proteína cruda, 2.3 Mcal/kg de MS, 1.5% de calcio, 0.5% de fósforo, 40 ppm de manganeso, para incrementar los parámetros productivos en el hato ganadero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amangandi, SO., Román, CF., Díaz, MB y Ruiz, PCF. (2023). Nutrientes minerales y su relación suelo – planta –animal en praderas de Bolívar- Guaranda – Ecuador. *TESLA Revista Científica*, (3) 1, 1-11.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Arlington, Va., Association of Official Analytical Chemists. USA.

Calzada, RJE., Rocatti, VM y Galana P. (2017). Memoria y Prospectiva de las Secretarías de Estado. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México.

Carrete, COF. (1991). Determinación de la concentración de minerales en la región ganadera sur del estado de Coahuila. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Castellanos, RA., Llamas, LG y Shimada, AS. (1990). Manual de técnicas de Investigación en Rumiología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

- Chapman, HD., Parker FP y Cotin, T. A. (1984). Métodos de Análisis para suelos, plantas y agua, Trillas, México, p. 195.
- Church, CD. y Kincaid, R. (1993). El Rumiante, Fisiología Digestiva y Nutrición. Acribia, S. A., Zaragoza, España.
- De Alba J. (1979). Alimentación del ganado en América Latina, 2ª ed., La Prensa Médica Mexicana, México.
- Fick, KR., McDowell, LR., Miles, PH., Wilkinson, NS., Funk, JD. y Conrad, JH. (1979). Métodos de Análisis de Minerales para Tejido de Plantas y Animales, 2ª ed. Florida, EUA.
- Fideicomiso de Riesgo Compartido. FIRCO. (2017). La Ganadería en México. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/firco/articulos/la-ganaderia-en-mexico?idiom=es>.
- Garcés, YP. (1997). Estrategias de suplementación en el hato de cría. XXXIII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Veracruz, México, p. 1-16.
- Gartenberg, PK, McDowell, LR, Rodríguez, D., Wilkinson, N., Conrad, JH and Martin, F. G. (1990). Evaluation of the trace mineral status of ruminants in northeast México. *Livestock Res. for Rural Develop.* (2), 34-42.
- Gutiérrez LFA., Rocha JPA y Ruelas B. (2019). Efecto de la suplementación en vacas de pastoreo sobre la producción, eficiencia del uso y costo beneficio. Universidad Central del Ecuador. (6) 1, 1-9.
- Herrera, HJG y Barreras SA. (2000). Manual de procedimientos. Análisis estadístico de experimentos pecuarios (Utilizando el programa SAS). Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México.
- Kawas, GJJ. (1996). Determinación del perfil mineral de especies forrajeras de cuatro zonas geográficas del litoral del golfo de México. Tesis de Doctor en Ciencia con

- Especialidad en Producción Animal. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León, México.
- McDowell, LR., Conrad, JH. y Hembry, G. (1993). Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. 2^{da} ed. Departamento de Zootecnia, Centro de Agricultura Tropical, Universidad de Florida Gainesville, p. 70.
- McDowell, LR., Valle, G., Rojas, LX. y Pereira, JV. (1997). Importancia de la suplementación mineral completa en la reproducción de vacas. XXXIII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Veracruz, México, p. 31-48.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. (2023). Producción pecuaria en América Latina y el Caribe. <https://bit.ly/3PinznL>
- Ostía, GTM. (2019). Determinación de los niveles minerales (Ca, P, Mg, K, Na, Cu, Zn, Fe, Mn) en los pastos más comunes en la estación de mayor y menor pluviosidad de la provincia de Chiriquí. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Ciencias Pecuarias. Universidad de Panamá, República de Panamá.
- Obando-Enríquez, BG., Bacca-Acosta, PP., Portillo-López, PA., Hernández-Oviedo, F y Castro-Rincón E. (2023). Contenido mineral de *Cenchrus clandestinus* (Hochst. ex Chiov.) Morrone, asociado a *Alnus acuminata* (Kunth), en trópico alto colombiano. *Revista de Investigaciones Altoandinas – Journal of High Andean Research* 25(4), 224-232.
- Ramírez, RG., González, RH., García, CG., Alba, AJ. y Háuad, LA. (2001). Variación estacional del contenido mineral en el zacate buffel común. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- Rosero, NR y Posada, OSL. (2016). Cálculo de sales minerales para vacunos en pastoreo. Biogénesis fondo editorial. Universidad de Antioquia. Colombia.

- Rubio, CJV. y Meza, RF. (1999). Concentración mineral en forrajes durante la época de secas en el Norte de Nayarit. Memorias de la Tercera Reunión de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Nayarit. Tepic, Nayarit, p. 85.
- Ruiz, PR. y Guevara, VR. (2021). Reseña sobre aspectos nutricionales para el desarrollo sostenible de sistemas ganaderos basados en pastos y forrajes tropicales. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, (5) 2.
- Sánchez, GE. (1990). Suplementación de ganado en agostadero. Memorias de los Festejos Conmemorativos del 20 Aniversario del CIPES, Febrero CIFAP-Chihuahua, p. 1-22.
- Sánchez, RA., Herrera, PDI y Domínguez, VIA (1995). Diagnóstico del estado mineral en vacas productoras de leche estabuladas en Tenango del Valle. México. *Veterinaria México*. (26), 237.
- Santacruz, IGE., Guerrero, AJE. y Navia, EJF. (2011). Efecto del arreglo silvopastoril aliso (*AlnusAcuminata* K.) y kikuyo (*PennisetumClandestinum*H.) sobre el comportamiento productivo en novillas Holstein en el altiplano del departamento de Nariño. *Agroforestería Neotropical*. No. 1.
- SAS. 2002. SAS/STAT® User's Guide (Release 6.03). SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Segura, CVM., Tepal, ChJA., Carvajal, AJ y Castellanos, RAF. (2000). La pollinaza como fuente de fósforo para rumiantes en pastoreo. *Livestock. Research for Rural Development* (12), 48-57.
- Segura, CV y Castellanos, RA. (1995). Cuantificación de la respuesta a la suplementación fosforada en bovinos en pastoreo. *Veterinaria México*. (26), 230.
- Téllez, SLA., Mercado, DJM y Domínguez, VIA. (1995). Estado mineral en suero sanguíneo de vacas Holstein en producción, durante dos épocas, en el Cerrillo, Toluca, México. *Veterinaria México*. 2(6), 236.

- Sosa, PE. (1981). Manual de procedimientos analíticos para alimentos de consumo animal, Chapingo, México.
- Velásquez, CJ. (1997). Importancia y valor nutricional de las especies forrajeras de Sonora. *Veterinaria México*. (29), 153-163.
- Villalobos-Villalobos, L. y Sánchez-G, J. (2018). Contenido macro y micromineral del pasto ryegrass (*Lolium spp.*) en la zona alta de Cartago, Costa Rica. *Nutrición Animal Tropical*, 12(2), 1–19. <https://doi.org/10.15517/nat.v12i2.34927>