

VALOR NUTRITIVO Y DIGESTIÓN RUMINAL DEL ZACATE BUFFEL COMÚN (*Cenchrus ciliaris* L.)

R.G. Ramírez¹, G. García² y H. González³

¹ Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León,
Apartado Postal 142, Sucursal F, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México
E-mail: rogramir@fcb.uanl.mx

² Campo Experimental de General Terán, Nuevo León- INIFAP. México

³ Facultad de Ciencias Forestales, UANL, México

El estudio tuvo como objetivo evaluar y comparar estacionalmente el valor nutritivo y la degradabilidad efectiva de la materia seca (DEMS), la proteína cruda (DEPC) y la pared celular (DEFDN) de la planta completa, las hojas y los tallos del zacate buffel común (*Cenchrus ciliaris* L.). Se estimó también el consumo potencial de minerales por los bovinos. Las plantas fueron colectadas manualmente en otoño, invierno, primavera y verano, en una pradera no regada, de aproximadamente 15 ha, ubicada en Linares, N.L., México. Los valores de PC, Ca, P, Mg, K, Na, Fe, Zn, Cu, Mn, DEMS, DEPC y DEFND fueron más elevados en primavera y más bajos en invierno. Contrariamente, la pared celular y sus componentes (celulosa, hemicelulosa y lignina) fueron más bajos en primavera y más altos en invierno. Las hojas del zacate buffel común tuvieron una mayor calidad nutritiva y degradabilidad efectiva que los tallos. En general, el contenido de Ca, Mg (con excepción de otoño e invierno), K, Fe, Zn y Mn (con excepción de invierno y verano) fue suficiente para satisfacer las demandas nutricionales de los bovinos en crecimiento en todas las estaciones del año. Sin embargo, los contenidos de P, Na y Cu fueron deficientes. Debido a la elevada concentración de todos los minerales en las hojas, sería recomendable aumentar la relación hoja:tallo. Mientras tanto, se deberá complementar al ganado, alimentado con zacate buffel común en esta región de México, con P, Na y Cu durante todo el año, con Mg en otoño e invierno y con Mn durante invierno y primavera.

Palabras clave: *Cenchrus ciliaris*, digestión ruminal, valor nutritivo

The objectives of the study were to evaluate and compare seasonally, the nutrient content and effective degradability of dry matter (EDDM), crude protein (EDCP) and cell wall (EDCW) in the whole plant, leaves and stems of common buffelgrass (*Cenchrus ciliaris* L.). Mineral potential intake by cattle was also estimated. Plant material was sampled in autumn, winter, spring and summer in a 15 ha rainfed pasture, located at Linares, N.L., Mexico. Values of crude protein, Ca, P, K, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Mn, EDDM, EDCP and EDCW were higher in spring and lower in winter. Conversely, cell wall and its constituents (cellulose, hemicellulose and lignin) were lower in spring and higher in winter. The leaves had higher nutrient quality and effective degradability than the stems. In general, the content of Ca, Mg (except in autumn and winter), K, Fe, Zn and Mn (except in winter and summer) was sufficient to satisfy growing cattle needs of these minerals in all seasons. However, contents of P, Na and Cu were deficient. Because of the high mineral content in leaves, it would be recommended to increase the leaf:stem ratio. Meanwhile, it is also recommended to supplement cattle grazing common buffelgrass in this region with P, Na and Cu throughout the year, with Mg in fall and winter, and with Mn during winter and spring.

Key words: *Cenchrus ciliaris*, rumen digestion, nutritive value

Se estima que en Nuevo León existen aproximadamente 300 000 ha de zacate buffel común, lo que lo convierte en el cultivo

más importante del estado, tanto por la superficie que ocupa como por su aporte económico (García-Dessommes, 1991). La

aceptación del pasto buffel como una especie forrajera de gran importancia en las regiones áridas y semiáridas se debe a que es posible establecerlo fácilmente y a su capacidad de tolerar períodos de sequía (Hanselka, Northup y McKnown, 1996). Pero como todas las especies vegetales, es afectado por factores del medio ambiente. No obstante, la calidad del forraje es severamente afectada por la madurez de la planta (Buxton y Fales, 1994). Las especies vegetales raramente crecen en un ambiente óptimo, por lo que experimentan fluctuaciones debido al medio ambiente y este estrés modifica su morfología y su tasa de desarrollo, lo cual limita su producción y altera su calidad. Las estaciones y las variaciones en el medio ambiente relacionadas con la localización geográfica alteran la calidad del forraje, aun cuando los cultivos son cosechados en estados morfológicos similares. Esto hace difícil la predicción de la calidad del forraje y resulta imposible anticipar el comportamiento de los animales que lo consumen (Van Soest, 1994).

El estrés en la planta se manifiesta cuando algún factor del medio ambiente no es óptimo para su crecimiento y desarrollo. Esto puede ser causado por una diversidad de factores abióticos (temperaturas extremas, disponibilidad de agua, cantidad y duración de la radiación solar, salinidad, deficiencias nutrimentales) y bióticos (plagas y enfermedades). La pared celular provee la primera barrera de protección contra la mayoría de los estrés que enfrenta el tejido vegetal. La pared secundaria que se forma y deposita al interior de la pared primaria se caracteriza por lignificarse, lo cual permite dar protección al tejido. La lignificación también restringe la accesibilidad de los nutrimentos de la pared celular para los animales que la consumen (Nelson y Mosler, 1994).

La lignificación tiende a ser más extensa en tejidos estructurales como el xilema y esclerénquima. Los órganos de la planta que contienen altas proporciones de estos tejidos, tales como los tallos, son menos digestibles que aquellos que contienen bajas concentraciones. La proporción de tejidos y órganos lignificados, por lo general, aumenta conforme la planta madura, por lo que a menudo hay una relación negativa entre la

digestibilidad y la madurez. Todos estos procesos de la planta responden a factores ambientales que pueden afectar la cantidad y el impacto de la lignificación. Las temperaturas, la humedad del suelo, la cantidad y la calidad de la luz y el estado nutricional del suelo, pueden también tener efectos directos o indirectos en la lignificación (Moore y Jung, 2001). El estrés ambiental (biótico o abiótico) que causa una reducción en la relación tallo:hoja, por lo general, decrece la calidad del forraje, debido a que las hojas son más nutritivas que los tallos (Ramírez, Foroughbackhch, Hauad, Alba-Avila, García-Castillo y Espinosa-Vázquez, 2001a; 2001b).

En los forrajes la concentración de un nutrimento mineral varía considerablemente, en dependencia del suelo, la planta y los factores de manejo, por lo que es recomendable efectuar con regularidad análisis de los nutrimentos minerales (O'dell, 1984; McDowell, 1997). Algunos minerales pueden afectar la calidad del forraje, ya que los microorganismos ruminales requieren cierta cantidad de ellos para su crecimiento y metabolismo normal (Spears, 1994); las concentraciones bajas de esos minerales pueden disminuir la capacidad de los microorganismos para digerir la fibra y sintetizar la proteína (Durand y Kawashima, 1980).

El presente estudio tuvo como objetivos estimar y comparar estacionalmente el valor nutritivo, el consumo potencial de nutrimentos minerales y la extensión de la fermentación ruminal de la planta completa, las hojas y los tallos del pasto buffel común.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sítio de colecta

El estudio se llevó a cabo en el Centro de Producción Agropecuaria de la Universidad Autónoma de Nuevo León, que se ubica en el municipio de Linares, N.L., México, entre las coordenadas 24° 47' latitud norte y 99° 32' longitud oeste, a una altitud de 350 msnm. El clima es semitropical y semiárido con verano caliente. A la vegetación dominante se le conoce como Matorral Submontano y pertenece a la provincia de la Llanura Costera del Golfo Norte (SPP-INEGI, 1986). La precipitación registrada durante el año de

estudio (agosto de 1996 a septiembre de 1997) fue de 663,1 mm, distribuida en: 165,7 mm en otoño; 29,0 mm en invierno; 417,0 mm en primavera y 51,4 mm en verano. Las temperaturas promedio mensuales variaron desde 14,7°C en enero a 22,3°C en agosto. El suelo predominante es del tipo luvisol crómico y tiene como segundo componente el litosol, de textura fina, con 70 cm de profundidad, limitado por roca, drenado y su clasificación textural corresponde al tipo arcilloso. Se caracteriza por un alto contenido de carbonato de calcio (pH =7,5 a 8,5) y un bajo contenido de materia orgánica (Foroughbackhch, 1992).

Colecta de plantas

De una pradera no regada ni fertilizada, de aproximadamente 15 ha y 5 años de sembrada, se colectaron manualmente plantas del pasto buffel común en otoño (26 septiembre 1996), invierno (30 enero 1997), primavera (21 abril 1997) y verano (22 julio 1997). Durante el año de estudio el ganado bovino no pastoreó directamente en la pradera; las plantas se cortaron al inicio de la floración para que el ganado las consumiera en el corral y el sobrante se ensiló. En cada estación las plantas se colectaron aleatoriamente en 10 sitios de muestreo. Después de la colecta algunas plantas fueron separadas en hojas y tallos. Posteriormente las muestras se secaron a la sombra por un período de aproximadamente 21 días, hasta que tuvieron un peso constante; se molieron en un molino Wiley (a través de una malla de 2 mm) y se almacenaron en recipientes herméticamente cerrados. Para estimar la composición química y la cinética de la fermentación ruminal de los nutrientes se preparó una muestra compuesta y homogénea, mezclando las muestras que constituyeron el otoño, invierno, primavera y verano. El muestreo se realizó posteriormente a los cortes y el follaje tenía 3 meses de edad.

Estimación del valor nutritivo y la degradabilidad

En cada estación del año, por cuadruplicado, se determinó el contenido de materia seca, ceniza y proteína cruda (PC)

en la planta completa, las hojas y los tallos del zacate buffel común, según AOAC (1990). La fibra detergente neutro (FDN) y la lignina detergente ácido (LDA) también se determinaron (Goering y Van Soest, 1970). Para el análisis de los minerales las muestras fueron incineradas en una mufla a 550°C durante 4 h. Posteriormente las cenizas fueron digeridas en una solución de HCl y HNO₃, usando la técnica de la digestión húmeda (Díaz-Romeau y Hunter, 1978). El contenido de nutrimentos minerales (Ca, Mg, K, Na, Fe, Mn, Zn y Cu) en las muestras se determinó por medio de espectrofotometría de absorción atómica y el contenido de P mediante la técnica colorimétrica (AOAC, 1990).

La técnica de la bolsa de nailon (5 x 10 cm; con 53 µm de tamaño de poro) se usó para estimar la degradabilidad *in situ*. Cada bolsa contenía 4 g de muestra molida de cada parte de la planta, y se usaron 12 borregos (Rambouillet x Pelibuey) machos de 47±2,5 kg de peso vivo canulados en el rumen. En cada estación se emplearon cuatro borregos para cada parte de la planta del zacate buffel común. Los borregos fueron alimentados con heno de alfalfa a libre acceso. Las bolsas fueron suspendidas en el rumen durante 4, 8, 12, 24, 36 y 48 h. Posteriormente se lavaron con agua corriente y se secaron en una estufa a 55°C durante 48 h. La desaparición del material a la hora cero fue estimada en bolsas sin incubar en el rumen, que se lavaron de la misma manera que las demás. Al residuo de cada bolsa en cada período de incubación se le determinó su contenido de MS, PC y FDN (AOAC, 1990; Goering y Van Soest, 1970). El porcentaje de desaparición de la MS, PC y FDN se estimó usando la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de desaparición} = \left(\frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{peso inicial}} \right) \times 100$$

Las características de la digestión de la MS, PC y FDN se estimaron usando los porcentajes de desaparición, para lo cual se aplicó la siguiente ecuación (Ørskov y McDonald, 1979):

$$p = a + b (1 - e^{-ct})$$

Donde; **p**, indica la tasa de desaparición a un tiempo **t**; **a**, representa el intercepto en el eje de la ordenada de la porción de la MS, PC o FDN solubilizada al inicio de la incubación (hora 0); **b**, es la porción de la MS, PC o FDN lentamente degradada en el rumen; **c**, la tasa constante de desaparición de la fracción **b**; y **t**, el tiempo de incubación. La degradabilidad efectiva (DE) de la MS (DEMS), PC (DEPC) y FDN (DEFDN) fue estimada con la siguiente ecuación:

$$DE = (a+b) c/(c+k) (e^{-(ct)T})$$

usando el programa computacional Neway (McDonald, 1981), donde **k** indica la tasa de salida de sólidos del rumen y **T** el tiempo de retraso (tiempo en que los microorganismos inician la degradación de la MS, PC o FDN en el rumen, %/h). Los símbolos **a**, **b**, **c** y **t** representan los parámetros descritos anteriormente. Los valores de la DEMS, DEPC y DEF DN del forraje del zacate buffel común se estimaron empleando un valor de **k** igual a 3%/h.

Análisis estadísticos

Los datos fueron analizados estadísticamente utilizando un diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial 4 x 3 y cuatro repeticiones. El factor A representó las cuatro estaciones y el factor B constituyó la planta completa, las hojas y los tallos. La comparación de las medias se realizó entre estaciones y entre partes de la planta. Las medias fueron separadas ($P < 0,05$) a través de la prueba de rango estudentizado de Tukey. Además, se llevó a cabo un análisis de correlación simple entre la composición química, la degradabilidad efectiva de los nutrientes, la precipitación y la temperatura (Steel y Torrie, 1980).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Valor nutritivo

El contenido de PC fue diferente ($P < 0,05$) entre las estaciones. En la primavera fue más elevado y en el invierno más bajo. Las hojas tuvieron un mayor contenido de PC que los tallos (tabla 1). Valores de PC similares a los encontrados en este estudio también han sido reportados en las plantas del zacate buffel común establecidas en Marín, N.L., México (Ramírez et al., 2001a). Ramírez et al. (2001a) reportaron valores de PC en la planta completa que fueron de 5,5 % en invierno; 5,7 % en primavera; 16,4 % en verano y 11,3 % en otoño. En la misma región también se reportó (Ramírez et al., 2001b) que el pasto buffel nueces alcanzó el valor de PC más alto (17,2 %) en verano con respecto a las otras tres estaciones, donde los valores fluctuaron entre 7,8 % (primavera) y 12,6 % (otoño). En ambos estudios las hojas mostraron más PC que los tallos. En Sonora, México, Velázquez-Caudillo (1997) encontró que el zacate buffel común tuvo valores de PC de 12,6; 6,9; 13,3 y 10,1 % para las estaciones de invierno, primavera, verano y otoño, respectivamente.

El contenido de la pared celular (FDN) y sus componentes (celulosa, hemicelulosa, lignina y cenizas insolubles) también fueron diferentes ($P < 0,05$) entre las estaciones.

Sin embargo, durante el invierno se mostró una clara tendencia a que la FDN fuera más abundante. Además, los tallos mostraron una mayor concentración de FDN que las hojas (tabla 1). Contenidos de FDN similares a los encontrados en este estudio han sido reportados con anterioridad en el zacate buffel común (Ramírez et al., 2001a) y buffel nueces (Ramírez et al., 2001b). En ambas investigaciones se encontró que los tallos contenían más pared celular que las hojas.

Tabla 1. Influencia de la estación del año y la parte de la planta en la composición química (%) y digestibilidad ruminal (%) del forraje.

Variable*	Estaciones del año				Partes de la planta			Media \pm ES
	Otoño 1996	Invierno 1997	Primavera 1997	Verano 1997	Planta completa	Hoja s	Tallos	
Materia orgánica	87,7 ^c	91,7 ^a	89,1 ^b	83,6 ^d	89,1 ^a	87,6 ^c	88,1 ^b	88,0 \pm 0,1
Proteína cruda	10,9 ^a	5,7 ^c	14,0 ^b	10,9 ^b	10,2 ^a	13,1 ^a	7,8 ^c	10,4 \pm 0,1
FDN	69,9 ^c	85,7 ^a	68,9 ^d	82,3 ^b	77,2 ^b	71,4 ^c	81,5 ^a	76,6 \pm 0,2
Hemicelulosa	26,0 ^d	31,6 ^b	27,8 ^c	37,4 ^a	29,9 ^b	31,0 ^a	31,2 ^a	30,7 \pm 0,3
Celulosa	32,0 ^b	36,6 ^a	31,5 ^b	31,6 ^b	32,8 ^b	29,6 ^c	36,4 ^a	32,9 \pm 0,3
Lignina	6,4 ^b	9,9 ^a	6,3 ^b	9,8 ^a	7,5 ^b	5,6 ^c	11,1 ^a	8,1 \pm 0,2
Ceniza insoluble	4,5 ^b	6,6 ^a	2,2 ^b	4,4 ^b	6,4 ^b	6,6 ^a	3,4 ^b	4,4 \pm 0,9
DEMS	49,2 ^a	33,8 ^c	51,6 ^a	42,0 ^b	46,3 ^a	51,1 ^a	35,1 ^c	44,2 \pm 1,0
DEPC	75,1 ^b	52,2 ^d	77,2 ^a	66,6 ^c	66,7 ^b	71,5 ^a	65,0 ^c	67,8 \pm 2,4
DEFDN	43,2 ^b	30,5 ^d	45,8 ^a	39,9 ^c	37,9 ^b	50,6 ^a	31,4 ^c	39,9 \pm 0,7

* Base seca

a,b,c,d Medias en hileras con letras diferentes no son iguales (P<0,05)

Degradabilidad efectiva

La DEMS, DEPC y DEFND fueron diferentes (P<0,05) entre las estaciones. Durante la primavera la materia seca, la PC y la FDN fueron más fermentadas por los microbios del rumen de los borregos; en cambio, en invierno fueron menos fermentadas. En el presente estudio los nutrientes de las hojas fueron más fermentados que los de los tallos (tabla 1). Además, el contenido de PC tuvo una influencia positiva en la degradabilidad de la materia seca ($r=0,77$; $P<0,001$), PC ($r=0,71$; $P<0,001$) y FDN ($r=0,82$; $P<0,001$) del zacate buffel común. Contrariamente, la pared celular mostró una relación negativa ($r=-0,73$, $P<0,001$; $r=-0,64$, $P<0,001$ y $r=-0,71$, $P<0,001$, respectivamente).

Las variables climatológicas, especialmente la precipitación, también tuvieron influencia en el valor nutritivo y la degradabilidad ruminal de los nutrientes contenidos en el zacate buffel común (tabla 2). Durante la primavera se registró la mayor precipitación (417 mm, de un total de 663,1 mm). El efecto positivo de la precipitación en la degradabilidad de los nutrientes también ha sido reportado con anterioridad en el pasto buffel común (Ramírez et al., 2001a),

buffel nueces (Ramírez et al., 2001b) y buffel llano (Foroughbachkch, Ramírez, Hauad, Alba-Avila, García-Castillo y Espinosa-Vázquez 2001). En estos estudios se observó que la calidad nutritiva de los pastos fue más elevada en el verano, debido a que durante esta estación se registraron abundantes precipitaciones. En muchas especies de plantas usualmente el alto potencial de producción está asociado negativamente a la sequía (Blum, 1993). Así mismo, las características xeromórficas de las plantas decrecen en climas cálidos o secos, ya que tienen paredes celulares delgadas (Cutler, Rains y Loomis, 1977), cutícula delgada y tejido altamente lignificado (Levitt, 1980). Estas características son generalmente asociadas con una baja digestibilidad. Además, en esta región del noreste de México las praderas de pasto buffel común son más nutritivas durante la primavera y el verano. Se ha reportado (Ramírez, Mireles, Huerta y Aranda, 1995) que el consumo de nutrientes en corderos que pastoreaban en una pradera de zacate buffel común, localizada en Marín, N.L., México, fue más elevado durante los meses de abril, mayo, junio y julio. El incremento en el consumo se apreció cuando el pasto tenía

mayor calidad nutritiva, en respuesta a una mayor precipitación en el área de estudio y a

una reducida lignificación de la pared celular (Ramírez, Alonso y Huerta, 1995).

Tabla 2. Coeficientes de correlación Pearson entre la composición química, la precipitación, la temperatura, la degradabilidad ruminal efectiva y el contenido mineral de la planta completa del pasto *Cenchrus ciliaris* colectado en Linares, N.L., México.

	DEMS	DEPC	DEFDN	Ca	P	Mg
MO	-0,45***	-0,45***	-0,33**	0,21	0,07	-0,24
PC	0,77***	0,71***	0,82***	0,43**	0,65***	0,02
FDN	-0,73***	-0,64***	-0,71***	-0,64***	-0,82***	0,04
Hemicelulosa	-0,46***	-0,41**	-0,33**	-0,43***	-0,53***	0,10
Celulosa	-0,69***	-0,58***	-0,85***	-0,53***	-0,67***	0,12
Lignina	-0,78***	-0,61***	-0,84***	-0,77***	-0,86***	0,02
Ceniza insoluble	0,21	0,20	0,27*	0,09	0,05	0,15
Precipitación	0,52***	0,43**	0,39**	0,41**	0,51***	0,41**
Temperatura	0,27*	0,41**	0,28*	0,29*	0,05	0,12

	K	Na	Cu	Mn	Fe	Zn
MO	-0,39**	-0,20***	-0,09	0,01	-0,16	0,15
PC	0,92***	0,71***	0,77***	0,68***	0,58***	0,19
FDN	-0,73***	-0,67***	-0,91***	-0,76***	-0,49***	0,59***
Hemicelulosa	-0,45***	-0,28*	-0,71***	-0,41***	-0,04	-0,57***
Celulosa	-0,72***	-0,84***	-0,57***	-0,78***	-0,85***	0,16
Lignina	-0,72***	-0,82***	-0,75***	-0,87***	-0,85***	-0,36**
Ceniza insoluble	0,23	0,27*	0,03	0,20	0,38**	-0,29*
Precipitación	0,31*	0,40**	0,50***	0,42**	0,28*	0,62***
Temperatura	0,45***	0,13**	0,19	0,02	0,07	0,13

MO: materia orgánica; PC: proteína cruda; FDN: fibra detergente neutro; DEMS: degradabilidad efectiva de la materia seca; DEPC: degradabilidad efectiva de la proteína cruda; DEF DN: degradabilidad efectiva de la fibra detergente neutro

*($P < 0,05$); **($P < 0,01$); ***($P < 0,001$)

Contenido mineral

Los nutrimentos minerales contenidos en el pasto buffel común fueron diferentes ($P < 0,05$) entre las estaciones. Durante la primavera fueron más elevados y, en general, más bajos en el invierno (tabla 3). En la tabla 2 se muestra que la precipitación se relacionó positivamente con los minerales evaluados en este estudio. En la primavera se presentó la mayor precipitación, lo que pudo haber influido para que las plantas absorbieran un mayor contenido de minerales, comparado con otras estaciones cuando la precipitación fue más baja. La estacionalidad en la composición mineral de

los pastos también ha sido reportada en el buffel común (Ramírez, Alonso y Huerta, 1995; Ramírez et al., 2001a), buffel nueces (Ramírez, 2001b) y el buffel llano (Froughbackhch et al., 2001).

Con excepción del Mg y el Zn, los minerales evaluados en este estudio estuvieron positivamente relacionados con el contenido de PC (tabla 2), lo que pudiera significar que al incrementarse el contenido de PC aumentó el contenido de los nutrimentos minerales. Contrariamente, la FDN tuvo un efecto negativo en los minerales; la madurez y la lignificación del pasto buffel probablemente influyeron en su disminución. Como era de esperarse, los

tallos presentaron un menor contenido de minerales que las hojas. Lo anterior confirma reportes previos que demuestran que las partes de los pastos difieren en calidad; las hojas tienen mayor calidad nutritiva que los

tallos (McBee y Miller, 1990; Stritzler, Pagella, Jouve y Ferri, 1996; Ramírez et al., 2001a, 2001b; Ramírez, Foroughbackhch, González-Rodríguez, García-Castillo, Alba-Avila y Hauad, 2002).

Tabla 3. Influencia de la estación del año y la parte de la planta en el contenido de macronutrientes (Ca, P, Mg, K y Na, g/kg) y micronutrientes (Cu, Mn, Fe y Zn, mg/kg).

Variable*	Estación del año				Parte de la planta			Media \pm ES
	Otoño 1996	Invierno 1997	Primavera 1997	Verano 1997	Planta completa	Hojas	Tallos	
Ca	4,49 ^b	2,79 ^d	4,56 ^a		3,82 ^b			4,03 \pm 0,02
P	1,01 ^b	0,48 ^d	1,46 ^a	4,29 ^c	1,02 ^b	6,18 ^a	2,11 ^c	0,88 \pm 0,01
Mg	0,72 ^c	0,65 ^c	1,59 ^a	0,57 ^c	1,01 ^b	1,18 ^a	0,43 ^c	1,04 \pm 0,02
K	3,17 ^b	11,15 ^d	50,48 ^a	1,21 ^b	29,95 ^b	1,22 ^a	0,91 ^c	30,01 \pm 0,3
Na	0,47 ^b	0,35 ^c	0,62 ^a	27,16 ^c	0,43 ^b	37,39 ^a	22,64 ^c	0,48 \pm 0,01
Cu	6,04 ^b	1,32 ^d	6,54 ^a	0,47 ^b	3,98 ^b	0,68 ^a	0,33 ^c	4,04 \pm 0,1
Mn	32,27 ^b	23,96 ^d	39,27 ^a	2,27 ^c	21,02 ^c	4,91 ^a	3,25 ^c	30,37 \pm 0,7
Fe	97,73 ^c	88,76 ^d	125,88 ^a	25,98 ^c	105,99 ^b	40,17 ^a	29,90 ^b	105,14 \pm 1,8
Zn	38,86 ^b	32,96 ^d	56,04 ^a	108,21 ^b	40,32 ^b	153,21 ^a	86,23 ^c	40,77 \pm 0,2
				34,21 ^c		41,87 ^a	40,11 ^b	

* Base seca

a,b,c,d Medias en hileras con letras diferentes no son iguales (P<0,05)

Consumo potencial de minerales

En la tabla 4 se muestran las estimaciones del consumo potencial diario de minerales contenidos en la planta completa del pasto buffel común por una vaca de 400 kg de peso vivo, la cual consume diariamente 10,2 kg de materia seca (NRC, 1984). Estos valores fueron obtenidos multiplicando el contenido de cada mineral registrado en la tabla 1, por el requerimiento diario de minerales de esa misma vaca (NRC, 1984). Aparentemente, en todas las estaciones el consumo potencial de Ca, Mg (excepto otoño e invierno), K, Mn (con excepción de invierno), Fe y Zn, fue suficiente para satisfacer los requerimientos diarios.

Los contenidos de P, Na y Cu, en todas las estaciones, resultaron deficientes para cubrir los requerimientos de bovinos en crecimiento. Por tanto, el consumo potencial diario de estos minerales no fue suficiente para satisfacer sus requerimientos (McDowell, 1997). Las deficiencias de P y Na han sido reportadas en muchas especies de plantas de clima cálido (Minson, 1990). Además, se ha observado (Ammerman, Moore, Henry, Miller y Martin, 1982) que la concentración de P disminuye marcadamente con el aumento de la madurez del forraje. En el presente estudio, sin embargo, el aumento de la madurez, expresado por el aumento en la pared celular durante el invierno (Nelson y Mosler, 1994), pudo haber propiciado que el P y los otros minerales, a excepción del Mg,

fueran más bajos, sobre todo en los tallos que contenían más pared celular (tabla 1).

Debido a las múltiples funciones del P en el organismo animal y en los procesos fisiológicos de los microorganismos del rumen, especialmente aquellos que fermentan las células de las plantas (Van Soest, 1994; McDowell, 1997), el P debería ser incluido en un régimen de complementación en el ganado que pastorea zacate buffel común en el noreste de México. Asimismo, se debería complementar al ganado con Cu durante todo el año, pero especialmente en primavera, debido al alto

contenido de PC del zacate buffel común en esa estación (tabla 1), ya que se ha reportado (McDowell, 1997) que el alto consumo de PC soluble puede generar una deficiencia de Cu en el ganado, debido a un incremento en la formación de sulfitos producidos en el rumen y, junto con el Mo, podrían formarse sulfitos de Cu no disponibles para el rumiante. Finalmente, las deficiencias de Na en el ganado que consume buffel común podrían ser eliminadas con el empleo de sal común (McDowell, 1997).

Tabla 4. Consumo estimado de macronutrientes (Ca, P, Mg, K y Na, g/kg) y micronutrientes (Cu, Mn, Fe y Zn, mg/kg) de la planta completa.

Nutrimento	Consumo potencial diario*				Requerido en la dieta**	Requerimiento diario de minerales
	Otoño 1996	Invierno 1997	Primavera 1997	Verano 1997		
Ca	45,8	28,5	45,9	43,8	1,8	18,3
P	10,3	4,9	14,9	5,8	1,8	18,3
Mg	7,3	6,6	16,2	12,3	1,0	10,2
K	317,9	113,7	514,9	277,0	6,0	61,2
Na	4,8	3,6	6,3	4,8	0,7	7,1
Cu	61,6	13,5	66,7	23,2	7,0	71,4
Mn	329,1	244,4	400,6	265,0	30,0	306,0
Fe	998,8	905,4	1 284,0	1 103,6	50,0	510,0
Zn	406,6	336,2	571,6	348,9	30,0	306,0

* Asumiendo una vaca de 400 kg con un consumo diario de materia seca de 10,2 kg (NRC, 1984), multiplicado por el contenido de cada mineral calculado en la tabla 3.

, * Requerimiento diario en la materia seca de la dieta de una vaca de 400 kg con un consumo diario de materia seca de 10,2 kg (NRC, 1984; McDowell, 1997).

CONCLUSIONES

La precipitación y el estado de madurez del zacate buffel común influyeron en su valor nutritivo, la degradabilidad ruminal y el contenido de nutrientes minerales. En primavera se registró la mayor precipitación, el mayor contenido de proteína cruda y el valor más bajo de fibra detergente neutro. Lo anterior pudo haber favorecido para que la degradabilidad ruminal de la materia seca, la proteína cruda y la pared celular fueran mayores en primavera. Asimismo, el consumo potencial de minerales también fue mayor en primavera comparado con otras estaciones del año. Minerales como Ca, K, Mg (excepto otoño e invierno), Fe, Zn y Mn (excepto invierno y verano), en la planta

completa del pasto buffel común, resultaron ser suficientes en todas las estaciones para satisfacer los requerimientos de los rumiantes en crecimiento. En cambio, los contenidos de P, Na y Cu resultaron deficientes en todas las estaciones, por lo que los rumiantes que pastan en una pradera de zacate buffel común deberán ser complementados con estos minerales si se desea una óptima productividad animal.

RECONOCIMIENTOS

Este estudio fue financiado por el Programa de Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica (PAICYT; Proyecto No. CN260-01) de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

REFERENCIAS

- Ammerman, C.B.; Moore, J.E.; Henry, P.R.; Miller, S.M. & Martin, F.G. 1982. Effect of age and sample preparation on mineral concentration of bermudagrass hay. *J. Dairy Sci.* 65:1329
- AOAC. 1990. Official methods of analysis of the 13th edition. Washington, DC.
- Blum, A. 1993. Selection for sustained production in water-deficit environments. In: International crop science. (Eds. D.R. Buxton, R.M. Shibles, R.A. Forsberg, K.H. Asay, G.M. Paulsen & R.F. Wilson). CSSA, Madison, WI. p. 255
- Buxton, D.R. & Fales, S.L. 1994. Plant environment and quality. In: Conference on forage quality, evaluation, and utilization. (Ed. G.C. Fahey). National University of Nebraska, Lincoln, NE. p. 155
- Cutler, J.M.; Rains, O.W. & Loomis, R.S. 1977. The importance of cell size in the water relations of plants. *Physiol. Plant.* 40:255
- Díaz-Romeau, R.A. & Hunter, P. 1978. Metodología para el muestreo de suelos y tejidos de investigación en invernadero. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p. 26 (Mimeo)
- Durand, M. & Kawashima, R. 1980. Influence of minerals in rumen microbial digestion. In: Digestive physiology and metabolism in ruminants. (Eds. Y. Ruckebusch and P. Thivend). MTP Press Limited, Lancaster, England. p. 375
- Foroughbackhch, R. 1992. Establishment and growth potential of fuel wood species in northeastern Mexico. *Agroforestry Systems.* 19:95
- Foroughbackhch, R.; Ramírez, R.G.; Hauad, L.; Alba-Ávila, J.; García-Castillo, C.G. & Espinosa-Vázquez, M. 2001. Dry matter, crude protein and cell wall digestion of total plant, leaves and stems in llano buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*). *J. Applied Animal Res.* 20:181
- García-Dessommes, G. 1991. Forrajes. Segunda Reunión Científica Forestal y Agropecuaria. CIFAP N.L. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agrícolas y Pecuarias. México. p. 68
- Goering, H.K. & Van Soest, P.J. 1970. Forage for fiber analysis. USDA Agricultural Handbook No. 379. p. 1
- Hanselka, C.W.; Northup, B. & McKnown, D. 1996. Common buffelgrass stand establishment as affected by seed treatment and seedbed preparation. In: La Copita research area: consolidated progress report. TAES. Texas A&M Univ., College Station. CPR-5047. p. 197
- Levitt, J. 1980. Response of plants to environmental stresses. Vol. 11. 2nd ed. Academic Press, New York. p. 79
- McBee, G.G. & Miller, F.R. 1990. Carbohydrate and lignin partitioning in sorghum stems and blades. *Agron. J.* 12:687
- McDonald, I. 1981. A revised model for estimation of protein degradability in the rumen. *J. Agric. Sci.* 96:251
- McDowell, L.R. 1997. Minerals for grazing ruminants in tropical regions. 3th ed. Animal Science Department Center for Tropical Agriculture University of Florida. p. 8
- Minson, D.J. 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press Inc., New York, p. 70
- Moore, K.J. & Jung, H.J. 2001. Lignin and fiber digestion. *J. Range Manage.* 54:420
- Nelson, C.J. & Mosler, L.E. 1994. Plant factors affecting forage quality. In: National Conference on forage quality, evaluation, and utilization. (Ed. G.C. Fahey). University of Nebraska. Lincoln, NE, USA. p. 115
- NRC. 1984. Nutrient requirements of beef cattle. 6th edition. National Academy Press. Washington, DC. p. 17
- O'dell, B.L. 1984. Bioavailability of trace elements. *Nutr. Rev.* 42:301
- Ørskov, E.R. & McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. *J. Agri. Sci. Camb.* 92:499
- Ramírez, R.G.; Alonso, D.S. & Huerta, J.M. 1995. Nutrient intake of range sheep on a buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) pasture. *Small Rumin. Res.* 17:123
- Ramírez, R.G.; Foroughbackhch, R.; González-Rodríguez, H.; García-Castillo, C.G.; Alba-Ávila, J. & Hauad, L.A. 2002. Variación estacional del contenido mineral

- en la planta completa, hojas y tallos del zacate buffel común. (*Cenchrus ciliaris* L.). **Livestock Research for Rural Development**. 14:19
- Ramírez, R.G., Foroughbakhch, R.; Hauad L.A.; Alba-Ávila, J.; García-Castillo, C.G. & Espinosa-Vázquez, M. 2001a. Seasonal dynamics of dry matter, crude protein and cell wall digestion in total plant, leaves and stems of common buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*). **J. Applied Animal Res.** 19:40
- Ramírez, R.G.; Foroughbakhch, R.; Hauad, L.; Alba-Ávila, J.; García-Castillo, C.G. & Espinosa-Vázquez, M. 2001b. Seasonal variation of *in situ* digestibility of dry matter, crude protein and cell wall of total plant, leaves and stems of Nueces buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*). **J. Applied Animal Res.** 20:38
- Ramírez, R.G.; Mireles, E.; Huerta, J.M. & Aranda, J. 1995. Forage selection by range sheep on a buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) pasture. **Small Rumin. Res.** 17:129
- Spears, W.J. 1994. Minerals in forage. In: National Conference on forage quality, evaluation, and utilization. (Ed. G.C. Fahey). Univ. of Nebraska. Lincoln, Nebraska, USA. p. 281
- SPP-INEGI. 1986. Síntesis geográfica del estado de Nuevo León. Secretaría de Programación y Presupuesto. Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática, México. p. 170.
- Steel, R.G.D. & Torrie, P.A. 1980. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill, New York. p. 377
- Stritzler, N.P.; Pagella, J.H.; Jouve, V.V. & Ferri, C.M. 1996. Semi-arid warm-season grass yield and nutritive value in Argentina. **J. Range Manage.** 49:121
- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd edition. Comstock Publishing Associates, Division of Cornell University Press. Ithaca, USA and London, UK. p. 122
- Velázquez-Caudillo, J. 1997. Importancia y valor nutricional de las especies forrajeras de Sonora. Patrocines, Universidad de Sonora, México. p. 1

Recibido el 20 de agosto del 2002
Aceptado el 24 de febrero del 2003