

Producción y calidad nutrimental de forrajes en condiciones del Trópico Húmedo de México*

Production and nutritional quality of forages in conditions Humid Tropics of Mexico

Juan Carlos Muñoz-González¹, Maximino Huerta-Bravo², Alejandro Lara Bueno^{2§}, Raymundo Rangel Santos² y Jorge Luis de la Rosa Arana³

¹Posgrado en Innovación Ganadera- Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México- Texcoco, km 38.5, Chapingo, Estado de México, C. P. 56230. México. Tel: 595 952 1621. (agronojuan@hotmail.com). ²Posgrado en Producción Animal- Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México- Texcoco, km 38.5, Chapingo, Estado de México, C. P. 56230. México. Tel: 595 952 1621. (mhuertab@taurus.chapingo.mx; rangelsr@correo.chapingo.mx). ³Secretaría de Salud de México. Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos. Francisco de Paula Miranda 117, México, D. F., C. P. 01480. México. Tel: 555 062 1600. (jorgeluis.delarosa@yahoo.com). [§]Autor para correspondencia: alarab_11@hotmail.com.

Resumen

Con el objetivo de determinar la calidad nutrimental de los forrajes en un sistema de producción de bovinos doble propósito en el sureste de México, se tomaron muestras de forrajes utilizando jaulas de exclusión y del forraje disponible en la pradera mediante Hand Plucking para determinar: contenido de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y los minerales cobre (Cu), hierro (Fe), cinc (Zn), calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na), potasio (K) y fósforo (P) en cinco ranchos ganaderos del trópico húmedo de Chiapas, a través del año. El análisis de los datos consideró los efectos fijos de rancho, mes del año, época del año, especie forrajera y técnica de muestreo utilizada. Hubo diferencias ($p \leq 0.05$) entre ranchos y épocas del año en el contenido PC, FDN, FDA y entre ranchos en el contenido de minerales; hubo diferencias ($p \leq 0.05$) entre los meses del año y entre especies forrajeras en el contenido de FDN y FDA, y diferencias ($p \leq 0.05$) en los contenidos de PC, FDN, FDA, Cu, Zn, Mg, Na y K entre las técnicas de muestreo utilizadas. Se concluye que la calidad nutrimental de los forrajes, es afectada por la época del año, siendo la época de lluvias y nortes donde se da el mayor contenido de

Abstract

In aim to determine the nutritional quality of forages in a production system of dual purpose bovines in southeastern Mexico, forage samples were taken using exclusion cages and forage available in the meadow by Hand Plucking to determine: content crude protein (PC), neutral detergent fiber (FDN), acid detergent fiber (FDA) and the minerals copper (Cu), iron (Fe), zinc (Zn), calcium (Ca), magnesium (Mg), sodium (Na), potassium (K) and phosphorus (P) in five cattle ranches in the humid tropics of Chiapas, throughout the year. The data analysis considered the fixed effects ranch month of the year, time of year, forage species and sampling technique used. There were differences ($p \leq 0.05$) between seasons ranches and content PC, FDN, FDA and between ranches in mineral content; there were differences ($p \leq 0.05$) between the months of the year and between forage species in the content of FDN and FDA, and differences ($p \leq 0.05$) in the contents of PC, FDN, FDA, Cu, Zn, Mg, Na and K between sampling techniques used. It is concluded that the nutritional quality of forages is affected by the season, being the rainy season and norths where there is the greatest FDN, but with lower contents of PC and FDA. The 100, 28 and 72% of samples of fodder had values below the minimum

* Recibido: enero de 2016
Aceptado: marzo de 2016

FDN, pero con menores contenidos de PC y FDA. El 100, 28 y 72% de las muestras de forrajes tuvieron valores por abajo del nivel mínimo de Cu, Zn y P, respectivamente. Los forrajes colectados en las jaulas de exclusión tuvieron 6, 10, 23, 11 y 53% más PC, FDA, Cu, Zn y Na, respectivamente, que los forrajes disponibles en la pradera.

Palabras clave: bovinos, doble propósito, épocas del año, tasa de crecimiento.

Introducción

En el trópico húmedo del sureste de México se presentan tres épocas del año bien definidas que son: época de lluvias (junio-septiembre), "nortes" (octubre-enero) y secas (febrero-mayo), las cuales afectan la cantidad y calidad del forraje. Gray *et al.* (1987) mencionan que el conocimiento de la distribución de la producción y la calidad de los forrajes durante el año, es una herramienta para planear su utilización. Adesogan *et al.* (2000) indican que la composición química de los forrajes varía con la edad fisiológica, tiempo de pastoreo o de cosecha, especie y variedad de las pasturas, grado de contaminación y la fracción botánica; mientras que, Jarillo-Rodríguez *et al.* (2011) sugieren a la época del año como principal factor que afecta la calidad nutritiva del forraje, sobre todo en la temporada de lluvias, debido a la alta producción de forraje y al aumento en el contenido de pared celular, con lo que disminuye el contenido de proteína y la digestibilidad de la pared celular.

Por otro lado, McDowell (1985) ha resaltado que en las áreas tropicales existen amplias deficiencias de minerales, desbalances y toxicidades siendo las deficiencias de Cu y P los más limitantes en la producción ganadera. De acuerdo con McDowell y Arthington (2005), la evaluación del estado mineral en el ganado y de las fuentes de donde los adquiere (agua, suelo, forraje y suplementos), permite proponer alternativas para la corrección de las deficiencias minerales bajo condiciones específicas. Asimismo, estudios realizados en México (Morales *et al.*, 2007; Domínguez y Huerta 2008; Vázquez *et al.*, 2011 y Vieyra-Aberto *et al.*, 2013) destacan la importancia de la evaluación mineral para identificar los desbalances de minerales y sus interrelaciones ya que los factores relacionados con el suelo, la planta y los animales pueden afectar la concentración y disponibilidad de los minerales, causando desequilibrios en los requerimientos de los animales.

level of Cu, Zn and P, respectively. Forages collected in the exclusion cages were 6, 10, 23, 11 and 53% PC, FDA, Cu, Zn and Na, respectively, fodder available on the prairie.

Keywords: cattle, dual purpose, growth rate, seasons.

Introduction

In the humid tropics of southern Mexico three periods of well-defined year are presented: rainy season (June to September), "norths" (October to January) and dry (February-May), which affect the amount and forage quality. Gray *et al.* (1987) mention that knowledge of the distribution of production and quality of forage during the year, is a tool to plan utilization. Adesogan *et al.* (2000) indicate that the chemical composition of forages varies with age physiological time grazing or harvesting, species and variety of pastures, degree of contamination, and botany fraction; whereas, Jarillo-Rodríguez *et al.* (2011) suggest to the time of year as the main factor affecting the nutritional quality forage, especially in the rainy season due to high forage production and increased content of cell wall, thus reducing the protein content and digestibility of the cell wall.

On the other hand, McDowell (1985) has highlighted that there are ample mineral deficiencies, imbalances and toxicities in tropical areas being the deficiencies of Cu and P the most limiting in livestock production. According to McDowell and Arthington (2005), evaluation of mineral status in cattle and sources where acquires (water, soil, forage and supplements), allows to propose alternatives to correct mineral deficiencies under specific conditions. In addition, studies in Mexico (Morales *et al.*, 2007; Domínguez and Huerta 2008; Vázquez *et al.*, 2011 and Vieyra-Aberto *et al.*, 2013) emphasize the importance of mineral assessment to identify imbalances minerals and their interrelationships as factors related to soil, plant and animals can affect concentration and availability of minerals, causing imbalances in the requirements of the animals.

Therefore, the objective of this research was to determine the content of crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber and minerals in forages studied in a system of production of dual purpose cattle grazing to detect critical times and constraints as to the quality of forage offered and propose corrective measures.

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue determinar el contenido de proteína cruda, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido y minerales de los forrajes estudiados en un sistema de producción de bovinos de doble propósito en pastoreo para detectar las épocas críticas y las limitantes en cuanto a la calidad del forraje ofrecido y proponer medidas correctivas.

Materiales y métodos

Localización y características del área de estudio

El trabajo se realizó de octubre de 2012 a septiembre de 2013 en cinco ranchos ganaderos con un sistema de producción de bovinos doble propósito en pastoreo, situados en el ejido Punta Arenas, Municipio de Catazajá, Chiapas, México. Esta comunidad está ubicada entre las coordenadas 17° 46' 50" latitud norte con 92° 06' 50" longitud oeste y 17° 43' 13" latitud norte con 92° 01' 03" longitud oeste, con clima cálido húmedo con lluvias todo el año (Af) (57.41%) y cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (Aw) (42.59%), con precipitación promedio anual de 2 600 mm (Tamayo 1985) y temperatura media anual de 26 °C (INEGI 2009), con alturas que van de 9 a 10 msnm. La región se caracteriza por tener tres épocas en el año bien definidas similares a las descritas por Escobedo (1989) que son la época de "nortes" (octubre-enero) con bajas temperaturas y cielo nublado, la época de lluvias de moderadas a intensas (junio a septiembre), y la época seca (febrero a mayo) con falta de humedad, mayor irradiación solar y temperaturas elevadas. Los forrajes predominantes en los potreros son: *Paspalum notatum* (ranchos 1, 3 y 4), *Brachiaria humidicola* (Rancho 2), *Brachiaria brizantha* y *Brachiaria híbrida* (Rancho 5).

Obtención de muestras

En todos los ranchos ganaderos se tomaron muestras de forraje utilizando jaulas de exclusión considerando el procedimiento propuesto por Mannelje y Jones (2000); también se tomaron muestras del forraje disponible en las praderas para el pastoreo de los animales mediante muestreo manual dirigido "Hand Plucking" (Le Du y Penning, 1982) para compararlas con la composición nutricional de las jaulas de exclusión.

Técnica de jaulas de exclusión: se utilizaron 30 jaulas de exclusión de 0.5 m de ancho x 1 m de largo x 1 m de alto hechas con varilla corrugada de media pulgada de grosor

Materials and methods

Location and characteristics of the study area

The work was done from October 2012 to September 2013 in five cattle ranches with cattle production system in grazing dual purpose, located in the common Punta Arenas, Catazajá Municipality, Chiapas, Mexico. This community is located between the coordinates 17° 46' 50 "north latitude 92° 06 ' 50" west longitude and 17° 43' 13 "north latitude 92° 01' 03" west longitude, with warm humid climate with rain all year (Af) (57.41%) and warm humid with abundant summer rains (Aw) (42.59%), with average annual rainfall of 2 600 mm (Tamayo 1985) and annual average temperature of 26 °C (INEGI 2009), with heights ranging from 9 to 10 meters. The region is characterized by three times similar to those described by Escobedo (1989) are the days of "norths" (October to January) at low temperatures and cloudy sky well defined year, the rainy season moderate to severe (June to September), and the dry season (February to May) with lack of moisture, increasing sunlight and high temperatures. The predominant forage in pastures are: *Paspalum notatum* (ranches 1, 3 and 4), *Brachiaria humidicola* (ranches 2), *Brachiaria brizantha* and *Brachiaria híbrida* (ranches 5).

Sampling

The cattle ranches in all forage samples were taken using exclusion cages considering the proposed Mannelje and Jones (2000) procedure; samples of the available forage in grasslands for grazing animals were also taken by manual sampling directed "Hand Plucking" (Le Du and Penning, 1982) to compare with the nutritional composition of exclusion cages.

Exclusion cages technique: 30 exclusion cages 0.5 m wide x 1 m long x 1 m high made of rebar half an inch thick covered with a metal mesh used. The location of the cages considered the height variation forage selecting three layers: low, medium and high, randomly placing two cages exclusion each stratum, for a total of six cages per cattle ranch. Before starting sampling (30 days before), he cuts forage in the area of the cage exclusion at a height of 2 to 3 cm from the floor (Pérez-Prieto and Delegarde, 2012), later the forage samples were cut at the same height every 30 days using a 0.25 m² quadrant inside the cage, after the remaining fodder at the same height cut in and

recubierta de una malla metálica. La ubicación de las jaulas consideró la variación de la altura del forraje seleccionando tres estratos: bajo, medio y alto, colocando aleatoriamente dos jaulas de exclusión por cada estrato, para un total de seis jaulas por cada rancho ganadero. Antes de comenzar el muestreo (30 días antes), se cortó el forraje en el área de la jaula de exclusión a una altura de 2 a 3 cm del suelo (Pérez-Prieto y Delegarde, 2012), posteriormente las muestras de forraje se cortaron a la misma altura cada 30 días utilizando un cuadrante de 0.25 m² dentro de la jaula, después se cortó el forraje restante a la misma altura dentro y alrededor de la jaula de exclusión para evitar interferencia de luz solar del forraje adyacente. El forraje cosechado mensualmente en las jaulas de exclusión se utilizó para analizar al contenido de FDN y FDA, mientras el forraje cosechado durante los meses de septiembre (lluvias), enero (nortes) y mayo (secas) se utilizó para determinar el contenido de PC y minerales.

Técnica de Hand Plucking: esta técnica se llevó a cabo simulando la actividad de pastoreo del ganado (Fick *et al.* 1979) colectándose cinco muestras de 400 g de forraje en cada rancho durante los meses de septiembre (lluvias), enero (nortes) y mayo (secas) para determinar el contenido de PC, FDN, FDA y minerales.

Las muestras de forraje fueron colocadas en bolsa de papel y fueron pesadas en una báscula digital. Posteriormente, el forraje colectado fue secado en una estufa de aire forzado a 65 °C durante 48 h; las muestras secas de forraje se pesaron para determinar el peso seco de cada muestra, se molieron en un molino de martillo y luego en un molino de aspas (Wiley) con criba de 1 mm (Fick *et al.*, 1979), y se almacenaron en bolsas de plástico para las determinaciones de PC, FDN, FDA y los minerales Cu, Fe, Zn, Ca, Mg, Na, K y P. Adicionalmente, se tomaron los datos de precipitación pluvial (PP) y temperatura (T°) de la estación meteorológica ubicada en la ciudad de Catazajá, Chiapas a cargo del departamento de Protección Civil Municipal (Figura 1).

Análisis de laboratorio

El análisis de PC, FDN, FDA y minerales en el forraje se realizó en el Laboratorio de Nutrición de Rumiantes del Posgrado en Producción Animal de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Para obtener el valor equivalente al contenido de PC, se determinó el contenido de nitrógeno (N) del forraje con un Analizador 2400

around the cage exclusion classroom to avoid interference from adjacent forage sunlight. The forage harvested monthly in cages exclusion was used to analyze the content of FDN and FDA, while forage harvested during the months of September (rainy), January (nortes) and may (dry) was used to determine the content of PC and minerals.

Technique hand plucking: this technique was carried out simulating the activity of grazing cattle (Fick *et al.* 1979) collecting five samples of 400 g of feed on each ranch during the months of September (rainy), January (nortes) and may (dry) to determine the content of PC, FDN, FDA and minerals.

The forage samples were placed in paper bag and were weighed on a digital scale. Subsequently, the collected fodder was dried in a forced air oven at 65 °C for 48 h; dry forage samples were weighed to determine the dry each sample weight, ground in a hammer mill and then a blade mill (Wiley) with 1 mm screen (Fick *et al.*, 1979), and stored in plastic bags for determinations PC, FDN, FDA and minerals Cu, Fe, Zn, Ca, Mg, Na, K and P. in addition, rainfall data (PP) and temperature (T°) were taken weather station located in the city of Catazajá, Chiapas by the department of Civil Protection Municipal (Figure 1).

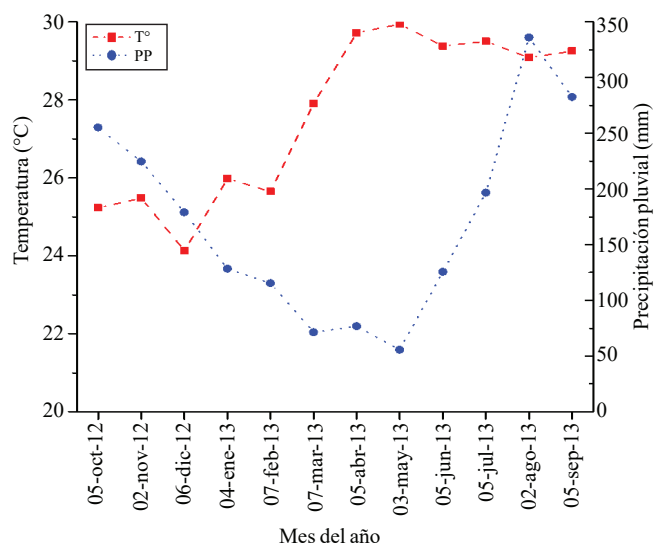


Figura 1. Temperatura y precipitación pluvial durante el periodo de estudios en Catazajá, Chiapas.

Figure 1. Temperature and precipitation during the study period Catazajá, Chiapas.

Series II CHNS/O, marca Perkin-Elmer en modo CHN. Posteriormente, el contenido de N fue multiplicado por 6.25 para obtener así el porcentaje de proteína total de la muestra (AOAC, 1995). El contenido de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) de las muestras de forraje colectadas se determinó mediante el procedimiento descrito por Van Soest *et al.* (1991).

Las concentraciones de Cu, Fe, Zn, Ca, Mg, Na y K en el forraje se determinaron mediante la técnica de espectrofotometría de absorción atómica utilizando un espectrofotómetro de la marca Perkin Elmer modelo AAnalyst 700 de acuerdo con los procedimientos de Perkin-Elmer (1996). El contenido de fósforo (P) se determinó mediante el método colorimétrico (Fick *et al.*, 1979; Clesceri *et al.*, 1992) utilizando el espectrómetro de luz ultravioleta-visible de marca Perkin Elmer modelo Lambda 2. Las muestras de forraje usadas para el análisis de PC y minerales correspondieron a muestras compuestas al conjuntar muestras de forraje de cada época del año; se juntaron muestras para la época de nortes, época de secas, y época de lluvias. Para la determinación de FDN y FDA se utilizaron las muestras de forraje colectadas mensualmente.

Análisis estadísticos

Los datos de PC, FDN, FDA y minerales se analizaron mediante el modelo lineal general (GLM) del programa SAS (2004) para un diseño completamente al azar. El modelo estadístico para los datos de FDN y FDA de los forrajes cosechados en jaulas de exclusión consideró los efectos de rancho (R_i) [1, 2, 3, 4, 5], mes del año (M_j) [octubre, noviembre...septiembre], época del año (E_k) [nortes, secas, lluvias], especie forrajera (S_l) [*B. brizantha*, *B. humidicola*, *B. híbrido*, *P. notatum*] y las interacciones ($R*M_{ij}$), ($R*E_{ik}$), ($R*S_{il}$), ($M*S_{jl}$) y ($E*S_{ks}$); mientras los datos de PC únicamente se consideraron los efectos de rancho, época del año y especie forrajera; para los datos de minerales únicamente se consideró el efecto de rancho ganadero. Los datos del forraje disponible en las praderas cosechado mediante Hand Plucking se utilizaron para compararlos con los contenidos de PC, FDN, FDA y minerales de los forrajes de las jaulas de exclusión. Se utilizó la prueba de Tukey (Steel *et al.*, 1997) para la comparación de medias de tratamientos.

Laboratory analysis

The analysis PC, FDN, FDA and minerals in the forage was conducted in Ruminant Nutrition Laboratory of Animal Production Graduate of Universidad Autónoma Chapingo (UACH). For the equivalent value of PC content, is determined nitrogen content (N) of forage Analyzer 2400 Series II CHNS/O, Perkin-Elmer in CHN mode. Subsequently, the N content was 6.25 times to obtain the percentage of the total sample protein (AOAC, 1995). The neutral detergent fiber content (NDF) and acid detergent fiber (FDA) collected fodder samples was determined by the method described by Van Soest *et al.* (1991).

The concentrations of Cu, Fe, Zn, Ca, Mg, Na and K in the feed were determined by the technique of atomic absorption spectrophotometry using a spectrophotometer of Perkin Elmer model Analyst 700 according to procedures Perkin-Elmer (1996). The content of phosphorus (P) was determined by the colorimetric method (Fick *et al.*, 1979; Clesceri *et al.*, 1992) using the spectrometer ultraviolet-visible light brand Perkin Elmer model Lambda 2. The samples of forage for PC analysis and mineral composite samples corresponded to combine forage samples of each season; samples for the windy season, dry season and rainy season came together. For determination of FDN and FDA forage samples collected monthly they were used.

Statistical analysis

The data PC, FDN, FDA and minerals were analyzed using the general linear model (GLM) of the SAS program (2004) for a completely randomized design. The statistical model for data FDN and FDA of forages harvested exclusion cages considered the effects ranch (R_i) [1, 2, 3, 4, 5], month of the year (M_j) [october, november ... september], time of year (E_k) [norths, dry, rains], forage species (S_l) [*B. brizantha*, *B. humidicola*, *B. híbrido*, *P. notatum*] and interactions ($R*M_{ij}$), ($R*E_{ik}$), ($R*S_{il}$), ($M*S_{jl}$) and ($E*S_{ks}$); PC data while only the effects ranch, season and forage species were considered; mineral data for only the effect of cattle ranch was considered. Data available forage in grasslands harvested by Hand Plucking were used to compare the contents of PC, FDN, FDA and mineral fodder exclusion cages. The Tukey test (Steel *et al.*, 1997) was used to compare treatment means.

Resultados y discusión

Composición nutrimental de los forrajes en jaulas de exclusión

Hubo diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$) en el contenido de PC, FDN y FDA entre los ranchos y épocas del año, y en el contenido de FDN y FDA entre especies forrajeras. En el Cuadro 1 se presentan los valores de PC y fibras de los ranchos y especies forrajeras evaluadas.

Cuadro 1. Contenido de proteína (PC), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) de cuatro especies forrajeras colectadas en jaulas de exclusión en cinco ranchos del sureste de México.

Table 1. Protein content (PC), neutral detergent fiber (FDN) and acid detergent fiber (FDA) in four forage species collected exclusion cages in five ranches in southeastern Mexico.

Efecto	Componente		
	PC (% MS)	FDN (% MS)	FDA (% MS)
Rancho			
1	10.71 ^{ab}	62.64 ^{ab}	33.05 ^b
2	9.8 ^{ab}	64.62 ^a	32.57 ^b
3	10.65 ^{ab}	62.41 ^{ab}	33.76 ^b
4	8.16 ^b	62.67 ^{ab}	33.58 ^b
5	11.71 ^a	60.97 ^b	37.88 ^a
EEM*	0.7	0.11	0.11
Especie			
<i>B. brizantha</i>	11.46 ^a	65.93 ^c	32.3 ^c
<i>B. humidicola</i>	9.51 ^a	68.43 ^a	34.87 ^a
<i>B. híbrida</i>	11.96 ^a	64.28 ^d	32.68 ^c
<i>P. notatum</i>	10.34 ^a	67.27 ^b	34.08 ^b
EEM*	0.66	0.13	0.13

^{abc}Medias en la misma columna sin una literal en común son diferentes ($p \leq 0.05$); *EEM= error estándar de la media; MS= materia seca.

Respecto a PC, las cantidades más bajas se presentan en el Rancho 4 y son similares en el resto de los ranchos. El bajo contenido de PC en el Rancho 4 con *P. notatum* como forraje dominante en la pradera puede deberse a la nula fertilización de las praderas de este rancho. Muchovej y Mullahey (1997) reportan contenidos de PC en un rango de 9.80 a 11% en *P. notatum* que son similares a los contenidos de PC en los ranchos 1, 3 y 4, donde *P. notatum* es el forraje dominante. Martín (1998) para el genotipo *Brizantha* spp. reporta un rango de 4 a 14.9% de PC. De acuerdo a Gates *et al.* (2001), *P. notatum* es una de las especies de mayor importancia económica en la ganadería por su alto valor nutritivo, producto de su elevada proporción hoja/tallo, así como también por su capacidad para tolerar bajas temperaturas gracias a una selección que ha buscado mejorar su adaptación a este tipo de estrés además de que este pasto permite una

Results and discussion

Nutritional composition of forages in cages exclusion

There were statistically significant differences ($p \leq 0.05$) in the content of PC, FDN and FDA between ranches and seasons, and the content of FDN and FDA between forage species. In the Table 1 shows the values of PC and fibers ranches and forage species evaluated are presented.

Regarding PC, lower amounts are presented in ranch 4 and are similar in the rest of the ranches. The low protein content in the ranch 4 with *P. notatum* as the dominant forage in the pasture may be due to the null fertilization of grasslands of this ranch. Muchovej and Mullahey (1997) report PC content in a range of 9.80 to 11% by *P. notatum* that are similar to the contents of PC on ranches 1, 3 and 4, where *P. notatum* is the dominant fodder. Martín (1998) for genotype *Brizantha* spp. reports a range of 4 to 14.9% CP. According to Gates *et al.* (2001), *P. notatum* is one of the species of greatest economic importance in livestock for their high nutritional value, product of its high proportion leaf/stem, as well as for its ability to tolerate low temperatures thanks to a selection that has sought to improve their adaptation to this type of stress also that this grass allows proper animal production mainly in the windy season (October to February) in southeastern Mexico (Juárez *et al.*, 2004).

adecuada producción animal principalmente en la época de nortes (octubre a febrero) en el sureste de México (Juárez *et al.*, 2004).

Los mayores contenidos de FDN lo presentó el Rancho 2, el cual tuvo una mayor producción de MS a través del año. Lemaire y Salette (1984) mencionan que hay una la relación negativa entre la producción de forraje y el contenido de proteína por lo que es necesario considerar simultáneamente ambas variables. Los contenidos de PC para los ranchos 1, 3, y 4 con *P. notatum* como forraje predominante en las praderas, se encuentran en el rango encontrado por Jarillo-Rodríguez *et al.* (2011) quienes reportan para *Axonopus* spp. y *Paspalum* spp. contenidos de PC de 8.2-15.25%, FDN de 61.8-70.8% y de FDA de 32.1-43.8% en el trópico mexicano; mientras Ortega-Gómez *et al.* (2011) reporta contenidos de PC de 7.6%, FDN de 73% y FDA de 42.8% para *Brachiarias* spp. De Vargas *et al.* (2013) reportan contenidos de PC de 10.3-13%, FDN de 64.6-66.4% y FDA de 30.4-33.7% para *B. hibrida*. De acuerdo con estos resultados, el Rancho 5 con *B. brizantha* y *B. hibrida* como pastos dominantes en la pradera, puede considerarse como el de mayor calidad, con respecto al forraje del resto de los ranchos, debido a su mayor contenido de PC y menor contenido de FDN, lo contrario al Rancho 2 por su mayor contenido de FDN. Según Taiz y Zeiger (2002) y Venuto *et al.* (2003), las diferencias entre hábitos de crecimiento, morfología y metabolismo carbonado determinan, entre otros factores, la variabilidad en el contenido de proteína de los pastos. La época afectó ($p \leq 0.05$) el contenido de PC. En la Figura 2, se presenta el contenido de PC en los forrajes de las épocas del año estudiadas.

Como se observa, el contenido de PC fue mayor ($p \leq 0.05$) en la época seca (13.93%), respecto la época de nortes (10.80%) y lluvias (9.26%), lo que representa que los forrajes en la época seca tuvieron a 39 y 40% más PC que los forrajes en la época de nortes y lluvias, respectivamente. Arteaga (2014) encontró contenidos diferentes de PC respecto al presente estudio en el orden de 14.63, 11.05, y 14.35% para la época de nortes, lluvias y secas respectivamente, sin embargo, coincide en que los mayores niveles de PC se presentan en la época seca. Así, se puede sugerir que la calidad del pasto, respecto a su contenido de PC disminuye en la época de lluvias lo cual puede ser asociado con el crecimiento rápido del pasto en esta época. Greenwood *et al.* (1990) y Marino *et al.* (2004) entre otros han denominado a dicho fenómeno “dilución del nitrógeno (N)”, o dilución de la proteína ($N \times 6.25$).

The highest contents of FDN was presented by ranch 2, which had a higher MS production throughout the year. Lemaire and Salette (1984) mention that there is a negative relationship between forage production and protein content so it is necessary to simultaneously consider both variables. The contents of PC ranches for 1, 3, and 4 with *P. notatum* as the predominant forage in grasslands, are in the range found by Jarillo-Rodríguez *et al.* (2011) who report to *Axonopus* spp. and *Paspalum* spp. The PC content of 8.2-15.25%, the FDN 61.8-70.8% and 32.1-43.8% FDA in the Mexican tropics; while Ortega-Gómez *et al.* (2011) reports PC content of 7.6%, FDN 73% and 42.8% for FDA *Brachiarias* spp. Vargas *et al.* (2013) report PC content 10.3-13%, 64.6-66.4% FDN and FDA 30.4-33.7% for *B. hibrida*. According to these results, the ranch 5 with *B. brizantha* and *B. hibrida* as dominant in the meadow grasses, can be considered the highest quality, with respect to forage other ranches, due to their higher content of PC and lower in FDN, otherwise the ranch 2 mostly FDN. According Taiz and Zeiger (2002) and Venuto *et al.* (2003), differences in growth habits, morphology and metabolism carbonaceous determine, among other factors, the variability in the protein content of the pasture. The time affected ($p \leq 0.05$) the content of PC. In Figure 2, the PC content is presented in forages studied seasons.

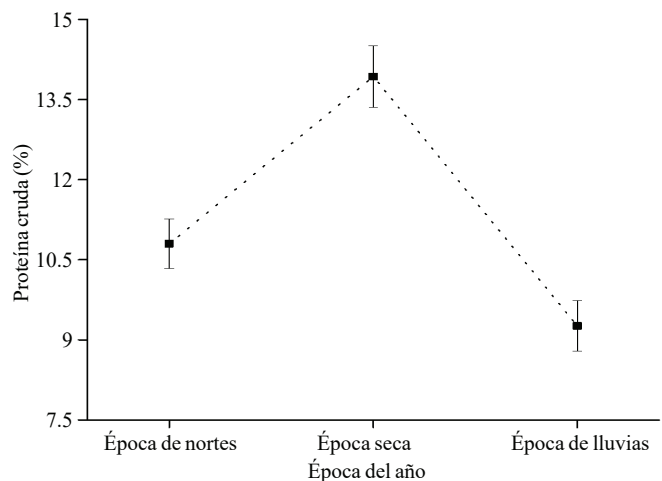


Figura 2. Contenido de proteína cruda en forrajes en tres épocas del año en el sureste de México.
Figure 2. Content of crude protein in forages in three seasons in southeastern Mexico.

As noted, the PC content was higher ($p \leq 0.05$) in the dry season (13.93%) over the windy season (10.80%) and rain (9.26%), representing the fodder in the dry season they were 39 and 40% more PC than forages in the windy season

Estos resultados concuerdan con lo mencionado por Lorenzo *et al.* (2012) quienes mencionan que en el período de lluvia se produce un proceso de dilución de N, en el cual la relación de la PC con otros componentes de la MS disminuye, debido al crecimiento alcanzado por el pasto, por las condiciones favorable de luz, temperatura y humedad de la época de lluvias. Así, en este caso la dilución de la proteína puede atribuirse al incremento de la producción de MS en la época de lluvias, lo que pudo incrementar el porcentaje de tallos y el aumento del contenido de pared celular, ya que son elementos que afectan, la digestibilidad y PC de los pastos (Jarillo- Rodríguez *et al.*, 2011). Sin embargo, Cuadrado *et al.* (2005) reportan contenidos de PC de 9.8% en época de lluvias y 7.8% en la época seca en *B. Híbrida* y de 8.3% en la época de lluvias 7.2% en la época seca en *B. decumbens* en el Valle del Sinú, Colombia.

Respecto a FDA fue mayor en los meses de la época seca (36.12%), seguido de los meses de la época de nortes (34.02%) y los meses de la época de lluvias (32.35%), lo que representa que en la época seca los forrajes tuvieron 6 y 12% más FDA que en la época de nortes y lluvias, respectivamente; en general, en los meses de noviembre (69.20%) y diciembre (68.51%) correspondientes a la época de nortes, y los meses de junio (69.70%) y julio (73.21%) correspondientes a la época de lluvias fue cuando se presentaron los mayores contenidos de FDN y las menores cantidades de FDA. La cantidad de FDN y FDA son diferentes a los mencionados por Cuadrado *et al.* (2005) quienes reportaron contenidos de 62.5% de FDN en la época de lluvias y de 64.4% en la época seca; y contenidos de 40.1% de FDA en la época de lluvias y de 43.2% en la época seca en *B. híbrida*; mientras para *B. decumbens* reportan 52.7% de FDN en la época de lluvias y de 62.4% en la época seca; y contenidos de 46.9% de FDA en la época de lluvias y de 48.3% en la época seca en el Valle del Sinú, Colombia. Igualmente, Garcés (2005) también reporta valores en pasto mulato de 62.5% de FND, 40.1% y 9.8% de FAD en Colombia.

Estos resultados son similares a los reportados por Arteaga (2014) quien reporta menores ($p < 0.05$) contenidos de FDN en la época seca (59.77%), respecto a la época de lluvias (63.39%) y nortes (62.45%); sin embargo, este mismo autor no encontró diferencias ($p > 0.05$) en el contenido de FDA en la época seca (32.50%), respecto a la época de lluvias (34.26%) y nortes (32.44%). De acuerdo a lo anterior, se infiere que la calidad de los forrajes disminuye en la época de lluvias y nortes. Respecto a la época de lluvias posiblemente se deba a las condiciones favorables para el mayor crecimiento de los forrajes y al aumento de la cantidad

and rainfall, respectively. Arteaga (2014) found different contents of PC compared to this study in the order of 14.63, 11.05, and 14.35% for the windy season, rainy and dry seasons respectively, however, it agrees that the highest levels of PC are presented in dry season. Thus, it can be suggested that the quality of grass, about their PC content decreases in the rainy season which can be associated with the rapid growth of the grass at this time. Greenwood *et al.* (1990) and Marino *et al.* (2004) among others have called this phenomenon "dilution of nitrogen (N)", or dilution of the protein ($N \times 6.25$).

These results agree with mentioned by Lorenzo *et al.* (2012) who report that in the rainy a process of dilution of N, in which the ratio of the PC with other components of the MS decreases due to the growth achieved by the grass, the absolute light conditions occurs, temperature and humidity of the rainy season. Thus, in this case the dilution of the protein can be attributed to increased production of MS in the rainy season, which could increase the percentage of stems and increased cell wall content, since they are elements that affect the PC digestibility and pastures (Jarillo- Rodríguez *et al.*, 2011). However, Cuadrado *et al.* (2005) report PC content 9.8% in the rainy season and 7.8% in the dry season in *B. Híbrida* and 8.3% in the rainy season, 7.2% in the dry season in *B. decumbens* in Valle del Sinu, Colombia.

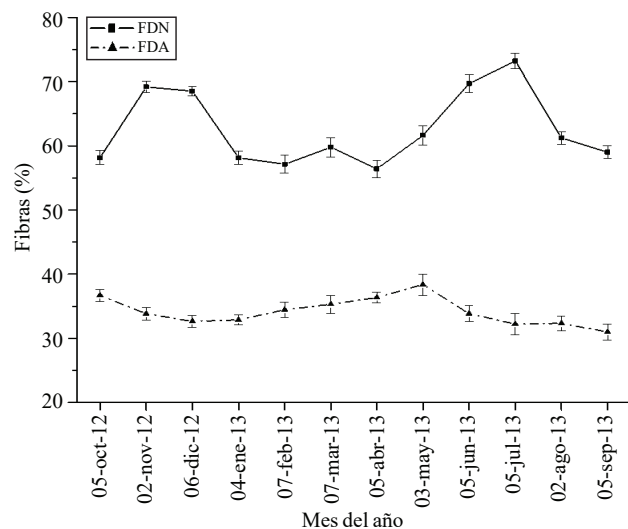


Figura 3. Producción de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) en forrajes en los meses del año en el sureste de México.

Figure 3. Production of neutral detergent fiber (FDN) and acid detergent fiber (FDA) in forages in the months of the year in southeastern Mexico.

de tallos con el consecuente aumento de FDN (celulosa, hemicelulosa, lignina y cutina), que son componentes de la pared celular. Mientras para la época de nortes puede deberse al aumento de material muerto provocado por la humedad y la baja incidencia de luz solar con cielo nublado característico de esa época.

Hubo diferencias ($p \leq 0.05$) entre ranchos en las concentraciones de Cu, Fe, Zn, Ca, Mg, Na, K y P (Cuadro 2). Las diferencias en las concentraciones de minerales de los forrajes entre los ranchos pueden corresponder a las concentraciones de minerales en los suelos. En México se ha reportado una amplia variación del contenido mineral en los suelos de las regiones de clima tropical (Cabrera *et al.*, 2009) y clima templado (Domínguez y Huerta, 2008), así como en otras partes del mundo (Pereira *et al.*, 1997; Sharma *et al.*, 2003; Ndebele *et al.*, 2005) destacando niveles bajos de Cu y Zn y elevados de Fe, lo cual se refleja en la composición mineral del forraje que comen los animales (Whitehead, 2000).

Regarding FDA was higher in the months of the dry season (36.12%), followed by the months of the windy season (34.02%) and the months of the rainy season (32.35%), which represents that at the time dry forages were 6 and 12% FDA in the windy season and rainfall, respectively; generally in the months of november (69.20%) and December (68.51%) for the windy season and the months of June (69.70%) and July (73.21%) for the rainy season it was when they showed the highest contents of NDF and minor amounts of FDA. The amount of FDN and FDA are different from those mentioned by Cuadrado *et al.* (2005) who reported content of 62.5% NDF in the rainy season and 64.4% in the dry season; and content of 40.1% by FDA in the rainy season and 43.2% in the dry season in *B. hibrida*; while *B. decumbens* reported for 52.7% of NDF in the rainy season and 62.4% in the dry season; and content of 46.9% by FDA in the rainy season and 48.3% in the dry season in Valle del Sinú, Colombia. Similarly, Garcés (2005) also reports values mulatto grass NDF of 62.5%, 40.1% and 9.8% of FAD in Colombia.

Cuadro 2. Concentración mineral en forrajes protegidos con jaulas de exclusión en cinco ranchos en el sureste de México.
Table 2. Mineral concentration in forages protected exclusion cages in five ranches in southeastern Mexico.

Efecto	Minerales							
	Cu (mg kg ⁻¹)	Fe (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	P (%)
Rancho								
1	6.23 ^{ab}	262 ^b	39 ^a	0.34 ^{bc}	0.26 ^{ab}	0.13 ^a	1.61 ^{bc}	0.2 ^c
2	5.27 ^c	321 ^a	30 ^b	0.32 ^c	0.26 ^b	0.1 ^b	2.1 ^a	0.23 ^a
3	6.34 ^a	261 ^b	39 ^a	0.37 ^a	0.27 ^{ab}	0.13 ^a	1.63 ^b	0.21 ^b
4	5.83 ^b	268 ^b	41 ^a	0.37 ^a	0.28 ^a	0.13 ^a	1.59 ^{bc}	0.2 ^c
5	6.5 ^a	266 ^b	37 ^a	0.36 ^{ab}	0.27 ^{ab}	0.13 ^a	1.54 ^c	0.18 ^d
EEM*	0.11	2.34	0.95	0.01	0.005	0.002	0.02	0.003
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 sin una literal en común son diferentes ($p < 0.05$); *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 cada mineral en la dieta de bovinos (NRC, 2005).

Muñoz-González *et al.* (2014) en la misma zona de estudio encontraron diferencias ($p < 0.0001$) entre las épocas del año en las concentraciones de Cu, Fe, Zn, Ca, Mg, Na, K y P, siendo la época de lluvias donde se presentan las menores concentraciones de Cu, Fe, Zn, Mg y Na. Estos autores reportaron en la misma zona de estudio concentraciones de Cu, Fe y Zn de 4.93, 253 y 31 mg kg⁻¹ y de Ca, Mg, Na, K y P de 0.31, 0.23, 0.09, 196 y 0.22%, respectivamente, para la época de lluvias; concentraciones de Cu, Fe y Zn de 6.37, 275 y 36 mg kg⁻¹; y de Ca, Mg, Na, K y P de 0.33, 0.25, 0.14, 1.73 y 0.21%, respectivamente, para la época de nortes; y concentraciones de Cu, Fe y Zn de 6.8, 298, 44 mg kg⁻¹ y de Ca, Mg, Na, K y P de

These results are similar to those reported by Arteaga (2014), who reports lower ($p < 0.05$), NDF content in the dry season (59.77%) compared to the rainy season (63.39%) and norths (62.45%); however, this author found no difference ($p > 0.05$) in FDA content in the dry season (32.50%) compared to the rainy season (34.26%) and norths (32.44%). According to the above, it follows that the quality of forages decreases in the rainy season and norths. Regarding the rainy season possibly due to favorable conditions for the further growth of fodder and increased the number of stems with a consequent increase in FDN (cellulose, hemicellulose, lignin and cutin), which are components of the cell wall. As for the windy

0.42, 0.32, 0.15, 1.39 0.18%, respectivamente, para le época de secas. Domínguez-Vara y Huerta-Bravo (2008) reportaron concentraciones de Fe en forrajes más bajas durante la época lluvias (258 mg kg⁻¹) y más altas en la época seca (761 mg kg), mientras que Vieyra-Alberto *et al.* (2013) reportan 114 y 149 mg kg de Fe en forraje para las épocas de lluvias y secas, respectivamente, en la Huasteca Potosina, México.

De acuerdo con Minson (1990) el incremento en el contenido de K y P en el forraje durante la época de lluvias y nortes se corresponde con la mayor acumulación de estos elementos durante el crecimiento activo de las pasturas en condiciones de mayor humedad en el suelo. Estos resultados son también congruentes con los reportados por Vieyra-Alberto *et al.* (2013) quienes obtuvieron en forrajes concentraciones menores de K y P (0.13 y 0.06 mg kg⁻¹) durante la época seca y de 0.17 y 0.07 mg kg⁻¹ de K y P, respectivamente, en la época de lluvias. 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) en el contenido de Cu, Zn, Mg, Na y P en forrajes de clima templado; Morales *et al.* (2007) analizando Fe, Zn y P también en forrajes de clima templado, y 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 lo sugerido por McDowell y Arthington (2005) ninguno de los ranchos considerados en el presente estudio satisface los requisitos mínimos de Cu y P en el forraje para el ganado bovino. El 100, 28 y 72% de las muestras de forrajes tuvieron valores por debajo del nivel mínimo de Cu, Zn y P, respectivamente. Contrariamente, se tuvieron niveles elevados de Fe en las pasturas y el 7.6% de las muestras rebasaron los niveles 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). Según (Weiss *et al.*, 2010) más de 250 mg kg⁻¹ de Fe en la dieta de bovinos incrementa el estrés oxidativo y disminuye el status del Cu, la salud, la producción, el consumo y la digestión de la fibra. Por otro lado, Genther y Hansen (2014) concluyen que las dietas bajas en Cu antagonizan con altos niveles de Fe y Mo, disminuyendo las reservas de Cu en el hígado. Además de la variabilidad en el contenido mineral de los forrajes, se agrega la interferencia y antagonismo natural o provocado entre algunos elementos (como el Cu y Fe), como factores que limitan la disponibilidad de las fuentes minerales, afectando su valor nutritivo o promoviendo una potencial toxicidad por el exceso (Suttle, 2010).

season it may be due to increased dead material caused by moisture and low incidence of sunlight with the time characteristic cloudy sky.

There were differences ($p \leq 0.05$) between ranches in the concentrations of Cu, Fe, Zn, Ca, Mg, Na, K and P (Table 2). Differences in mineral concentrations of forages among ranches may correspond to the concentrations of minerals in the soil. In Mexico has reported a wide variation of mineral content in soils of tropical regions (Cabrera *et al.*, 2009) and temperate (Domínguez and Huerta, 2008), as well as in other parts of the world (Pereira *et al.*, 1997; Sharma *et al.*, 2003; Ndebele *et al.*, 2005) highlighting elevated Fe and low levels of Cu and Zn which is reflected in the mineral composition of the forage eaten by animals (Whitehead, 2000).

Muñoz-González *et al.* (2014) in the same area study found differences ($p < 0.0001$) between the seasons in the concentrations of Cu, Fe, Zn, Ca, Mg, Na, K and P, being the rainy season where they have the lower concentrations of Cu, Fe, Zn, Mg and Na. These authors reported in the same study area concentrations of Cu, Fe and Zn of 4.93, 253 and 31 mg kg⁻¹ and Ca, Mg, Na, K and P of 0.31, 0.23, 0.09, 196 and 0.22%, respectively, for the rainy season; concentrations of Cu, Fe and Zn 6.37, 275 and 36 mg kg⁻¹; and Ca, Mg, Na, K and P 0.33, 0.25, 0.14, 1.73 and 0.21%, respectively, for the windy season; and concentrations of Cu, Fe and Zn 6.8, 298 kg and 44 mg Ca, Mg, Na, K and P 0.42, 0.32, 0.15, 1.39, 0.18%, respectively, for him dry season. Domínguez-Vara and Huerta-Bravo (2008) reported concentrations of Fe in lower forage during the rainy season (258 mg kg⁻¹) and higher in the dry season (761 mg kg⁻¹), while Vieyra-Alberto *et al.* (2013) report 114 and 149 mg Fe kg of fodder for the dry and rainy seasons, respectively, in the Huasteca Potosina, Mexico.

According to Minson (1990) the increase in the content of K and P in forage during the rainy season and norths corresponds with the greatest accumulation of these elements during active growth of pastures in conditions of greater soil moisture. These results are also consistent with those reported by Vieyra-Alberto *et al.* (2013) who obtained forages lower concentrations of K and P (0.13 and 0.06 mg kg⁻¹) during the dry season and 0.17 and 0.07 mg kg⁻¹ K and P, respectively, in the rainy season. In Mexico, several studies have reported effects of the interaction between the production unit and the time of year in the mineral profile fodder. Domínguez-Vara and Huerta Bravo

Arteaga (2014) encontró la misma tendencia en el contenido de PC, con mayores contenidos de PC en el forraje acumulado en jaulas de exclusión comparados con el forraje disponible para el apacentamiento en el oriente de Puebla, México. Lo anterior, indica las ventajas que proporciona el corte periódico del forraje, en este caso cada 30 días, en la composición nutricional de los forrajes. De manera concreta se puede sugerir que la calidad nutricional del forraje se incrementa cuando se corta de manera periódica, evitando la acumulación de material senescente con mayor contenido de pared celular de menor calidad, lo cual se puede lograr mediante una rotación adecuada de potreros para que los animales consuman forrajes de mejor calidad. De acuerdo con Dillon *et al.* (2005) el manejo del pastoreo es un factor clave en la determinación de la eficiencia de los sistemas lecheros basados en forrajes. Es reconocido como la principal herramienta para el control de la utilización del pasto y la producción por vaca, y alcanzar el equilibrio óptimo entre estos factores es el principal objetivo de las granjas lecheras tratando de lograr la máxima rentabilidad. Una cuestión importante es; sin embargo, la falta de control sobre la calidad y disponibilidad de alimento durante todo el año.

Conclusiones

La composición nutricional de los forrajes en el trópico húmedo mexicano es afectada por la época del año ya que el contenido de proteína cruda (PC) en los forrajes en la época seca tuvieron 39 y 40% más PC que los forrajes en la época de nortes y lluvias, respectivamente. Los valores más altos de fibra detergente neutro (FDN) se presentaron en la época de lluvias con 4 y 12% más FDN que en la época de nortes y secas, respectivamente; mientras que los forrajes en la época seca tuvieron 6 y 12% más fibra detergente ácido (FDA) que en la época de nortes y lluvias, respectivamente.

Existen deficiencias de cobre (Cu), cinc (Zn) y fósforo (P) en los forrajes estudiados ya que el 100, 28 y 72% de las muestras de forrajes tuvieron valores por debajo del nivel mínimo de Cu, Zn y P, respectivamente. Además se encontraron niveles elevados de Fe en las pasturas y el 7.6% de las muestras rebasaron los niveles máximos tolerables.

La calidad nutricional de los forrajes se mejoró mediante el corte de los forrajes de manera periódica ya que los forrajes colectados en las jaulas de exclusión tuvieron 6, 10, 23, 11 y 53% más PC, FDA, Cu, Zn y Na, respectivamente, que los forrajes disponibles en la pradera.

(2008) on the content of Cu, Zn, Mg, Na and P in temperate forages; Morales *et al.* (2007) analyzing Fe, Zn and P also in temperate forages, and Muñoz-González *et al.* (2014) in the determination of Cu, Fe, Zn, Ca, Mg, Na, K and P in forages the Mexican humid tropics.

According suggested by McDowell and Arthington (2005) none of the farms considered in this study meets the minimum requirements of Cu and P in forage for cattle. 100, 28 and 72% of samples of fodder had values below the minimum level of Cu, Zn and P, respectively. Conversely, high levels of Fe were taken into pastures and 7.6% of the samples exceeded the maximum tolerable levels. This could be due to high amounts of Fe in the soil, allowing the forage plants present Fe accumulate more than required by cattle (Kabata-Pendias, 2011). According to (Weiss *et al.*, 2010) more than 250 mg kg⁻¹ of Fe in the diet of cattle increases oxidative stress and lowers the status of Cu, health, production, consumption and digestion of fiber. Furthermore, Genter and Hansen (2014) concluded that diets low in Cu antagonize with high levels of Fe and Mo, Cu diminishing reserves in the liver. In addition to the variability in the mineral content of forages, interference and natural or provoked antagonism between some elements (such as Cu and Fe), as factors limiting the availability of mineral sources added affecting its nutritional value or promoting potential toxicity excess (Suttle, 2010).

Arteaga (2014) found the same trend in PC content, with higher contents of PC accumulated in fodder exclusion cages compared to the forage available for grazing in eastern Puebla, Mexico. This indicates the advantages provided by the newspaper cut forage, in this case every 30 days, the nutritional composition of forages. Concretely it can be suggested that the nutritional quality of forage increases when cut periodically, avoiding the accumulation of senescent material more cell wall content of lower quality, which can be achieved by appropriate rotation of paddocks for animals consume higher quality forages. According to Dillon *et al.* (2005) grazing management is a key factor in determining the efficiency of dairy systems based on forages. It is recognized as the main tool for controlling the use of pasture and production per cow, and achieve the optimum balance between these factors is the main objective of dairy farms trying to achieve maximum profitability. An important question is; however, the lack of control over the quality and availability of food throughout the year.

Literatura citada

- Adesogan, A. T.; Givens, D. I. and Owen, E. 2000. Measuring chemical composition and nutritive value in forages. *In: Field and Laboratory Methods for Grassland and Animal Production Research*. Wallingford: CABI Publishing. UK. 263-278 pp.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Arlington Virginia. USA. 853 p.
- Arteaga, C. V. 2014. Estado nutricional del ganado y acumulación de forraje en una unidad de producción de becerros. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 91 p.
- Cabrera, T. E. J.; Sosa, R. E. E.; Castellanos, R. A. F.; Gutiérrez, B. A. O. y Ramírez, S. J. H. 2009. Comparación de la concentración mineral en forrajes y suelos de zonas ganaderas del Estado de Quintana Roo, México. *Veterinaria México*. (40):167-179
- Clesceri, S. L.; Greenberg, E. A. y Trusseli, R. R. 1992. Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. Ed. Díaz De Santos. España. 4-187 y 4-195 pp.
- Cuadrado, C. H.; Torregrosa, L. y Garcés, J. 2005. Producción de carne con machos de ceba en pastoreo del pasto híbrido Mulato y *B. decumbens* en el Valle del Sinú. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). Informe Mimeografiado. 9 p.
- De Vargas, F. M.; Socorro, M. M.; Setti, de A. J.; Pinto, G. S.; Martins C. F.; da Costa J. A. A.; Magrin, M. N.; Camilo, F. R. e Montagner, D. B. 2013. Disponibilidade e valor nutritivo de gramíneas tropicais sob pastejo com ovinos. *Archivos de Zootecnia*. 62(238):295-298.
- Dillon, P.; Roche, J. R.; Shalloo, L. and Horan, B. 2005. Optimising financial return from grazing in temperate pastures. *In: Proc. Satellite Workshop 20th International Grassland Congress*. Cork, Ireland. Utilization of Grazed Grass in Temperate Animal Systems. Murphy, J. J. (ed.). Wageningen Academic Publishers. Wageningen, Netherlands. 131-147 pp.
- Domínguez-Vara, I. A. y Huerta-Bravo, M. 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.
- Escobedo, M. J. G. 1989. Estudios agronómicos y valor nutritivo del pasto Guinea (*Panicum maximum*) en la zona ganadera del Estado de Yucatán. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. 124 p.
- Fick, K. R.; McDowell, L. R.; Miles, P. H.; Wilkinson, N. S.; Funk, J. D.; Conrad, J. H. y Valdivia, R. 1979. Métodos de Análisis de Minerales para Tejidos de Plantas y Animales. Segunda Edición. (Universidad de Florida, Gainesville, Florida, USA).
- Garcés, J. 2005. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Universidad de Córdoba, Montería, Colombia. Consultado 22 de agosto de 2005. Disponible en <http://www.unicordoba.edu.co/revistas/revistamvz/mvz-101/101-7.pdf>.
- Gates, R. N.; Mislevy, P. and Martin, F. G. 2001. Herbage accumulation of three bahiagrass populations during the cool season. *Agronomy Journal*. 93(1):112-117.
- Genther, O. N. and Hansen, S. L. 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.

Conclusions

The nutritional composition of forages in the Mexican humid tropics is affected by the time of year as the crude protein content (PC) in forages in the dry season were 39 and 40% more PC than forages in the windy season and rainfall, respectively. Higher values of neutral detergent fiber (FDN) were presented in the rainy season with 4 and 12% more NDF in the windy season and dry, respectively; while fodder in the dry season had 6 and 12% acid detergent fiber (FDA) in the windy season and rainfall, respectively.

There are deficiencies of copper (Cu), zinc (Zn) and phosphorus (P) in forages studied since 100, 28 and 72% of samples of fodder had values below the minimum level of Cu, Zn and P, respectively. In addition high levels of Fe were found in pastures and 7.6% of the samples exceeded the maximum endurable levels.

The nutritional quality of forages is improved by cutting fodder periodically as fodder collected in the exclusion cages were 6, 10, 23, 11 and 53% PC, FDA, Cu, Zn and Na, respectively that the fodder available in the meadow.

End of the English version



- Gray, M. H.; Korte, C. J. and Christieson, W. M. 1987. Seasonal distribution of pasture production in New Zealand, XX. Waerengaokuri (Gisborne). *New Zealand Journal Experimental Agriculture*. 15:397-404.
- Greenwood, D. J.; Lemaire, G.; Gosse, G.; Cruz, P.; Draycott, A. and Neeteson, J. J. 1990. Decline in percentage N of C3 and C4 crops with increasing plant mass. *Annals of Botany*. 66:425-436.
- Huerta, B. M. 1997. Nutrición mineral de rumiantes en pastoreo. *In: Memorias del curso Alternativas de Manejo en Bovinos para Carne en Pastoreo*. 18-70 pp.
- INEGI. 2009. Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Catazajá, Chiapas. Clave geoestadística 07016. 9 p.
- Jarillo-Rodríguez, J.; Castillo-Gallegos, E.; Flores-Garrido, A. F.; Vallesde la Mora, B.; Ramírez, L.; Avilés, L.; Escobar-Hernández, R. and Ocaña-Zavaleta, E. 2011. Forage yield, quality and utilization efficiency on native pastures under different stocking rates and seasons of the year in the Mexican humid tropic. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 13:417-427.
- Juárez, H. J.; Bolaños-Aguilar, E. D. and Reinoso, P. M. 2004. Content of protein per unit of dry matter accumulated in tropical pastures. Winter. *Cuban Journal Agricultural Science*. 38(4):415-422.
- Kabata-Pendias, A. 2011. Trace Elements in Soil and Plants. Fourth ed. (CRC Press. USA). 505 p.

- Le Du, Y. L. P. and Penning, P. D. 1982. Animal based techniques for estimating herbage intake. *In: J. Leaver (ed.) Herbage Intake Handbook*. The British Grassland Society. 37-75 pp.
- Lemaire, G. and Salette, J. 1984. Relation entre dynamique de croissance et dynamique de prélèvement d'azote pour un peuplement de graminées fourragères. I. Etude de l'effet du milieu. *Agronomie*. 4(5):423-430.
- Lorenzo, F. J.; Gómez, A. I. y Cordoví, C. E. 2012. Efecto de la edad de rebrote en el rendimiento y contenido proteico del pasto *Brachiaria humidicola* cv CIAT-609 en un suelo vertisol. *Revista Producción Animal*. 24(1):6.
- Mannetje, L. and Jones, R. M. 2000. Measuring biomass of grassland vegetation. *In: Field and Laboratory Methods for Grassland and Animal Production Research*. Wallingford: CABI Publishing. UK. pp: 151-177.
- Marino, M. A.; Mazzanti, A.; Assuero, S. G.; Gastal, F.; Echeverría, H. E. and Andrade, F. 2004 Nitrogen dilution curves and nitrogen use efficiency during winter-spring growth of annual ryegrass. *Agronomy Journal*. 96(3):601-607.
- Martín, P. C. 1998. Valor nutritivo de las gramíneas tropicales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 32:1-10.
- McDowell, L. R. 1985. *Nutrition of Grazing Ruminants in Warm Climates*. Academic Press. New York. USA.
- McDowell, L. R. y Arthington, J. D. 2005. *Minerales para Rumiantes en Pastoreo en Regiones Tropicales*. Cuarta edición. Universidad de Florida. Gainesville, Florida. USA. 94 p.
- Minson, D. J. 1990. *Copper In: Forage in Ruminant Nutrition*, (Academic Press. San Diego, USA).
- Morales, A. E.; Domínguez, V. I.; González-Ronquillo, M.; Jaramillo, E. G.; Castelán, O. O.; Pescador, S. N. y Huerta, B. M. 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.
- Muchovej, R. M. and Mullahey, J. J. 1997. Evaluation of five bahiagrass cultivars in southwest Florida. *In: Proceedings XVIII International Grassland Congress*. Winnipeg (Canada).
- Muñoz-González, J. C.; Huerta-Bravo, M.; Rangel-Santos R.; Lara-Bueno, A. and De la Rosa-Arana, J. L. 2014. Mineral assessment of forage in mexican humid tropics. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 17:285-287.
- Ndebele, N.; Mtimuni, J. P.; Mpofu, I. D. T.; Makuza, S. and Mumba, P. 2005. The status of selected minerals in soil, forage and beef cattle tissues in a semi-arid region of Zimbabwe, *Tropical Animal Health and Production*. 37:381-393.
- NRC. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition*. National Academies Press, Washington, D. C. USA. 488 p.
- Ortega-Gómez, R.; Castillo-Gallegos, E.; Jarillo-Rodríguez, J.; Escobar-Hernández, R.; Ocaña-Zavaleta, E. y Valles de la Mora, B. 2011. Nutritive quality of ten grasses during the rainy season in a hot-humid climate and ultisol soil. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 13(3):481-491.
- Pereira, J. V.; McDowell, L. R.; Conrad, J. H.; Wilkinson, N. and Martin, F. 1997. Mineral status of soils, forages and cattle in Nicaragua. I. Micro minerals. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*. 14:73-89.
- Pérez-Prieto, L. A. and Delagarde, R. 2012. Meta-analysis of the effect of pregrazing pasture mass on pasture intake, milk production, and grazing behavior of dairy cows strip-grazing temperate grasslands. *Journal of Dairy Science*. 95:5317-5330.
- Perkin-Elmer. 1996. *Analytical Methods for Atomic Absorption Spectroscopy*. United States of America. 300 p.
- SAS. 2004. *SAS/STAT 9.1. User's Guide*. Vol. 1-7. SAS Publishing. Cary, NC, USA. 5180 p.
- Sharma, M. C.; Joshi, C. and Gupta, S. 2003. Prevalence of mineral deficiency in soils, plants and cattle of certain districts of Uttar Pradesh. *Indian Journal of Veterinary Medicine*. 23(1):4-8.
- Steel, R. G. D.; Torrie, J. H. and Dickey, D. A. 1997. *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach*. 3rd ed. McGraw-Hill Series in Probability and Statistics. USA.
- Suttle, N. F. 2010. *Mineral Nutrition of Livestock*. 4th Edition, (CABI Publishing UK).
- Taiz, L. and Zeiger, E. 2002. *Plant physiology*. 3rd Ed. Sunderland (USA): Sinauer Associates Inc. 690 p.
- Tamayo, J. L. 1989. *Geografía moderna de México*. 9^a Edición. Trillas. D. F. México. 544 p.
- Van Soest, P. V.; Robertson, J. B. and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of dairy Science*. 74(10):3583-3597.
- Venuto, B. C.; Burson, B. L.; Hussey, M. A.; Redfearn, D. D.; Wyatt, W. E. and Brown, L. P. 2003. Forage yield, nutritive value, and grazing tolerance of Dallisgrass biotypes. *Crop Science*. 43(1):295-301.
- Vieyra-Alberto, R.; Domínguez-Vara, I. A.; Olmos-Oropeza, G.; Martínez-Montoya, J. F.; Borquez-Gastelum, J. L.; Palacio-Núñez, J.; Lugo J. A. y Morales-Almaráz, E. 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.; Pinos-Rodríguez, J. M. and Socha, M. T. 2010. Effects of feeding supplemental organic iron to late gestation and early lactation cows. *Journal of Dairy Science*. 93:2153-2160.
- Whitehead, C. D. 2000. *Nutrient elements in grassland: soil-plant-animal relationship*, (CABI Publishing, New York, USA).