

Crecimiento y desarrollo del buffel [*Cenchrus ciliaris* (L.) Link] en la zona centro de Tamaulipas, México

Growth and development of buffel grass [*Cenchrus ciliaris* (L.) Link] in central Tamaulipas, México

Heriberto Díaz Solís¹, Eduardo Gómez de la Fuente², Abelardo Saldívar Fitzmaurice³, Florencio Briones Encinia³, Virginia Vargas Tristán³, William E. Grant⁴.

¹ Departamento de Recursos Naturales, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

² Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 55 (DGETA)

³ Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas,

⁴ Department of Wildlife and Fisheries Sciences, Texas A&M University.

Resumen

Durante los años 1999 y 2000 se realizó un experimento con la gramínea Buffel (*Cenchrus ciliaris* (L.) Link) en el estado de Tamaulipas, México. Se evaluaron 3 tiempos de rebrote (3, 5 y 7 semanas) y 3 alturas de corte (10, 15 y 20 cm). El arreglo de tratamientos fue en parcelas divididas en un diseño de bloques completos al azar. Se registraron variables del tiempo atmosférico, la humedad en el suelo y se calcularon los Días-Grados-Desarrollo (GDD) para cada evento de rebrote. Como variables dependientes, se estimaron: rendimiento de materia seca, índice de área foliar, estado fenológico promedio y proteína cruda. Para el rendimiento de materia seca, en el año 1999 se encontró un efecto altamente significativo en la interacción de los factores de corte tiempo de rebrote*altura de corte ($P<0.01$). En cambio, solo la fuente de variación tiempo de rebrote resultó con alta diferencia significativa ($P<0.01$) para el año 2000. El efecto del tiempo de rebrote fue negativo en 1999 y positivo en el año 2000. El análisis de componentes principales reportó el 74.6% de la varianza total en los 3 primeros componentes. El primer componente, relacionó positivamente a las variables tiempo de reposo, GDD acumulados, índice de área foliar, rendimiento de materia seca y fenología; y estas, a su vez se relacionaron negativamente con el contenido de proteína cruda del forraje. La acumulación de temperatura, fue un buen indicador del estado fenológico del Buffel y de su contenido de proteína cruda.

Abstract

During 1999 and 2000 was carried out an experiment with Buffel grass (*Cenchrus ciliaris* (L.) Link) in Tamaulipas, México. Three cut frequencies (3, 5 and 7 weeks) and 3 stubble heights (10, 15 and 20 cm) were evaluated. The experimental design was complete random blocks with treatments arranged as split-plot. Weather variables, water in soil and growth-degree-days (GDD) for each regrowth period were registered. Dry matter yield, leaf area index, average phenological stage and crude protein were estimated as dependent variables. For dry matter yield, the interaction frequency*stubble height had differences highly significant in 1999 ($P<0.01$). On the other hand, in 2000 only frequency was significant ($P<0.01$). Frequency had a negative effect in 1999 and positive in 2000. Principal components analysis showed 74.6% of total variance in the three first principal components. The first principal component related positively variables as frequency, cumulative GDD, leaf area index, dry matter yield and phenological stage; and the former group of variables was related negatively to crude protein. Cumulative temperature, was a good indicator of Buffel's phenological stage and its crude protein content.

Introducción

En México, la actividad más desarrollada por superficie es la ganadería; ésta se realiza en 147 millones de hectáreas, que representan el 73% de la superficie del territorio nacional (Enríquez *et al.*, 1999). El rebrote de una pradera después de una cosecha, constituye una de las expresiones fisiológicas más importantes de las plantas y determina la estructura de la pradera (Matthew *et al.*, 1995). Así, tanto un pastoreo severo, como ligero, puede provocar que la producción de forraje disminuya. En el primer caso, debido a la drástica remoción de tejido fotosintético, mientras que en el segundo, cuando la tasa de crecimiento se equipara a las tasas de senescencia y descomposición (Chapman y Lemaire, 1993).

Cenchrus ciliaris L. es un zacate perenne que forma extensos macollos y emisión de rizomas. Esta ampliamente distribuido en África, India e Indonesia y fue introducido a América y Australia a principios del siglo veinte. Crece extensamente en la región Noreste de México. A la fecha existen pocas investigaciones

relacionadas con el análisis de las características de crecimiento del buffel (Asare, 1970; Sánchez, 1975; Mendoza, 1979; Ramírez *et al.*, 1989; Morales *et al.*, 1994; López, 1998; Beltrán, 2001).

Por lo anterior los objetivos de este trabajo fueron determinar el efecto de diferentes prácticas de defoliación y algunas variables del ambiente sobre la producción, el rendimiento, y valor nutritivo del Buffel en condiciones de crecimiento de temporal.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó por dos años (1999 y 2000) durante la época de crecimiento (Marzo a Octubre), en el Ejido Miguel Hidalgo, municipio de Victoria, Tamaulipas, localizado a 23° 44' Norte y 99° 09' Oeste, y altitud de 320 msnm. El clima predominante es semicálido subhúmedo con lluvias en verano (A) C(Wo), temperatura media anual mayor a 18 °C, con lluvias en verano y precipitación promedio anual de 856 mm.

En una pradera de buffel con cuatro años de haber sido establecida se aplicaron 9 tratamientos conformados por la combinación de dos factores: a) Tiempo de rebrote (3, 5 o 7 semanas, o 21, 35 y 49 días); y b) Altura de cosecha (10, 15 o 20 cm respecto al nivel del suelo). El arreglo de tratamientos fue en parcelas divididas donde la parcela grande fue el tiempo de rebrote y como subparcela la altura de cosecha. El diseño fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones por tratamiento. La unidad experimental fue un área de 10 m². Las parcelas no se fertilizaron antes ni durante el tiempo de evaluación.

Se consideraron variables de clima registradas diariamente en el observatorio meteorológico de superficie en Cd. Victoria, Tamaulipas, ubicado a 3 km del sitio experimental, tales como temperatura mínima, máxima y promedio, horas de insolación y precipitación pluvial. Se estimó el porcentaje de humedad en el suelo a 20 y 40 cm de profundidad y se obtuvo el promedio de ambas profundidades. Se usó el método gravimétrico, extrayendo en forma aleatoria muestras de suelo con barrena Veihmeyer.

Se calcularon los grados día de desarrollo (GDD) [(temperatura promedio diaria) – (temperatura base del cultivo)], se tomó como temperatura base para buffel 15°C (Martín *et al.*, 1995; McWilliam, 1978).

Las variables de respuesta registradas fueron: a) Rendimiento de materia seca; b) Índice de área foliar, mediante un medidor de área foliar portátil LICOR 3100; c) Estado fenológico promedio (EFP) basado en la escala propuesta por Moore *et al.*, (1991); d) Proteína cruda.

El análisis de varianza fue el de parcelas divididas en un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones con el procedimiento GLM de SAS por separado para cada año. Las variables analizadas fueron la materia seca producida por estación. La separación de medias se realizó con la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%.

En forma adicional, y con los datos de los muestreos de las estaciones de crecimiento de los 2 años (1999 y 2000), se realizó un análisis multivariado por componentes principales con el objetivo de reducir el número de dimensiones de la matriz original, mediante combinaciones lineales de las variables originales de máxima variabilidad y ortogonales entre sí, ya que facilita el estudio de las relaciones entre variables y el análisis de la dispersión de las observaciones (Krzanowsky, 1988). Las variables incluidas en el análisis por componentes principales fueron: el tiempo de rebrote expresado en semanas de rebrote (3, 5 y 7) (TR), precipitación acumulada durante el rebrote (PPT), grados día de desarrollo (GDD), humedad del suelo (HS), índice de área foliar (IAF), rendimiento de materia seca (RMS), estado fenológico promedio (FEN) y porcentaje de proteína cruda (PC). La matriz de datos fue de 8 columnas (variables) y 312 renglones (observaciones). Los análisis se realizaron con "Statistica" Ver. 4.5 (StatSoft, 1994).

Resultados y Discusión

Análisis univariado

Para la variable materia seca producida durante la estación de crecimiento, en el año 1999 se encontró un efecto altamente significativo para la interacción de los factores de corte Tiempo de rebrote*Altura ($P < 0.01$). En cambio, solo la fuente de variación Tiempo de rebrote resultó con alta diferencia significativa ($P < 0.01$) para el año 2000.

En 1999, la producción de forraje resultó estadísticamente similar para los tiempos de rebrote de 3 y 5 semanas (4497 y 4657 kg MS/ha respectivamente) y fue menor para el de 7 semanas (2955 kg MS/ha) (Tukey $P < 0.05$). En cambio, en el año 2000, el tiempo de rebrote de 7 semanas fue superior estadísticamente (4342 kg MS/ha) a los otros tiempos de 3 y 5 semanas que resultaron iguales (3481 y 3679 kg MS/ha, respectivamente) (Tukey $P < 0.05$).

En la Figura 1, se puede observar que el principal efecto sobre la producción de forraje, se debió al tiempo de rebrote. La mayor diferencia entre años fue que el efecto del tiempo de rebrote fue negativo en 1999 (Figura 1a) y positivo en el año 2000 (Figura 1b). Lo anterior indica que cortes frecuentes producen mas forraje en el corto plazo, pero que a medida que pasa el tiempo con manejo intensivo, la pradera reduce su producción.

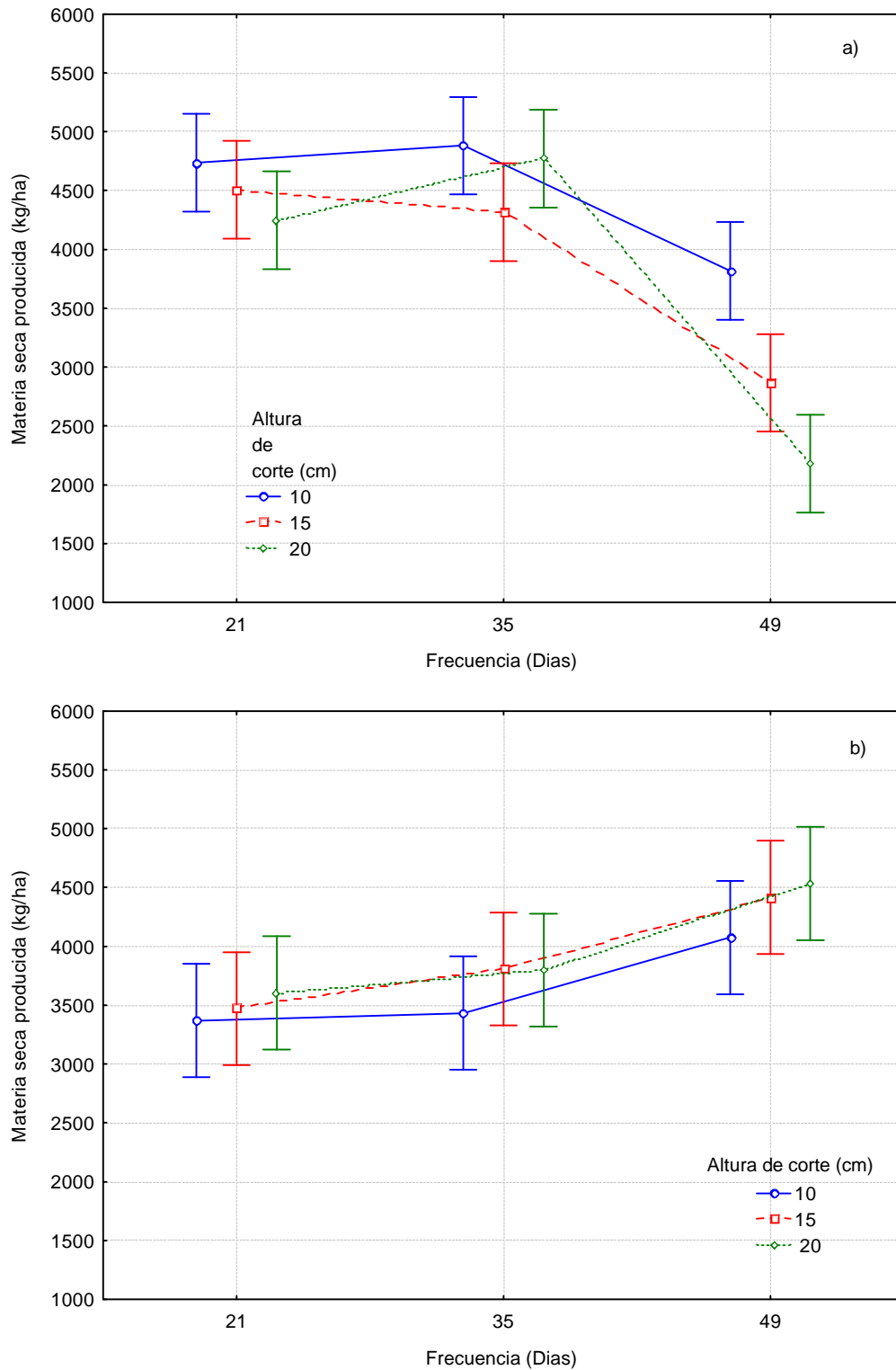


Figura 1. Efecto del tiempo de rebrote y la altura de corte sobre el rendimiento de materia seca durante la estación de crecimiento en 1999 (a) y 2000 (b).

Análisis multivariado

Los 3 primeros componentes del análisis de componentes principales, reportaron el 74.54% de la varianza total. El primer componente representa el 46% de la varianza y representa la relación positiva entre TR y GDD con IAF, MS y FEN, por el contrario, FREC y GDD se relacionaron negativamente con PC. Lo

anterior indica que cortes con mayor tiempo de reposo presentaron: mas GDD, mas IAF, mas MS y mas avance fenológico (FEN); y a su vez, el forraje tuvo un menor contenido de PC.

El segundo componente, muestra la relación positiva de la PPT con la HS y ambas variables también tienen una relación positiva con la PC, aunque en menor grado.

El tercer componente representó solo el 12% de la varianza y tiene una relación negativa aunque con bajo coeficiente de correlación entre la HS y el IAF.

Cuadro 1. Coeficientes de correlación entre las variables y los 3 primeros componentes.

Variables	CP1	CP2	CP3
Tiempo de rebrote (tr)	-0.8385*	0.0177	0.3859
Precipitación acumulada (ppt)	-0.3369	-0.7514	-0.2143
Gdd acumulados (gdd)	-0.9024*	0.0855	0.1269
Humedad del suelo (hs)	-0.0260	-0.6718	0.5456
Indice de area foliar (iaf)	-0.5972*	-0.1141	-0.5795
Rendimiento de materia seca (rms)	-0.7776*	-0.0522	-0.2904
Fenologia (fen)	-0.7693*	-0.0890	0.0483
Proteina cruda (pc)	0.7047*	-0.5051	-0.2194
Expl.Var	3.681293	1.302365	0.979276
Varianza acumulada (%)	46.02	62.3	74.54

En la Figura 2, se presenta la distribución de las observaciones en los componentes 1 y 2, y se observa que hacia el lado positivo del componente 1 (arriba) se concentran los cortes de 3 semanas de rebrote y esos cortes a su vez, tienen menos IAF, MS y FEN y más PC. Los cortes a 5 y 7 semanas se encuentran hacia el lado negativo del componente 1, lo que indica que tienen mas: IAF, MS y FEN pero menos PC.

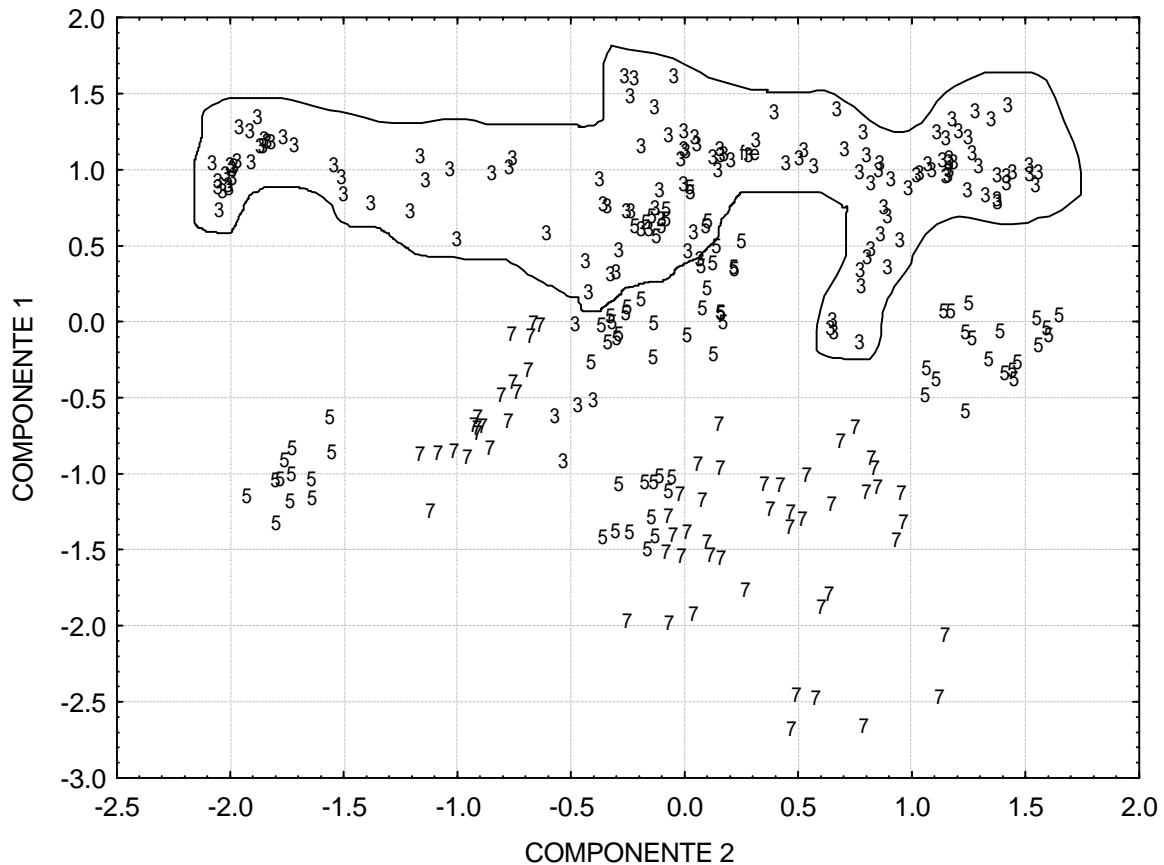


Figura 2. Distribución de los cortes en el espacio generado por los 2 componentes principales (Etiqueta: Tiempo de rebrote: 3, 5 y 7 semanas). Los cortes de 3 semanas están resaltados en una figura irregular.

En la Figura 3 se presentan las relaciones de los GDD con el contenido de PC del forraje y el estado fenológico de la planta al corte. Se confirma la relación negativa de GDD con PC y positiva entre GDD y FEN. La proteína cruda del forraje puede reducirse del 10 al 3 % tan solo por la frecuencia de corte. El estado fenológico de acuerdo a la escala de Moore *et al.* (1991) varió desde estado vegetativo (1.0) y estado de elongación (2.0) con acumulación de 200 GDD, hasta desarrollo y llenado de semilla (4.0) con acumulación de 1,400 GDD.

Las ecuaciones de regresión lineal para estas variables fueron las siguientes:

$$PC (\%) = 10.08 - 0.0048 * GDD; r = 0.61, n = 284, P < 0.01$$

$$FEN = 1.71 + 0.001165 * GDD; r = 0.60, n = 312, P < 0.01$$

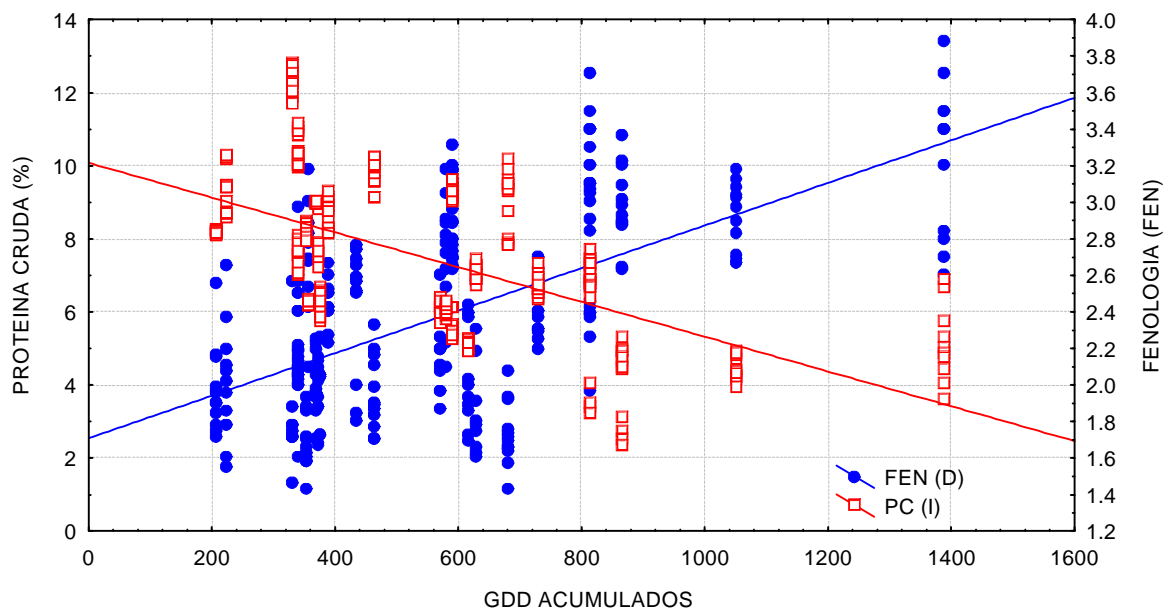


Figura 3. Relación entre los GDD acumulados con la proteína cruda y el estado fenológico promedio de la planta

Conclusiones

La frecuencia de defoliación es la variable que tiene mayor efecto sobre la respuesta productiva de las praderas de Buffel, y también tiene efectos sobre la persistencia de las praderas.

La variable GDD acumulados que está muy relacionada con la frecuencia de corte, es la que tiene mayor efecto sobre la producción de forraje, la fenología de las plantas y la concentración de proteína cruda en el forraje.

Literatura Citada

- Asare, E.O. 1970. Effects of fertilization, height and frequency of cutting on herbage yield and nutritive value of *Cenchrus ciliaris* Linn. (Buffelgrass) in the region of Ghana. Proc. 11th Grassland Congress. 594-597 p.
- Beltrán, L.S. 2001. Influencia del manejo de cosecha en la dinámica del crecimiento del pasto Buffel. Tesis Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco. Edo. de México. México. p 135.
- Chapman, D.F. and G. Lemaire. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: "Proceedings of the 17th International Grassland Congress. 8-21. Feb. 1993." p. 95-104. New Zealand Grassland Association.
- Enríquez, Q.J.F., N.F. Melendez, y E.D.A. Bolaños. 1999. Tecnología para la producción y manejo de forrajes tropicales en México. INIFAP, CIAGOC. Campo Experimental Papaloapan. Libro Técnico N° 7. Veracruz, México. 262 p.
- Krzanowsky, W.J. 1988. Principles of multivariate analysis. A user's perspective. 2nd. ed. New York, U.S. Oxford University Press. 345 p.

- López, C.U.J. 1998. Efecto de la fertilización, la intensidad, frecuencia y época de defoliación en el rendimiento y calidad nutritiva del buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). Tesis Biólogo. Universidad Autónoma de Nuevo León. Fac. Ciencias Biológicas. Monterrey, N.L. 80 p.
- Martin, R. M-H., R.J. Cox and F. Ibarra. 1995. Climatic effects on Buffelgrass in the Sonoran Desert. *J. of Range Management* 48: 60-63.
- Matthew, C.G., N.R. Lemaire, H. Sackville, G.A. Hernández. 1995. A modified selfthinning equation to describe size/density relationships for defoliated swards. *Annals of Botany* 76: 579-587.
- McWilliam, J.R. 1978. Response of pasture plants to temperature. In: *Plant relations in pastures*. John R. Wilson (ed). CSIRO, Australia.
- Mendoza, M.B. 1979. Producción y valor nutritivo del pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* Link.) sometido a tres frecuencias de corte en el trópico seco (Ecuador). En: *Resúmenes analíticos sobre pastos tropicales*. Centro de información sobre pastos tropicales, CIAT. Cali, Colombia. 1:350-352.
- Moore, K.J., L.E. Moser, K.P. Vogel, S.S. Waller, B.E. Johnson and J.F. Pedersen. 1991. Describing and quantifying growth stages of perennial forage grasses. *Agron J.* 83: 1073-1077.
- Morales, C.A., M.E. García, R.R. Aguirre y C.F.V. González. 1994. Efecto del corte y la presencia de rizomas en la producción de materia seca en el Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) *Agrociencia*. Serie Fitotecnia 5: 5-23.
- Ramírez, A. L., M.J. Escobedo y C.R. Quijano. 1989. Frecuencia de defoliación del pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en la zona henequenera de Yucatán. En: *Resúmenes de la XII reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal (AMPA)*. Montecillo, México. p. 7.
- Sánchez, M.A. 1975. Influencia de la frecuencia de defoliación sobre el bioma radical en dos zacates: Gigante (*Leptochloa dubia*) y Buffel (*Cenchrus ciliaris*). *Tec. Pec. Mex.* 29: 103-108.
- Statsoft. 1994. *Statistica 2000*. By StatSoft Inc. (Ver. 6.0). Tulsa, USA.