

## Efecto de la madurez de la planta en el contenido de nutrientes y la digestibilidad en una asociación *Cenchrus ciliaris* – *Leucaena leucocephala*

### Effect of plant maturity on the nutrient content and digestibility in a partnership *Cenchrus ciliaris* - *Leucaena leucocephala*

Alexander Sánchez<sup>1\*</sup>, Jesús Faria Marmol<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Falcón, Venezuela. \*Correo electrónico: asanchez@inia.gob.ve

<sup>2</sup>La Universidad del Zulia (LUZ), Postgrado de Producción Animal. Maracaibo, Venezuela.

#### RESUMEN

Para evaluar el efecto de la edad de utilización en el contenido de proteína cruda (PC), digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) y concentración mineral, a través del perfil del pastizal asociado *Cenchrus ciliaris* (Cc). – *Leucaena leucocephala* (Ll), se realizó un estudio en una región semiárida del estado Zulia. Se evaluaron cuatro edades al corte (42, 84, 126 y 168 días), subdividiendo el perfil del pastizal en tres estratos Cc: 0 – 15; 15 – 30; mayor de 30 y Ll: 0 – 60; 60 – 120; mayor de 120 de altura respectivamente. El diseño empleado fue de bloques al azar con comparación de medias por Duncan ( $P < 0,05$ ). Los promedios porcentuales de PC, se encontraron de 8,34 y 22,50% en el Cc y Ll respectivamente, observándose los mayores tenores en los estratos medios y superior de la planta. La DIVMO se incrementó en el tercio superior de la gramínea y en los dos tercios inferiores de la leguminosa. Los niveles de macrominerales en el Cc, se registraron por debajo de los rangos críticos establecidos y fueron afectados de manera significativa ( $P < 0,05$ ), tanto por la madurez como por el perfil de la planta. En la Ll, no se evidencia carencias en los macroelementos esenciales, con la excepción del P y Na y no fueron afectados por la madurez del planta a través de su perfil.

**Palabras clave:** leucaena, buffel, perfil de la planta, proteína cruda, digestibilidad, concentración mineral.

#### ABSTRACT

To evaluate the effect of age on crude protein (CP), *in vitro* digestibility of organic matter (IVOMD) and mineral concentration, of pasture *Cenchrus ciliaris* (Cc). - *Leucaena leucocephala* (Ll) association, a study was conducted in a semiarid region of Zulia state. Four ages of shear were evaluated (42, 84, 126 and 168 days), subdividing the profile into three strata pasture Cc: 0-15, 15-30, over 30 and Ll: 0-60, 60-120, over 120 height respectively. A randomized block design with comparison of means by Duncan ( $P < 0.05$ ) was used to analyze data. The average percentage of PC found was 8.34 and 22.50% in the Cc and Ll respectively, showing the greatest tenors in the middle and top of the plant. The IVOMD increased in the upper third of the grass and in the lower two thirds of the legume. Macrominerals levels in the Cc, recorded was below established critical ranges and were affected in different manner by both maturity and profile of the plant. In the Ll, no signs of deficiency in essential macronutrients, with the exception of P and Na and they were not affected by the maturity of the plant through their profile.

**Key words:** leucaena, buffel, profile plant, crude protein, digestibility, mineral concentration.

## INTRODUCCIÓN

En el trópico durante los períodos de sequía la mayoría de las plantas forrajeras reducen o detienen su crecimiento, se marchitan y en caso extremo mueren, afectando la oferta de forraje, tanto en cantidad como calidad, lo que disminuye en consecuencia la productividad de los rebaños.

Cabe destacar, que los forrajes tropicales raramente pueden satisfacer por completo todos los requerimientos nutricionales, sobre todo los minerales; es así como en un estudio de 2.615 forrajes latinoamericanos la mayoría mostraron deficiencia, siendo las más frecuentes: Cu, Co, Mg, P, Na y Zn, mientras el K, Fe, y Mn fueron los que menos deficiente se mostraron (McDowell *et al.*, 1997b). Tal tendencia puede ser más severa con los factores climáticos a las que se sometan las especies (Morillo, 1994; Norton *et al.*, 1994) y a las deficiencias de estos elementos en el suelo (Cabrera *et al.*, 2009).

La incorporación de leguminosas asociadas con las pasturas permite incrementar el aporte de nutrientes al sistema (Rodríguez 2002, Hernando *et al.*, 2000) en lo que se refiere a proteínas y minerales, entre las leguminosas forrajeras la *Leucaena leucocephala*, es una de las especies tropical que se le confiere un alto potencial por ser tolerante a la sequía, en producción de MS y calidad nutritiva (Faria-Marmol y Morillo 1997; Faria-Marmol *et al.*, 1996).

El presente estudio pretendió evaluar el efecto la madurez de la planta en el contenido de PC, digestibilidad *in vitro* y concentración mineral de la MS en el perfil del pastizal asociado *C. ciliaris* L. – *L. leucocephala* (Lam.) de Wit., en un ambiente de bosque muy seco tropical.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el campo Experimental La Cañada, adscrito al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), ubicado en el estado Zulia, Venezuela; localizado geográficamente a los 10° 32' Latitud Norte y 71° 42' Longitud Oeste, correspondiendo a un bosque muy seco tropical, con una precipitación de 600 mm/año, una temperatura media de 28°C y una evapotranspiración de 1.662 mm (González *et al.*, 2003).

Los suelos son de textura franco-arenosa, pH 5,5 con valores de Ca, Mg, Na y K de 0,6; 0,3; 0,1 y 0,17 mg/100g de suelo; la capacidad de intercambio catiónico (36 me/100g) y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (6 ppm) son relativamente bajos (Sánchez *et al.*, 2003).

Se usó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. El experimento fue de factor único siendo éste la edad de la planta (42, 84, 126 y 168 días) considerado a partir del corte de uniformización (corte 5 y 60 cm de altura con respecto al nivel del suelo del buffel y leucaena) que se realizó finales de octubre con la salida de las lluvias.

En el pasto buffel, se estudió el perfil de la planta en tres estratos: 0 - 15 cm, 15 - 30 cm y mayor de 30 cm de altura con respecto al suelo. Mientras que para la leguminosa *L. leucocephala*, se seleccionaron en forma al azar cuatro (4) plantas por tratamiento subdividiéndolas a través de su perfil en tres estratos que fueron: 0-60 cm, 60-120 cm y mayor de 120 cm.

En cada tratamiento, se procesaron muestras compuestas de hojas y tallos para el caso del pasto buffel y en leucaena la fracción fina (pinna, pecíolos y tallos menores de 5mm de diámetro), que fueron secadas a 50°C durante 72 horas en una estufa de ventilación forzada, para luego ser molidas y tamizadas a un 1 mm. La preparación de las muestras para los análisis de minerales se efectuó según los procedimientos descritos por Fick *et al.*, (1979). Se realizaron las siguientes determinaciones analíticas: contenido de proteína cruda a partir del contenido de nitrógeno total por el método de Kjeldahl (AOAC, 1994); fósforo por el método colorimétrico descrito por Harris y Popat (1954); el cobre, manganeso, zinc, calcio, potasio, magnesio, potasio y sodio por espectrofotometría de absorción atómica con llama (Perkin-Elmer Corp, 1982); cobalto y molibdeno por espectrofotometría de absorción atómica (Perkin-Elmer Corp, 1984) y selenio por la técnica fluorométrica (Whetter y Ullrey, 1978) y la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica por el método de Tilley y Terry modificado (Alexander, 1966).

La base de datos originada en esta investigación, se analizó utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS versión 6,12 y con una comparación de medias a través de la prueba de Duncan.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La madurez de la planta afectó de manera significativa (P<0.05) a la PC, DIVMO y concentraciones de macroelementos en las especies asociadas *C. ciliaris* y *L. leucocephala*, tal como se muestran en los Cuadros 1 y 2.

En el caso de los contenidos de proteína cruda, se encontraron promedios de 8,34 y 22,50% en el pasto buffel y leucaena respectivamente, observándose los mayores tenores (P< 0,05) de este compuesto orgánico

Cuadro 1. Efecto de la madurez de la planta en la digestibilidad *in vitro*, proteína cruda y macroelementos en el perfil de las especies del *C. ciliaris* asociado con leucaena.

Perfil de la planta (cm)	DC (días)	PC	DIVMO	Ca	P	Mg	K	Na	Ca:P Relación
0 - 15	42	8,39 a	38,53 ab	0,12 a	0,18 a	0,14 a	4,29 a	0,09 a	0,7:1
	84	8,63 a	40,10 a	0,12 a	0,17 a	0,09 b	3,47 a	0,07 ab	0,7:1
	126	6,02 b	31,70 bc	0,02 b	0,17 a	0,05 c	3,48 a	0,05 b	0,1:1
	168	5,39 b	28,80 c	0,08 a	0,14 a	0,08 b	3,01 a	0,08 a	0,6:1
15-30	42	11,27 a	50,93 a	0,14 a	0,24 a	0,15 a	4,62 a	0,06 a	0,6:1
	84	8,32 ab	39,67 b	0,13 a	0,16 b	0,09 b	3,53 b	0,06 a	0,8:1
	126	8,05 ab	41,63 b	0,10 a	0,18 ab	0,09 b	3,75 b	0,07 a	0,6:1
	168	6,24 b	38,23 b	0,09 a	0,13 b	0,08 b	2,57 c	0,10 a	0,7:1
> 30	42	11,47 a	51,25 a	0,15 a	0,24 a	0,16 a	4,30 a	0,05 b	0,6:1
	84	9,7 b	45,73 bc	0,16 a	0,15 b	0,11 ab	4,03 a	0,06 b	1,1:1
	126	8,45 b	46,30 b	0,13 a	0,17 b	0,11 ab	3,45 ab	0,08 ab	0,8:1
	168	8,11 b	42,50 c	0,12 a	0,17 b	0,10 b	2,88 b	0,11 a	0,7:1
CV		10,64	4,54	23,68	17,70	22,21	13,41	26,62	-
R <sup>2</sup>		0,96	0,99	0,95	0,91	0,74	0,83	0,93	-

a, b, c: Medias con literales diferentes en la misma columna difieren significativamente (P<0.05)  
DC: días al corte.

Cuadro 2. Efecto de la madurez de la planta en la digestibilidad in vitro, proteína cruda y macroelementos en el perfil de las especies del *L. leucocephala* asociado con Buffel.

Perfil de la planta (cm)	DC (días)	PC	DIVMO	Ca	P	Mg	K	Na	Ca:P Relación
0 - 60	42	17,23 a	44,05 a	1,05 a	0,20 a	0,27 a	2,65 a	0,02 b	5,3:1
	84	22,51 a	54,10 a	1,38 a	0,20 a	0,38 a	2,43 a	0,01 b	6,9:1
	126	14,01 a	39,15 a	0,85 a	0,18 a	0,26 a	1,90 a	0,13 ab	4,7:1
	168	20,32 a	49,85 a	1,35 a	0,18 a	0,30 a	1,58 a	0,16 a	7,5:1
60-120	42	25,49 a	55,75 a	1,19 a	0,18 a	0,29 a	2,61 a	0,02 c	6,6:1
	84	26,23 a	61,50 a	1,06 a	0,16 a	0,26 a	2,63 a	0,01 c	6,6:1
	126	20,22 a	49,45 a	0,99 a	0,19 a	0,30 a	2,22 a	0,08 b	5,2:1
	168	21,34 a	50,65 a	1,44 a	0,16 a	0,30 a	1,57 a	0,19 a	9,0:1
> 120	42	27,01 a	54,55 a	1,02 a	0,18 a	0,26 a	2,24 a	0,03 b	5,7:1
	84	27,03 a	54,20 a	1,19 a	0,18 a	0,27 a	1,95 a	0,07 b	6,6:1
	126	24,08 a	54,20 a	1,26 a	0,18 a	0,30 a	2,22 a	0,16 ab	7,0:1
	168	21,94 a	49,05 a	1,72 a	0,16 a	0,32 a	1,81 a	0,24 a	10,8:1
CV		8,01	5,16	42,79	16,98	13,17	13,74	41,83	-
R <sup>2</sup>		0,76	0,73	0,77	0,71	0,63	0,65	0,88	-

a, b, c: Medias con literales diferentes en la misma columna difieren significativamente (P<0.05)  
DC: Días al corte.

en los estratos medios y superior de la planta que no difiere entre ellos.

Ambas especies mostraron un comportamiento característico de su familia botánica con la madurez de la planta; para el caso del pasto buffel, la PC se observó una relación negativa ( $P < 0,001$ ) con la edad al corte, dicho comportamiento se ha encontrado en trabajos similares (Vergara-Lopez y Araujo-Febles, 2006), siendo un comportamiento característico de la mayoría de las plantas forrajeras tropicales. No obstante, los valores promedio aquí alcanzados por el pasto en sus niveles medio y superior fue de 11,37% a los 42 días de edad al corte, lo cual superan a los obtenidos en otros trabajos, que reportan entre 6, 6 y 8,0% (García *et al.*, 2003). Cabe destacar, que la condición de sombreado proporcionado por el componente arbóreo, entre otros factores, pudo incidir en la mejora del contenido de PC, tal como lo han reportado otros investigadores (Obispo *et al.*, 2008; Rabaski y Inoue, 2000).

En la leguminosa, los niveles de PC se mantienen estadísticamente estables, a pesar de una avanzada edad de la planta y un prolongado déficit hídrico que sufrió la misma durante la evaluación. Es de destacar, que los niveles de PC en todo el período de evaluación (168 días) no llegó a ser menores de 20 puntos porcentuales en el perfil medio y superior de la planta, comportamiento que se ha apreciado en otras leguminosas arbóreas (Araque *et al.*, 2006).

En cuanto a la DIVMO, solo registró cambios el pasto buffel, evidenciándose una caída en sus valores promedio con respecto al perfil del pastizal (11,7 puntos porcentuales respecto al nivel más bajo) y a la edad del pasto. Este comportamiento se explica en las gramíneas, ya que con la madurez de la planta experimenta una drástica reducción de la relación hoja-tallo, sobretodo en los estratos inferiores, lo que favorece la lignificación de los tejidos, la cual se le asocia en una relación directamente proporcional con la digestibilidad (Espinosa *et al.*, 2006; Vergara-López y Araujo-Febles, 2006; García *et al.*, 2003; Ribaski y Inoue, 2000).

Los macroelementos estudiados fueron afectados en el pasto buffel de manera diferente, tanto por la madurez como por el perfil de la planta, siendo el Mg quien mostró más sensibilidad ha ambos factores, mostrando 33,3 puntos porcentuales de caída de su concentración al bajar en el perfil y al madurar la planta. En el caso del P, K y Na sus concentraciones tienden a decaer con la edad en 31,8 y 35,9 puntos porcentuales respectivamente, mas no a través del perfil de la planta donde se mantienen estables. Mientras, el comportamiento del Ca fue inverso

a los anteriores con 35,7 puntos porcentuales en su estrato mas bajo. En la mayoría de las circunstancias, a medida que las plantas maduran, el contenido mineral disminuye debido a un proceso característico de dilución y al traslado de nutrientes a la raíz (McDowell, 1992).

En la leucaena, se observó mayor estabilidad en sus contenidos de nutrientes y sólo se observaron variaciones ( $P < 0,05$ ) para el Na que aumenta con la madurez, tal como lo reportan en otros trabajos (Sánchez y Faria-Marmol, 2008; Faria-Marmol y Sanchez, 2007), así como también en la medida que sube en el perfil de la planta.

En cuanto, a las concentraciones críticas para deficiencia de estos minerales, en el pasto buffel los elementos Ca, P y Mg se observaron por debajo de los niveles mínimos considerados en 0,3; 0,3 y 0,2 respectivamente (McDowell y Conrad, 1977). Este comportamiento en general, se ajusta a otros trabajos (Cabrera *et al.*, 2009; McDowell *et al.* (1997a) y que puede estar asociado a las severas condiciones climática (estrés hídrico de la época seca) y a las deficiencias de estos elementos en el suelo (Vivas *et al.*, 2011; Cabrera *et al.*, 2009).

Con respecto a la leucaena, no se evidencia carencias en los macroelementos esenciales, con la excepción del P y Na que se encontraron valores por debajo de los niveles mínimos 0,3 y 0,08 respectivamente (McDowell y Conrad, 1977). Para el caso de este último elemento, en un estudio de 20 ecotipos promisorios de leucaena se llegó a la conclusión que era el más probable a estar deficiente (Austin *et al.*, 1992). Mientras que para el P en ambas especies forrajeras y otras en general se reportan, valores similares como comportamiento normal (García *et al.*, 2003; Rabaski, 2000; Rabaski, 1999; Rojas *et al.*, 1994; Faria-Marmol 1985).

Sin embargo, se ha observado en algunos trabajos especies como la gliricidia, tenores altos de este elemento (0,49 - 0,15%), aun cuando su tendencia fue a decaer con la edad de la planta (Araque *et al.*, 2002). Como se puede apreciar, la concentración de fósforo se puede manifestar en amplio rango de valores desde adecuados hasta deficientes. Sus carencias, parece estar asociada con bajos niveles de fósforo en el suelo (Ayalla *et al.*, 2002; Sánchez *et al.*, 1999; Rojas *et al.*, 1983). Por lo que la mayoría de las deficiencias minerales naturales que ocurren en los herbívoros están correlacionadas con las regiones específicas, así como de las características del suelo (McDowell *et al.*, 1997a). Para este caso en particular, lo corrobora el análisis de suelo practicado a la zona de estudio.

La relación Ca:P para ambas especies estuvo por debajo de 7:1, excepto en edades avanzadas en la leguminosa, por lo que el uso de la mezcla no supone problema alguno (McDowell, 1992), si se emplea hasta las edades no mayores de 126 días después del corte.

Existe reporte, donde se ha demostrado una significativa disminución en el crecimiento y eficiencia nutritiva de la dieta del rumiante cuando existe una relación Ca:P por encima de 7:1 (Ricketts *et al.*, 1970). En consecuencia, forrajes con amplia relación Ca:P deber ser suministrado con cautela ya que una dieta con una alta relación calcio: fósforo puede disminuir la asimilación de fósforo, si es muy baja pueden presentarse problemas por deficiencia de calcio. Por tanto, una relación anormal puede ser tan adversa para el animal como la deficiencia de uno de los dos elementos (Sánchez *et al.*, 2004).

## CONCLUSIONES

La presencia de la leucaena asociada a la pastura permite mejorar el valor nutritivo del forraje en oferta, a través del perfil pastizal aun en condiciones de déficit hídrico y de madurez avanzada con respecto al pasto buffel.

Los macroelementos estudiados fueron afectados en el pasto buffel de manera diferente, tanto por la madurez como por el perfil de la planta, siendo el Mg. quien mostró más sensibilidad ha ambos factores, mientras que en la leucaena, se observó mayor estabilidad en sus contenidos de nutrientes.

La relación Ca:P en ambas especies se mostró por debajo de 7:1, excepto en edades avanzadas en la leguminosa, por lo que su uso después de 126 días del corte puede disminuir la eficiencia nutritiva de la dieta del rumiante.

## LITERATURA CITADA

- Alexander, R. H. 1966. Establecimiento de un sistema de digestibilidad *in vitro* en el laboratorio. Memorias del Symposium Métodos *in vitro* para Determinar el Valor Nutritivo de los Forrajes. La Estanzuela, Uruguay. 101-114.
- Araque, C., T. Quijada, R. D'Aubeterre, L. Páez, A. Sánchez y F. Espinoza. 2006. Bromatología del mataratón (*Gliricidia sepium*) a diferentes edades de corte en Urachiche, estado Yaracuy, Venezuela. *Zootecnia Trop.*, 24(4): 393-399.
- Araque, C., G. Arrieta, A. Sánchez y E. Sandoval. 2002. Efecto de la edad del rebrote y tasa de crecimiento del mataratón (*Gliricidia sepium*) sobre su bromatología y minerales. *Zootecnia Trop.*, 20(2): 191 – 203.
- AOAC. Association of Oficial Analytical Chemists. 1994. *Official Methods of Analysis* (15<sup>th</sup> Ed.) Washington D.C.: 1018.
- Austin, M. T., M. J. Williams, A. C. Hammond and C. G. Chambliss. 1991. Cattle preference ratings for eight leucaena species in Florida. *Leucaena Research Reports*. 12: 134.
- Ayala, J., A. Cruz, I. Febrero, M. Campos y J. F. Cutiño. 2002. Estudio preliminar en el sistema suelo-planta-animal y la correlación de carencias en terneros. En: XLVIII Reunión Anual PCCMCA. Resúmenes.
- Cabrera, E. J, E. Sosa, A. Castellanos, A. Gutiérrez y J. Ramírez. 2009. Comparación de la concentración mineral en forrajes y suelos de zonas ganaderas del estado de Quintana Roo, México. *Vet. Méx* 408(2): 167-179.
- Espinosa, V. M, J. Ramírez, I. Acosta y A. Igarza. 2006. Rendimiento, caracterización química y digestibilidad del pasto *Brachiaria decumbens* en las actuales condiciones edafoclimáticas del Valle del Cauto. *Revista Electrónica de Veterinaria-REDVET*. Disponible en línea: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>. Vol VII (5): 6 p.
- Faria-Mármol, J. 1985. Concentración de nutrientes minerales en el suelo y en los pastos nativos del Guárico Oriental. *Zootecnia Trop.* 1(1 y 2): 111 - 128.
- Faria-Mármol, J. 1994. Evaluación de accesiones de *Leucaena leucocephala* a pastoreo en el bosque muy seco tropical II. Valor nutritivo. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 13(2): 179 - 190.
- Faria-Mármol, J., D. E. Morillo and L. R. McDowell. 1996. *In vitro* digestibility, crude protein, and mineral concentrations of *Leucaena leucocephala* accessions in a wet / dry tropical region of Venezuela. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 27: 2633.
- Faría-Mármol, J. y D., Morillo. 1997. *Leucaena*: Cultivo y utilización en la ganadería bovina tropical. CorpoZulia-FONAIAP-LUZ. Ediciones Astro Data, S. A. 152 p.
- Faría-Mármol J. y A. Sánchez. 2007. Efecto del aplazamiento de utilización sobre el contenido

- de nutrientes y digestibilidad de la materia orgánica de la asociación buffel-leucaena. *Interciencia*. 32(3): 185-185.
- Fick, K. R., L. R. McDowell, P. Miles, N. Wilkinson, J. D. Funk and J. H. Conrad. 1979. *Methods of Mineral Analysis of Plant and Animal Tissues*. (Second ed.). Animal Science Department, University of Florida, Gainesville, FL. 763 p.
- García, G. J., R. Ramírez, R. Foroughbakhch, R. Morales y G. García. 2003. Valor nutricional y digestión ruminal de cinco líneas apomíticas y un híbrido de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*). *Técnicas Pecuarias en Mexico*. 41(2): 209 – 218.
- González, I., J. Faría-Mármol, D. Morillo, O. Mavarez, N. Noguera y E. Fuenmayor. 2003. Efecto de la frecuencias de riego y corte sobre el rendimiento de materia seca en Leucaena leucocephala (Lam) de Wit. *Rev. Fac. Agron. LUZ.*, 20: 364-375.
- Harris, W. D. and P. Popat. 1954. Determination of the phosphorus content of lipids. *Am. Oil Chem. Soc.* 31:124-127.
- Hernando, M. y D. Chamorro. 2000. Evaluación de *Leucaena leucocephala* bajo pastoreo en un sistema de bovino de doble propósito en el Magdalena medio colombiano. **En:** IV Taller Internacional Silvopastoril: Los Árboles y Arbustos en la Ganadería Tropical. FAO y EEPF Indio Hatuey. Tomo II. Matanzas, Cuba. pp. 290 - 295.
- McDowell, L.R. 1992. *Mineral in Animal and Human Nutrition*. Academic Press. San Diego, CA, EEUU. 524 p.
- McDowell, L. R., G. Valle y L.X. Rojas. 1997a. Minerales suplementarios para ganado en pastoreo. **En:** Simposium, los fosfatos en el balance mineral de la ración animal. Ediciones Astrodata, S.A. pp. 11 - 47.
- McDowell, L. R. y J. Velásquez. 1997b. Valle. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. 3<sup>ra</sup> ed. Departamento de Zootecnia. Universidad de Florida, Gainesville.
- Morillo, D. F. 1994. Efectos de la época seca sobre la producción forrajera y bovina. *Rev. Fac. Agron. LUZ*, 11(2): 152-163.
- Norton, B. W., B. Lowry and C. Mcsweeney. 1994. The nutritive value of Leucaena species. **In:** Shelton, H. M., C. M. Piggin y J. L. Brewbaker. Leucaena - opportunities and limitations. *Aciar proceedings N° 57*. pp. 103 - 111.
- Obispo, N., Y. Espinoza, J. Gil, F. Ovalles y M. Rodríguez. 2008. Efecto del sombreado sobre la producción y calidad del pasto guinea (*Panicum maximum*) en un sistema silvopastoril. *Rev. Zootecnia Trop.* 26(3): 285-288.
- Perkin – Elmer Corp. 1982. *Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry*. Perkin – Elmer Corp., Norwalk, CT.
- Perkin – Elmer Corp. 1984. *Analytical methods for furnace atomic absorption spectrophotometry*. Perkin – Elmer Corp., Norwalk, CT.
- Ribaski, J. 1999. Influencia del algarrobo (*Prosopis juliflora*) en la disponibilidad y calidad del forraje de pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*) en la región semiárida brasilera. **En:** VI Seminario internacional sobre sistemas agropecuarios sostenibles. Estación experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Cuba. Memorias.
- Ribaski, J. e M. T. Inoue. 2000. Disponibilidade e qualidade da forragem de buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.) em um sistema silvipastoril com algaroba (*Prosopis juliflora* SW.) na regio semi-árida do Brasil. **En:** IV Taller Internacional Silvopastoril: Los Árboles y Arbustos en la Ganadería Tropical. FAO y EEPF Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. Tomo I. pp. 163-165.
- Ricketts, R. E., J. R. Campbell, D. E. Weinman and M. E. Tumbleson. 1970. Effect of three calcium: phosphorus ratios on performance of growing Holstein steers. *J. Dairy Sci.* 53: 898-903.
- Rodríguez, I. 2002. Leucaena leucocephala, uso y manejo. Universidad de Los Andes. Impreso en Talleres de Universo Gráfico C.P. 58 p.
- Rojas, L. X., A. Moya, L. R. McDowell, F. G. Martin y J. H. Conrad. 1994. Estado mineral de una finca en el suroeste de los llanos de Venezuela. *Zootecnia Tropical*. 12(2): 161 - 185.
- Rojas, L. X., L. R. McDowell, F. G. Martin y N. S. Wilkinson. 1983. Estado mineral de suelos, pastos y ganado de carne en el sureste de Venezuela síndrome parapléjico: una revisión. *Zootecnia Trop.* 11(1): 27 - 47.
- Sánchez, A. y J. Faría-Mármol. 2008. Efecto de la edad de la planta en el contenido de nutrientes y digestibilidad de Leucaena *leucocephala*. *Rev. Zootecnia Trop.* 26(2): 133-139.

- Sánchez, A., J. González-Cano y J. Faria-Mármol. 2007. Evolución comparada de la composición química con la edad al corte en las especies *Leucaena leucocephala* y *L. trichodes*. *Zootecnia Tropical* 25(3):233-236.
- Sánchez, A., J. Faría Mármol y B. González. 2003. Efecto del aplazamiento de utilización en la asociación *Cenchrus ciliaris* (L) – *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. I. Producción y componentes de la materia seca. *Arch. Latin. Prod. Anim.*, 11(1): 29-33.
- Sánchez C. M., G. Gómez, M. Álvarez, H. Daza y J. Garmendia. 2004. Caracterización nutricional de recursos forrajeros caprinos en sistemas extensivos. *Arch. Latin. Prod. Anim.*, 12 (Supl. 1): 63-66.
- Sánchez, R. S., C. M. Valencia y F. Olague. 1999. Interrelaciones entre variables del suelo y de las gramíneas en el pastizal semiárido del norte de Durango. *Terra*. Vol. 17(1): 27 - 34.
- Steel, R. G. and J. B. Torrie. 1963. Principales and Procedures of Statistics with Special Reference to the Biological Science. Mc Graw Hill, New York. NY. 1960.
- Tilley J. and K. Terry. A two stages techniques for the in vitro digestion of forage crops. *J. Bri. Grass. Soc.*, 18(2): 104 -111.
- Vergara-López J y O. Araujo-Febres. 2006. Producción, Composición Química y Degradabilidad Ruminal *In Situ* de *Brachiaria humidicola* (RENDLE) Schweick en el Bosque Seco Tropical. *Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XVI(3): 239 – 248.*
- Vivas, E., J. Gabriel, F. Arturo, M. Heredia y A. Eduardo. 2011. Contenido mineral de forrajes en predios de ovinocultores del estado de Yucatán. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 2(4): 465-475.
- Whetter, P. A. and D. E. Ullrey. 1978. Improved fluorometric method for determining selenium. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 61: 927-930.