

Evaluación del estrato herbáceo y aporte forrajero en una asociación natural entre *Cynodon plectostachyus* Y *Erythrina poeppigiana*

Evaluation of herbaceous layer and fodder contribution in a natural association between *Cynodon plectostachyus* y *Erythrina poeppigiana*

Jorge A. Borges, Ing; Mariana Barrios, PhD; Darwin Sánchez, MV; Yannelly Quiróz, TSU; Lisbeth Dávila, Lcda.

Oficina de Producción Animal y Sistemas Integrados. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, CIAE Yaracuy, Venezuela.
jborges@inia.gob.ve

Resumen

Se evaluó el comportamiento del estrato herbáceo y el aporte forrajero en una asociación natural entre *C. plectostachyus* y 31 árboles de *E. poeppigiana* distribuidos heterogéneamente dentro de un área destinada al pastoreo de becerros en el estado Yaracuy, Venezuela, a una altitud de 851 msnm. Para tal fin, se realizaron mediciones de altura y cobertura del pasto, presencia de arvenses, y muestreos aleatorios de pasto y hojarasca arbórea para el cálculo del aporte forrajero, bajo un diseño experimental aleatorizado donde se consideraron los factores época y sombreado, y empleándose un ANAVAR y el Test de Tukey para el procesamiento estadístico de los datos. En el estrato herbáceo, sólo la altura del pasto mostró un comportamiento influenciado por ambos factores estudiados; la producción forrajera del pasto no fue afectada por la época y sombreado, mostrando promedios de 5567,1 y 6365,3 kg MS/ha⁻¹ para las épocas seca y lluviosa, respectivamente. El aporte de hojarasca arbórea si estuvo condicionado por la época ($p=0,0163$), siendo de 1720 kg MS/ha⁻¹ en sequía, coincidiendo con la etapa de floración de *E. poeppigiana* y 430 kg MS/ha⁻¹ durante las lluvias, en el primer caso suministrando nutrientes al suelo además de aportar forraje proteico extra de buena calidad nutricional complementaria al pasto. Se concluye considerando que la incorporación de la especie *E. poeppigiana* dentro de sistemas pastoriles, favorece el funcionamiento de los mismos, dada la calidad de los servicios ecosistémicos que ofrece tanto para la producción animal como para la conservación del ambiente.

Palabras clave: Biomasa forrajera, hojarasca, materia seca, nutrientes, pasto estrella.

Abstract

Behavior of a herbaceous layer and forage supply in a natural association between *C. plectostachyus* and 31 trees of *E. poeppigiana* heterogeneously distributed within an area intended for grazing calves in Yaracuy, Venezuela, was evaluated, at an altitude of 851 m. For this purpose, measurements were performed of height and coverage of grass, weed presence, and random samples of grass and tree litter for the calculation of the forage supply, under an randomized experimental design where time and shading factors considered, and one being used ANAVAR and

Tukey test for statistical data processing. In the herbaceous layer, only grass height showed a behavior influenced by both factors studied; pasture forage production was not affected by the time and shading, showing averages of 5567,1 and 6365,3 kg DM/ha-1 for the dry and rainy seasons, respectively. The contribution of tree litter if it was conditioned by the time ($p=0,0163$), with 1720 kg DM/ha-1 in drought, coinciding with the flowering stage of *E. poeppigiana* and 430 kg DM/ha-1 for the rains, in the first case by providing nutrients to the soil as well as providing additional protein of good nutritional quality forage complementary to pasture. It concludes by considering that the inclusion of the species *E. poeppigiana* within pastoral systems, promotes the functioning of the same, given the quality of the ecosystem services it provides for both animal production and for environmental conservation.

Keywords: Forage biomass, litter, dry matter, nutrients, star grass.

Introducción

Los sistemas silvopastoriles han sido desarrollados para mejorar la productividad de los pastizales por medio de la interacción entre especies herbáceas y forrajes de árboles. Entre los diversos sistemas silvopastoriles desarrollados, los sistemas asociados de árboles con gramíneas han sido los que más han contribuido en América tropical, tanto en la producción de carne como de leche (Clavero, 2011).

En estos sistemas, la productividad del estrato herbáceo suele estar condicionada por la calidad de sitio y la cobertura de copas que condiciona la cantidad de luz que llega al sotobosque (Gargaglione *et al.* 2014). En este sentido, una alternativa para mejorar la producción de materia seca del estrato herbáceo en estos sistemas sería la implantación de especies tolerantes a cierto nivel de sombreado (Gargaglione *et al.* 2015). En un estudio preliminar, Viáfara *et al.* (1997) no encontraron cambios que puedan inducir efectos significativos sobre el crecimiento y producción de materia seca de plantas de guinea asociadas con *Pithecellobium saman* durante el período seco. Sin embargo, de acuerdo a lo expresado por Wilson (1991), los efectos de la intensidad de la luz recibida sobre la concentración de nitrógeno y digestibilidad de la materia seca y orgánica de

las pasturas pueden variar de positivos a negativos.

El árbol *Erythrina poeppigiana* (Walp.) O. F. Cook (FABACEAE), conocido en Venezuela como Bucare, Cachimbo o Ceibo, ha sido usado particularmente por su versatilidad de usos, entre los cuales destaca como sombra para cultivos asociados, abono orgánico, fijación biológica de N, producción de forraje, entre otros (Russo y Budowski, 1986). El valor nutritivo de su follaje ha sido clasificado como bajo por González y Cáceres (2002), ya que a pesar de llegar a contener un 22,5% de proteína cruda, la baja digestibilidad de la materia seca (45,3%) compromete su aprovechamiento. Por otra parte, su abundante producción de follaje rico en nitrógeno, la convierte en una especie apta para utilizarse como abono verde en sistemas agroforestales con café (Nygren, 1995).

Dadas estas características y la oportunidad de encontrarse en un sistema de asocio natural con la gramínea *C. plectostachyus*, se planteó el objetivo de evaluar el comportamiento del estrato herbáceo y el aporte forrajero de ambas especies asociadas dentro de un área destinada al pastoreo de bovinos jóvenes en el estado Yaracuy.

Materiales y métodos

Esta investigación se llevó a cabo dentro de una unidad de producción bovina ubicada en el municipio Nirgua del estado Yaracuy, Venezuela, zona correspondiente a un bosque húmedo premontano (bh-P), caracterizado por presentar temperatura promedio mensual entre 21 – 22 °C, promedio de humedad relativa anual de 75%, y precipitaciones anuales entre 1100 – 1200 mm distribuidas de 5 a 8 meses. La vegetación predominante corresponde a especies arbustivas y arborícolas perennifolias (Holdridge, 1967).

La unidad de producción posee un sistema de doble propósito con tendencia a leche (vaca–maute), y se encuentra establecida bajo las coordenadas geográficas latitud norte 10°24'26" y este 68°58'21", a una altitud de 851 msnm. Dentro de ésta, se ubicó un potrero de 7128 m², destinado al pastoreo de los becerros, con una carga animal instantánea de 4,5 UA/ha, cuyo estrato herbáceo base estaba compuesto por el pasto estrella gigante (*C. plectostachyus*) y el componente arbóreo constituido por 31 árboles maduros de bucare ceibo (*E. poeppigiana*), distribuidos aleatoriamente de forma natural. Este potrero no recibió tratamiento de fertilización y el control de arvenses arbustivas se hizo de forma manual. Las características edáficas del potrero lo caracterizaron físicamente como un suelo franco, con pH ligeramente ácido (6,2) y baja conductividad eléctrica (0,120 dS/m⁻¹); químicamente presentó valores bajos de fósforo (11 mg/kg⁻¹), altos de potasio y calcio (152 y 660 mg/kg⁻¹, respectivamente) y materia orgánica (4,5 %), que lo caracterizan como un suelo de mediana fertilidad natural.

A fin de dar cumplimiento al objetivo planteado, se consideraron dos niveles de sombreado (parcialmente sombreado / soleado), y la época (sequía / lluvias) como factores incidentes en el comportamiento de

las especies evaluadas dentro del sistema. Las mediciones y muestreos se realizaron de forma aleatoria, empleando una cuadrícula de 0,25 m², mediante lanzamientos al azar distribuidos a lo largo y ancho del potrero, tomando en cuenta los factores antes mencionados. La variable altura del pasto se midió empleando una cinta métrica graduada en centímetros; la cobertura del pasto (%) se estimó mediante la proporción de la superficie cubierta por la especie dominante en relación al área de suelo que ocupa dentro de la cuadrícula subdividida en cuatro cuadrantes iguales (25% cada uno), y la presencia de especies arvenses se determinó de forma porcentual en función al peso ocupado dentro de la muestra compuesta del pasto. Además, en cada cuadrícula se tomaron muestras del pasto estrella y hojarasca arbórea para la determinación del contenido de materia seca, mediante el secado en estufa a 65°C por 48 horas (FONAIAP, 1999) y posterior cálculo del aporte forrajero de ambas especies.

Las evaluaciones se realizaron a intervalos de 35 días durante los periodos seco (febrero – marzo – abril) y lluvioso (junio – julio – agosto), con tres evaluaciones por periodo.

El diseño experimental fue completamente aleatorizado, donde se consideró el estudio de dos factores con dos niveles cada uno (efecto de época y de sombra) para un arreglo 2*2. Los datos se sistematizaron en una matriz bajo la aplicación informática Microsoft Excel®; posteriormente fueron procesados estadísticamente mediante un análisis de varianza (ANAVA) y comparación de medias mediante el Test de Tukey, considerando un nivel de confiabilidad del 95%, todo esto empleando el software estadístico InfoStat/Profesional (InfoStat, 2004).

Resultados y discusión

Comportamiento del estrato herbáceo

Dentro de las variables evaluadas para el estrato herbáceo (tabla 1), sólo la altura del pasto mostró un comportamiento influenciado por los factores estudiados, observándose el mayor valor durante la época lluviosa y bajo el sombreado de los árboles; mientras que el menor valor se encontró durante la época seca a exposición solar. En un estudio similar, Viáfara *et al.* (1997), observaron una tendencia creciente en la altura del pasto Guinea a medida que aumentó el porcentaje de sombreado en un sistema de silvopastoreo asociado con Samán.

La cobertura del pasto por metro cuadrado no mostró variación de importancia estadística de acuerdo a los factores estudiados, sin embargo se observó mayor cobertura durante la época seca a plena exposición solar. Esto pudiese atribuirse a las características morfológicas propia de la especie *C. plectostachyus*, como su mecanismo de diseminación mediante estolones el cual facilita la colonización de otros espacios, permitiéndole a su vez competir por luz y espacio con otras plantas.

Los contenidos de materia seca acumulada a los 35 días post-pastoreo no difirieron estadísticamente, a pesar de observarse una variación en la misma influenciada por el factor de sombreado en ambas épocas, resultando mayor para el pasto expuesto al sol (31,85%) respecto al sometido a

sombreado parcial por los árboles de *E. poeppigiana* (29,6%). De acuerdo a Jones (1983), esta disminución de materia seca es debida a una mayor succulencia de la planta bajo sombra, influenciada a su vez por el enriquecimiento de la tierra bajo árboles pertenecientes a la familia de las leguminosas (Fabaceas), lo cual representaría una mayor disponibilidad de nitrógeno para los pastos (Hang, 1995). Esta succulencia por suplencia de nitrógeno ha sido señalada por Borges *et al.* (2012) para *C. nlenfuensis* fertilizado con nitrógeno inorgánico, con valores similares a los 35 días de rebrote post-corte.

Para la especie *E. poeppigiana*, se ha cuantificado un aporte promedio de N de unos 67 kg/ha/año, el cual es retornado al suelo por senescencia o descomposición de los nódulos fijadores (Escalante *et al.* 1984).

La proporción porcentual de plantas arvenses tampoco resultó influenciada por los factores estudiados en este sistema, con menor variación estacional en aquellas bajo el sombreado parcial de los árboles. La mayor proporción de especies arvenses observada durante la época seca, correspondió a las Cyperaceas, familia de plantas conocidas por su agresividad y amplia adaptación a condiciones de estrés hídrico. Paretas y González (1990), manifiestan que en los sistemas silvopastoriles con suficientes árboles y pastos mejorados altamente resistentes a la competencia, las malezas no tienen la posibilidad de crecer lo suficiente y se expanden muy poco, convirtiéndose este sistema en una forma muy eficiente de controlar las gramíneas de bajo valor nutritivo para el animal.

Tabla 1. Efecto de la época y sombreado sobre el pasto *C. plectostachyus* en un sistema de asociación natural con árboles de *E. poeppigiana*.

Época	Sombra	Altura (cm)	Cobertura	Materia seca	Arvenses
			- % -		
Seca	-	29,8 ±5,9 ^b	64 ±9,6	31,5 ±0,6	7,6 ±0,8
	+	34,4 ±5,2 ^{ab}	59 ±5,5	29,3 ±0,2	6,6 ±0,7
Lluviosa	-	47,0 ±14,4 ^{ab}	58 ±13	32,2 ±0,4	4,0 ±1,4
	+	53,1 ±15,2 ^a	55 ±10	29,9 ±0,8	6,8 ±0,6
Valor de p		0,0026	0,3800	0,3505	0,5728

Valores en columnas con letras distintas difieren estadísticamente según prueba de Tukey.

De acuerdo a lo expresado anteriormente, podría decirse que el equilibrio observado entre las variables estudiadas dentro del estrato herbáceo, indica que la pastura presentó un comportamiento estable entre las épocas del año dentro del sistema asociado, sin ser mayormente afectada por el sombreado parcial. Donde existe una sola especie dentro del componente arbóreo, la luminosidad suele ser más uniforme que en las combinaciones o mezclas de árboles (Blanco y Penton, 2000), afirmación que se corrobora en la presente investigación. De igual forma, en los sistemas donde el estrato arbóreo sigue una distribución natural y heterogénea, la densidad de los árboles no guarda una correlación estrecha con la reducción de la luz (Penton, 2000), pues no existe uniformidad en el comportamiento de otros elementos morfológicos y estructurales.

Aporte forrajero del pasto base (*C. plectostachyus*)

El aporte forrajero del pasto estrella gigante se presenta en la figura 1. En éste, no se encontraron diferencias estadísticas para los factores estudiados; sin embargo, las mayores ofertas de materia seca se observaron a exposición solar, incrementándose durante las lluvias en un 19,2%. En general, las pasturas con ciclo fotosintético tipo C₄ alcanzan su máxima producción con altos niveles de intensidad lumínica; sin embargo, la ausencia de

significancia estadística entre los valores encontrados permite inferir sobre un efecto protector del componente arbóreo hacia la pastura en cuestión, en términos de adaptación microclimática durante la época crítica seca, que pudiese estar asociado a una parcial reducción de la radiación solar y del déficit hídrico en el pasto, aunado posiblemente a una reducción en la fotosíntesis durante las horas de mayor intensidad lumínica, fenómeno encontrado en la especie *C. dactylon* Cross 1 por Blanco y Figueroa (1975). No obstante, autores como Pentón y Blanco (1997), han sugerido que condiciones de sombreado ligero, de aproximadamente un 30%, puede ser beneficioso para el rendimiento de los pastos tropicales, así como que valores por encima del 80% suelen ser críticos. Miliani *et al.* (2008) concluyen que la oferta de materia seca en *C. nlenfuensis* aumentó en un 80 y 58% durante los periodos seco y lluvioso, respectivamente, cuando se incorpora el recurso bosque a la pastura.

Según Bronstein (1984), la mayor producción de biomasa del pasto *C. plectostachyus* asociado a *E. poeppigiana* se debe a las modificaciones en las características microambientales, así como también al aporte de nutrientes por parte de la hojarasca caída, cuya estimación de los nutrientes aportados indicó 186 kg de nitrógeno, 12 kg de P y 64 kg de K.

Por otra parte, la variación entre épocas para la oferta forrajera bajo sombreado parcial fue de 8,9%, traducándose en 470,2 kg MS de más producidos durante las lluvias con respecto a la época seca. En términos generales, y dada la ausencia de diferencias estadísticas notables entre los factores estudiados para esta variable, se pueden considerar promedios de producción forrajera para esta especie de pasto de $5567,1 \pm 414,4$ y $6365,3 \pm 878,2$ kg MS/ha⁻¹ para las épocas seca y lluviosa, respectivamente, bajo las condiciones edafoclimáticas predominantes en la zona de estudio. Trabajos previos han demostrado aumentos significativos en el rendimiento de las especies *C. nlemfuensis* y *C. plectostachyus* bajo asociación con *Leucaena leucocephala* (Ruíz *et al.*, 1994; Lugo *et al.*, 2008) y *E. poeppigiana* (Bronstein, 1984), ambas leguminosas arbóreas con importante tasa de fijación de nitrógeno.

Dado a que el modelo experimental estudiado se basó en una asociación natural con mínima intervención antrópica, se encontró un coeficiente de variación de 35,62% para esta variable en general, cuya disociación mostró un mayor porcentaje de variación para los muestreos realizados durante la época lluviosa (42,15%), con respecto a la seca (20,25%); esto podría interpretarse como una distribución más homogénea de la oferta forrajera durante la sequía, la cual se disturba al acelerarse el crecimiento de la pastura ante la presencia de suficiente humedad disponible en el suelo debido a las lluvias, siendo a su vez notablemente mayor en los espacios donde hubo mayor disponibilidad de radiación solar (47,79%) con respecto a donde hubo sombreado parcial (36,51%).

Obispo *et al.* (2008), encontraron que un alto nivel de sombreado afecta negativamente el rendimiento de *Panicum máximum*, pero contrariamente se mejora la calidad del mismo como alimento para los

rumiantes. Este último aspecto es coincidente con lo encontrado en la presente investigación, donde el sombreado contribuyó en la succulencia del pasto, aunado a la disponibilidad de nitrógeno aportado por la leguminosa arbórea, tanto por medio de la fijación en suelo, como por el aporte de la hojarasca caída.

De acuerdo con esto, la respuesta de los pastos hacia el sombreado va a depender principalmente de las especies presentes, tal como lo observaron Guevara *et al.* (1996) en en una asociación de *P. maximum*, *C. nlemfuensis* y *A. saman*. De igual forma, Klusmann (1987) observó que cuando aproximadamente el 10 % del área estaba cubierta de árboles, la producción anual de biomasa fue superior que la de las áreas desprovistas de estos.

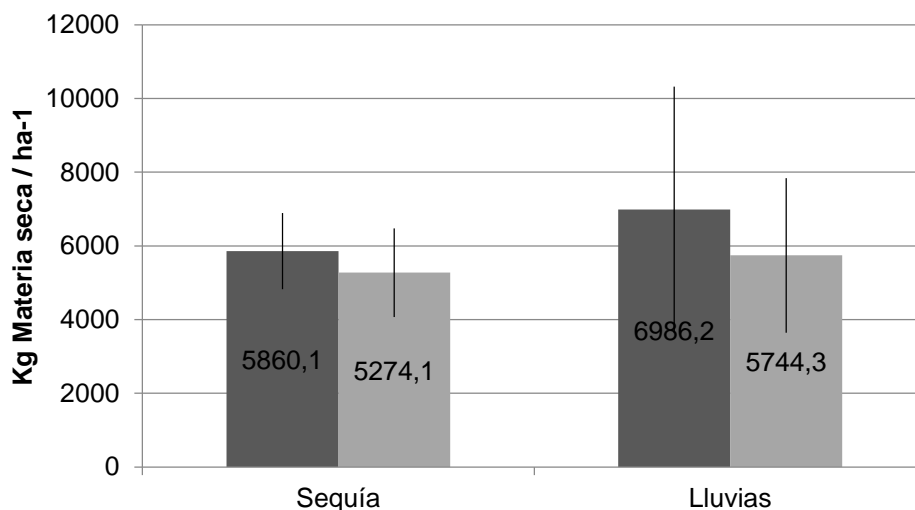


Figura 1. Efecto del nivel de sombreado y la época sobre la producción forrajera de *C. plectostachyus* (kg MS/ha⁻¹), en un sistema de asociación natural con *E. poeppigiana*.

Aporte de biomasa en hojarasca del estrato arbóreo (*E. poeppigiana*)

El aporte de biomasa de los árboles estuvo condicionado por la época (figura 2), encontrándose un incremento del 400% de la hojarasca caída durante la época seca respecto a la época lluviosa, lo cual se puede justificar en el ciclo caducifolio propio de esta especie arbórea para el inicio de la floración y fructificación, coincidentes con el periodo seco en la zona de estudio.

De acuerdo a Cordero *et al.* (2003), *E. poeppigiana* produce grandes cantidades de hojarasca rica en nitrógeno (4,1–4,9%), por ello, su valor en la conservación y mejora del suelo es de relevante importancia. En nuestro caso, y tomando el promedio de referencia citado por los autores previamente mencionados (4,5%), el aporte bruto estimado de nitrógeno al suelo proporcionado por el mantillo de hojarasca en descomposición sería de 77,4 y 19,4 kg N/ha durante la sequía y lluvias, respectivamente. Cabe destacar que esta estimación se basa en el aporte bruto de nitrógeno, sin considerar

las pérdidas por mineralización y lixiviación del mismo durante los procesos de transformación de la materia orgánica que lo contiene. Además del nitrógeno, Romero (2006) señala contenidos de fósforo (0,32%), calcio (1,40%), potasio (1,51%) y magnesio (0,29%) en la hojarasca que son aportados al suelo. Así mismo, se han señalado tasas de descomposición de la hojarasca de *E. poeppigiana* entre 47 y 58%, al estar asociado en sistemas agroforestales con *Theobroma cacao* y *Coffea arabica*, respectivamente (Vilas Boas *et al.* 1993).

En sistemas asociados entre árboles y cultivos, se considera a la capa de hojarasca como el eslabón fundamental que mantiene unidos los componentes arbóreos con el suelo; esta capa a su vez, por procesos de descomposición y mineralización, liberará nutrientes que podrán ser nuevamente absorbidos por las plantas (Fassbender, 1993).

Desde otra perspectiva, esta hojarasca puede ser aprovechada para el consumo de los animales en sistemas de pastoreo donde se encuentre esta especie. Benavides (1999)

ha señalado contenidos promedios de materia seca (23,06%) y proteína cruda (32%), así como un coeficiente de digestibilidad del 48,3% (DIVMS) y un aporte energético digestible de 2,13 Mcal/kg MS en hojas verdes de diferentes edades. De esta forma se contaría con un aporte extra de forraje proteico durante la época seca de buena calidad nutricional complementaria al pasto. Autores como Pineda (1986), Alagón (1990), Camero (1991), Vásquez (1992) y Benavides

(1994), han informado sobre importantes efectos de la inclusión de forraje de *E. poeppigiana* sobre ganancias de peso y producción de leche en bovinos y cabras.

En función a lo antes expuesto, el consumo del follaje arbóreo de esta especie durante la época seca podría potenciar el consumo voluntario del pasto, en lo que se conoce como efecto asociativo en consumo de materia seca, descrito por Norton (1994).

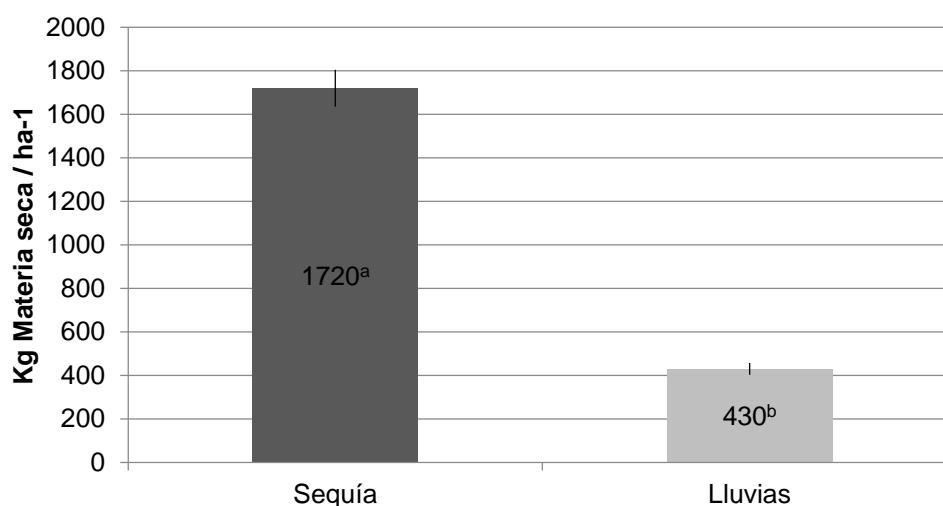


Figura 2. Efecto de la época sobre el aporte de hojarasca de *E. poeppigiana* (kg MS/ha⁻¹) en un sistema de asociación natural con *C. plectostachyus* ($p = 0,0163$)

Conclusiones

El sistema pastoril asociado entre *C. plectostachyus* y *E. poeppigiana* mostró un comportamiento estable entre las épocas del año, lo cual favoreció la oferta forrajera del pasto en el estrato herbáceo, sin éste ser afectado por el sombreado parcial de los árboles; sólo se encontró un efecto entre los factores de estudio para la altura del pasto, con mayor expresión de la variable durante la época lluviosa bajo sombreado parcial,

pero que no se reflejó directamente en la oferta forrajera del mismo.

El aporte de hojarasca por parte de los árboles favoreció la incorporación de materia orgánica y el reciclaje de nutrientes en el suelo durante la época seca donde fue significativamente mayor, así como también ofertó nutrientes adicionales a la dieta de los becerros que pastoreaban en el sistema.

Estos resultados permiten recomendar la incorporación de la especie *E. poeppigiana*

dentro de los sistemas pastoriles, dada la calidad de los servicios ecosistémicos que ofrece tanto para la producción animal como para la conservación del ambiente.

Referencias

- Alagon, G. 1990. Comparación del poró (*Erythrina poeppigiana*) con otras fuentes nitrogenadas de diferente potencial de escape a la fermentación ruminal como suplemento de vacas lecheras alimentadas con caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Tesis Mag. Sc. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 145 p.
- Benavides, J. 1994. Follaje de Poró (*Erythrina poeppigiana*) y frutos de musáceas como suplemento para rumiantes menores en estabulación. En: Benavides, JE. (Ed.). Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Serie Técnica, Informe Técnico 236. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Vol. 2, p. 341.
- Benavides, J. 1999. Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. En: Sánchez, MD. y M. Rosales Méndez (eds.). Agroforestería para la producción animal en América Latina. Conferencia electrónica FAO, M-27. ISBN 92-5-304257-5. Roma, Italia. Pp. 449-477.
- Blanco, F. y Figueroa M. 1975. Contribución al estudio de las relaciones hídricas de la bermuda cruzada. En: Memorias del V Seminario del Centro Nacional de Investigaciones Científicas. Editorial Orbe. La Habana, Cuba. p. 211.
- Blanco, F. y G. Penton. 2000. Efecto de la sombra del estrato arbóreo en la fisiología y la dinámica del pastizal. Capítulo 4. En: Simón, L. (Ed.). Los árboles en la ganadería. Tomo II. Nuevos aportes del silvopastoreo. Est. Exp. Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. pp. 55-72.
- Borges, J., Barrios M. y Escalona O. 2012. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre variables agroproductivas y composición química del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*). Zootecnia Trop., 30(1): 495-501.
- Bronstein, GE. 1984. Producción comparada de una pastura de *Cynodon plectostachyus* asociada con árboles de *Cordia alliodora*, con árboles de *Erythrina poeppigiana* y sin árboles. Tesis Mag. Sc. UCR/CATIE. Turrialba, Costa Rica. 109 p.
- Camero, A. 1991. Evaluación del poró (*Erythrina poeppigiana*) y madero negro (*Gliricidia sepium*) como suplemento proteico para vacas lecheras alimentadas con heno de faragua (*Hyparrhenia rufa*). Tesis Mag. Sc. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 91 p.
- Clavero, T. 2011. Agroforestería en la alimentación de rumiantes en América Tropical. Rev. Universidad del Zulia, 2(2): 11-35.
- Cordero, J., Mesén, F., Montero, M., Stewart J., Dossier D., Chanberlain J., Pennington, T., Hands, M., C. Hughes y G. Detlefsen. 2003. Descripciones de especies de árboles nativos de América Central. En: Cordero, J. y DH. Boshier (eds). Árboles de Centro América: un Manual para Extensionistas. Oxford, UK. FRP. OFI/CATIE. p. 311-958.
- Escalante, G., Herrera, R. y Aranguren J. 1984. Fijación de nitrógeno en arboles de sombra (*Erythrina poeppigiana*) en cacaotales del norte de Venezuela. Pesq. Agropec. Bras. Brasilia, 19: 223-230.

- Fassbender, HW. 1993. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. Serie de materiales de enseñanza No. 29. 2da. Edición. CATIE-GTZ, Turrialba, Costa Rica. 491p.
- FONAIAP. 1999. Métodos y procedimientos analíticos con fines bromatológicos. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay, Venezuela. Serie D-40. 40 p.
- Gargaglione, V., Peri, P.L., Rubio, G. 2014. Tree-grass interactions for N in *Nothofagus antarctica* silvopastoral systems: evidence of facilitation from trees to underneath grasses. *Agroforestry Systems*, 88(5): 779-790.
- Gargaglione, V.; Peri, P.L; Sosa Lovato, S.; Bahamonde, H.; Mayo, J. P.; Christiansen, R. 2015. Mejora del estrato herbáceo en sistemas silvopastoriles de *Nothofagus antarctica*: Evaluación de especies forrajeras. Pp. 3-7. *En*: Peri, PL (ed). 3° Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles / VII Congreso Internacional Sistemas Agroforestales. Santa Cruz, Argentina. Ediciones INTA, 2015. 716 p.
- Guevara, R., L. Curbelo, E. Canino, N. Rodríguez y G. Guevara. 1996. Efecto de la sombra natural del algarrobo común (*Albizia saman*) sobre los rendimientos y la calidad del pastizal. Resúmenes del Taller Internacional "Los Arboles en los Sistemas de Producción Ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 55.
- González, E. y Cáceres, O. 2002. Valor nutritivo de árboles, arbustos y otras plantas forrajeras para los rumiantes. *Pastos y Forrajes*, 25(1):15-20.
- Hang, S. 1995. Influencia del desmonte selectivo sobre la disponibilidad de nitrógeno en años húmedos y secos en sistemas silvopastoriles en el Chaco árido argentino. *Agroforestería en las Américas*, 2: 9-14.
- Holdridge L.R. 1967. Life zone ecology. Tropical Science Center. San José, Costa Rica.
- InfoStat. 2004. InfoStat versión 2004. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Jones. R. R. 1983. Efecto del clima, el suelo y el manejo del pastoreo en la producción y persistencia del germoplasma forrajero tropical. Metodología de evaluación. *En*: O. Paladines y C. Lascano. (Eds.). Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas. CIAT. Cali, Colombia. pp. 11-31.
- Klusmann, C. 1987. Trees and shrubs for animal production in tropical and subtropical areas. *Plant Research and Development*, 88(1): 27-40.
- Lugo, M., Salazar, M., Florio, J., Pérez, N., Sánchez, E., Guerrero, R. y Linares, T. 2008. Efecto de la asociación de *Cynodon plectostachyus* y *Leucaena leucocephala* en la producción de materia seca y leche. *En*: Espinoza, F., P. Argenti, N. Obispo y J. Gil. (Eds.). Memorias del V Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible. Maracay, 1 al 5 de diciembre de 2008, estado Aragua, Venezuela, p. 96.
- Miliani, T., Espinoza, F., Gil, J., Baldizán, A., y Díaz, Y. 2008. Oferta de materia seca en un sistema Silvopastoril en la región nororiental de Venezuela. *En*: Espinoza, F., P. Argenti, N. Obispo y J. Gil. (Eds.). Memorias del V Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible. Maracay, 1 al 5 de diciembre de 2008, estado Aragua, Venezuela, p. 100.

- Nygren, P. 1995. Carbon and nitrogen dynamics in *Erythrina poeppigiana* (Leguminosae: Phaseoleae) trees managed by periodic prunings. Doctoral thesis in Agricultural and Forestry, University of Helsinki, Department of Forest Ecology. 51p.
- Norton, B.W. 1994. Tree legumes as dietary supplements for ruminants. *En: Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture*, pp. 192–201. Gutteridge RC. and HM. Shelton (eds). Wallingford, Oxford: CAB International.
- Obispo, NE., Espinoza, Y., Gil, JL., Ovalles, F. y Rodríguez, MF. 2008. Efecto del sombreado sobre la producción y calidad del pasto guinea (*Panicum maximum*) en un sistema silvopastoril. *Zootecnia Trop.*, 26(3): 285-288.
- Paretas, JJ. y González, A. 1990. Ecosistemas de pastos. *En: Paretas, JJ. (ed.). Ecosistemas y regionalización de los pastos en Cuba*. Ministerio de la Agricultura. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana, Cuba. p. 93
- Pentón, G. 2000. Efecto de la sombra de los árboles sobre el pastizal en un sistema seminatural. Tesis Mag. Sc. EEPF "Indio Hatuey", Universidad de Matanzas, Cuba. 66p.
- Pentón, G. y Blanco, F. 1997. Influencia de la sombra de los árboles en la composición química y el rendimiento de los pastos. *Pastos y Forrajes*, 20: 101.
- Pineda, O. 1986. Hojas de poró (*Erythrina poeppigiana*) en la alimentación de terneros de lechería. Tesis Mag. Sc. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 67 p.
- Ruiz, TE., Febles, G., Díaz, H., Hernández, L. y Díaz, LE. 1994. *Leucaena leucocephala* como árbol de sombra en la ganadería. Resúmenes del Taller Internacional "Sistemas Silvopastoriles en la Producción Ganadera". EEPF "Indio Hatuey" Matanzas, Cuba. p. 49.
- Romero L., SA. 2006. Aporte de biomasa y reciclaje de nutrientes en seis sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica* var. Caturra), con tres niveles de manejo. Tesis Mag. Sc. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 128p.
- Russo, RO y Budowsky, G. 1986. Effect of pollarding frequency on biomass of *Erythrina poeppigiana* as a coffee shade tree. *Agroforestry Systems*, 4: 145-162.
- Vázquez, R. 1992. Comparación del poró (*Erythrina poeppigiana*) con dos fuentes nitrogenadas comerciales en la suplementación de terneras de lechería alimentadas con una dieta basal de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Tesis Mag. Sc. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 107p.
- Viáfara, B., Clavero, T. y Araujo-Febres O. 1997. Efecto del sombreado de samán (*Pithecelobium saman* Jacq. (Benth)) sobre el crecimiento y desarrollo del pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq). *Arch. Latinoam. Prod. Anim.*, 5(Supl. 1): 39-41.
- Vilas Boas, O., Imbach, AC., Mazzarino, MJ., Bonnemann, A. y Beer, J. 1993. Descomposición de la hojarasca en sistemas agroforestales de *Cordia* y *Erythrina* en Turrialba, Costa Rica. Congreso Forestal Español - Lourizán 1.993. Ponencias y comunicaciones. Tomo 1: 343-350.

Wilson, JR. 1991. Ecophysiological constraints to production and nutritive quality of pastures under tree crops. *En*: Tajuddin, ZA (ed.). Proceedings of the "International

Livestock-tree Cropping Workshop", December 1988, Serdang, Malaysia, 39-54 pp.

Fecha de Recepción: 1 Agosto 2015

Fecha de Aceptación: 12 Octubre 2015