



Forage yield of *Gliricidia sepium* as affected by harvest height and frequency in Yucatan, Mexico

Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre la producción forrajera de *Gliricidia sepium* en Yucatán, México

Ramos-Trejo, O.¹, Canul-Solis, J.R.^{1,*}, Ku-Vera, J.C.².

¹Instituto Tecnológico de Tizimín, Yucatán, Avenida Cupul km 2.5, Tizimín, Yucatán, México.

²Universidad Autónoma de Yucatán, Carretera Mérida-X'matkuil km 15.5, Mérida, Yucatán, México.

ABSTRACT

Reducing the negative effects of fluctuations in quantity and nutritional quality of tropical forages on animal production is a challenge for production systems. The use of trees with good production and high nutritional quality could improve animal behavior. Forage production and quality of *Gliricidia sepium* were evaluated in a two year-old feed bank. A completely randomized design with factorial arrangement with two cutting heights (0.45 and 0.90 m) and three cut off frequencies (45, 60 and 75 days), and four replicates per treatment (experimental plots) was used. No significant differences ($p>0.05$) were observed in the production and forage components to any evaluated cutting height. Production and forage components were not affected ($p>0.05$) by the cutoff frequency of 45 and 75 days, with yields of 2.46 and 2.26 t ha⁻¹, respectively; forage production increased ($p<0.05$) to 3.5 t ha⁻¹ with the cutoff frequency of 60 days. The interaction frequency and cutting height (60 days x 0.45 m; and 60 days x 0.90 m) increased ($p<0.05$) the production (3.73 and 3.27 t DM ha⁻¹, respectively) of *G. sepium*, although forage components were not affected ($p>0.05$). According to the conditions of this study, it was concluded that forage production of *G. sepium* may increase through the management of the cutoff frequency (60 days) and 0.45 or 0.90 m cutting height.

Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: October 5th 2015.

Accepted/Aceptado: January 20th 2016.

*Corresponding Author:

Canul-Solis, J.R. Instituto Tecnológico de Tizimín, Yucatán. Avenida Cupul km 2.5, Tizimín Yucatán, México. Phone: +52(986) 863 479. E-mail: jcanul31@gmail.com

RESUMEN

La reducción de los efectos negativos de las fluctuaciones en cantidad y calidad nutritiva de los forrajes tropicales sobre la producción animal es un reto para los sistemas de producción. El uso de arbóreas con buena producción y alta calidad nutritiva podrían mejorar el comportamiento animal. Se evaluó la producción y calidad forrajera de *Gliricidia sepium* en un banco forrajero de dos años de edad. Se utilizó un diseño completamente al azar y arreglo factorial de dos alturas de corte (0.45 y 0.90 m) y tres frecuencias de corte (45, 60 y 75 días), y cuatro repeticiones por tratamiento (parcelas experimentales). No se observaron diferencias significativas ($p>0.05$) en la producción y componentes forrajeros a ninguna altura de corte evaluada. La producción y componentes forrajeros no fueron afectados ($p>0.05$) por la frecuencia de corte de 45 y 75 días, con rendimientos de 2.46 y 2.26 t MS ha⁻¹, respectivamente; la producción de forraje incrementó ($p<0.05$) a 3.5 t MS ha⁻¹ con la frecuencia de corte de 60 días. La interacción frecuencia y altura de corte (60 días x 0.45 m y 60 días x 0.90 m) incrementaron ($p<0.05$) la producción (3.73 y 3.27 t MS ha⁻¹, respectivamente) de *G. sepium*, aunque los componentes forrajeros no fueron afectados ($p>0.05$). De acuerdo a las condiciones del presente estudio se concluye que se puede incrementar la producción forrajera de *G. sepium* a través del manejo de la frecuencia de corte (60 días) y a 0.45 ó 0.90 m de altura de corte.

KEY WORDS

Tropical trees, biomass production, quality nutritive.

PALABRAS CLAVE

Árboles tropicales, producción de biomasa, calidad nutritiva, trópico.

Introduction

Worldwide total livestock has increased due to the constant growth of population and the increase on the demand on animal foodstuffs (Herrero and Thornton, 2013). Given this situation, it is necessary to increase animal production without degrading the environment (Preston y Leng, 1987). On the other hand, animal productivity (ruminants) is limited in tropical and subtropical areas of developing countries due to the low nutritional quality of forage sources (pastures and crop residues) characterized by high lignification, low digestibility and low nitrogen content (N) or in many cases, the lack of feed (Goel and Makkar, 2012). In this sense, foliages and tree fruit and bushes in tropical regions have been incorporated to rations of ruminants reaching improvements in production parameters (Ku *et al.*, 2013). There is diversity of trees with potential in the feeding of ruminants such as: *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, *Tithonia diversifolia*, *Moringa oleifera*, *Piscidia piscipula*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Brosimum alicastrum*, amongst others. *G. sepium* is one of the most promissory tropical trees to improve nutritional quality of foliages for the feeding of ruminants in the tropic (Ku *et al.*, 2013), this trees fulfill the minimum requirements to be considered good quality foliage and surpasses the minimum of 50 mg NH₃/L of ruminal liquid that allows adequate growth of the ruminal microflora and favors efficiency of usage of good quality foliage (McDonald *et al.*, 2002). *G. sepium* is used as feed source during dry period and the foliage can substitute the supplementation from concentrate (Castrejon-Pineda *et al.*, 2015; Mata-Espinosa *et al.*, 2006; Alayón *et al.*, 1998), allowing to increase animal production up to a 14 % ; similarly. In Yucatan, Canul (2006); *G. sepium* under monoculture conditions in association with *Tithonia diversifolia* and *Cynodon nlemfuensis* reports yieldings of 2.06 and 1.26 t MS ha⁻¹. However, under conditions of Yucatan tropic, there are few evidences on the agronomic handling to streamline tree production. Therefore, the aim of this work was to determine the production and edible foliage components (leaf and stem) of *G. sepium* under the two heights and two cutoff frequencies.

Introducción

El inventario ganadero mundial ha aumentado a consecuencia del crecimiento constante de la población y del incremento en la demanda de alimentos de origen animal (Herrero y Thornton, 2013). Ante esto es necesario incrementar la producción animal sin degradar el ambiente (Preston y Leng, 1987). Por otro lado, la productividad animal (rumiantes) en las áreas tropicales y subtropicales de países en desarrollo es limitada por la baja calidad nutritiva de las fuentes forrajeras (pastos y residuos de cosechas) que se caracterizan por alta lignificación, baja digestibilidad y bajo contenido de nitrógeno (N) o en muchos casos falta de alimentos (Goel y Makkar, 2012). En este sentido, en las regiones tropicales, los follajes y frutos de árboles y arbustos han sido incorporados en las raciones de los rumiantes logrando mejoras en los parámetros productivos (Ku *et al.*, 2013). Existen diversidad de arbóreas con potencial en la alimentación de rumiantes como son: *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, *Tithonia diversifolia*, *Moringa oleifera*, *Piscidia piscipula*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Brosimum alicastrum*, entre otros. *G. sepium* es una de las arbóreas tropicales más promisorias para mejorar la calidad nutritiva de los forrajes para la alimentación de rumiantes en el trópico (Ku *et al.*, 2013), esta arbórea cumple con los requisitos mínimos para ser considerado como forraje de buena calidad y supera el mínimo de 50 mg NH₃/L de líquido ruminal que permite el crecimiento adecuado de la microflora ruminal y favorece la eficiencia de la utilización del forraje de baja calidad (McDonald *et al.*, 2002). *G. sepium* se utiliza como una fuente de alimento en el periodo seco y el follaje puede sustituir la suplementación a base de concentrado (Castrejon-Pineda *et al.*, 2015; Mata-Espinosa *et al.*, 2006; Alayón *et al.*, 1998), permitiendo incrementar hasta un 14 % la producción animal; similarmente, en Yucatán, Canul (2006) en *Gliricidia sepium* bajo condiciones de monocultivo y en asociación con *Tithonia diversifolia* y *Cynodon nlemfuensis* reporta rendimientos de 2.06 y 1.26 t MS ha⁻¹. Sin embargo, bajo las condiciones del trópico de Yucatán existen pocas evidencias sobre el manejo agronómico para eficientar la producción de la arbórea. Ante lo anterior, el objetivo del trabajo fue determinar la producción y

Materials and Methods

Description and preparation of experimental site

The experiment was performed in the Experimental Site of Tizimín, Yucatán, Mexico., depending from the National Institute of Forest, Agricultural and Livestock Investigations (21° 09' 29" N and 88° 10' 21" W) at 14 masl, it has climate Aw1, according to Köppen, and average annual precipitation of 1200 mm with average annual temperature of 27 °C, and relative humidity of 68.5 to 86.3 % (García, 1973; Ramos et al., 2012). Predominant soil of this area is Litosol, with average fertility of 1.5-1.9 % of organic carbon and a pH of 6.7 to 7.3, shallow with rocky areas and relatively low fertile (Bautista y Palacio, 2005). A foliage bank with two years of establishment of *G. sepium* was used. Previous to the beginning of the experiment, a standardized cutoff was made in the month of May 2012. The work duration was 290 days.

Treatments and experimental design

A completely randomized design with factorial arrangement of: two cutoff heights (0.45 and 0.90 m) and three cutoff frequencies (45, 60 and 75 days); and four repetitions per treatments was used. The experimental unit was each parcel of 20 m² (4x5 m). Six rows of *G. sepium* were established with a separation of 1 m between rows and 0.5 m between plants (20,000 plants ha⁻¹). The four central rows of each experimental unit were considered as useful sampling parcel.

Biomass and foliage components production

The biomass production (t MS ha⁻¹ cutoff⁻¹) was determined through pruning where 90 % of useful foliage in each parcel was removed; posteriorly, the total of the harvested biomass was weighted in green. After, two samplings of 300 g of foliage were obtained, one for the determination of dry matter (DM) and the other was separated in components (leaf and stem). Both samples were dried at 60 °C during 48 hours in a forced air circulation oven.

Determination of the relation leaf-stem and plant height

The plant height was measured with graduated rule from the level of the soil up to the apex growth. The relation leaf-stem (L/S) was determined by dividing the dry weight of the leaves between the dry weight of the stems.

los componentes forrajeros (hoja y tallo) comestibles de *G. sepium* bajo dos alturas y dos frecuencias de corte.

Materiales y Métodos

Descripción y preparación del sitio experimental

El experimento se realizó en el Sitio Experimental de Tizimín, Yucatán, México., dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (21° 09' 29" N y 88° 10' 21" W) a 14 msnm, presenta clima Aw1, según la clasificación de Köppen y precipitación promedio anual de 1200 mm con temperatura media anual de 27 °C, y humedad relativa de 68.5 a 86.3 % (García, 1973; Ramos et al., 2012). El suelo predominante de esta zona es Litosol con una fertilidad media con 1.5-1.9 % de carbono orgánico y un pH de 6.7 a 7.3, poco profundo con áreas rocosas y relativamente poco fértil (Bautista y Palacio, 2005). Se utilizó un banco forrajero de *G. sepium* de dos años de establecido. Previo al inicio experimento se realizó un corte de uniformización en el mes de mayo de 2012. La duración del trabajo fue de 290 días.

Tratamientos y diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de: dos alturas de corte (0.45 y 0.90 m) y tres frecuencias de corte (45, 60 y 75 días); y cuatro repeticiones por tratamiento. La unidad experimental fue cada parcela de 20 m² (4x5 m). En cada parcela se establecieron seis hileras de *G. sepium*, con una separación de 1 m entre hileras y 0.5 m entre plantas (20,000 plantas ha⁻¹). Se consideró como parcela útil de muestreo las cuatro hileras centrales de cada unidad experimental.

Producción de biomasa y componentes forrajeros

La producción de biomasa (t MS ha⁻¹ corte⁻¹) se determinó a través de podas en las que se removió el 90 % de follaje en cada parcela útil; posteriormente se pesó en verde el total de la biomasa cosechada. Luego se obtuvieron dos muestras de 300 g de follaje, una para determinación de materia seca (MS) y la otra se separó en componentes (hoja y tallo). Ambas muestras fueron secadas a 60 °C por 48 horas en una estufa de circulación de aire forzado.

Determinación de la relación hoja-tallo y altura de la planta

La altura de la planta fue medida con regla graduada desde el nivel del suelo hasta el ápice de crecimiento. La relación hoja-tallo (H/T) se determinó dividiendo el peso seco de las hojas entre el peso seco de los tallos.

Statistical analysis

Foliage production, relation leaf/stem and plant height were submitted to a variance analysis for repeated measures with SAS program (2002). When significant differences ($p < 0.05$) were observed, a mean comparison Tukey test was applied.

Results

Foliage production of *G. sepium* was not affected by the cutoff height ($p > 0.05$). However, it was significantly increased ($p < 0.05$) with cutoff intervals of 60 days; at cutoff intervals of 45 and 75 days, biomass production was not affected ($p > 0.05$). Foliage components (leaves and stems) and proportion leaf/stem were not affected ($p > 0.05$) by any cutoff interval (Table 1); similarly, cutoff height did not affect ($p > 0.05$) biomass production, foliage components and relation leaf/stem of *G. sepium* in Yucatan (Table 2). The biomass production of *G. sepium* was significantly increased ($p < 0.05$) when it was cut at 60 days at a cutoff height of 0.45 m; following the cutoffs at 45 d and 0.90 m; 60 d and 0.90 m of age and cutoff height, respectively (Table 3). Foliage components (leaf and stem) were not affected by the interaction of the frequency and cutoff height ($p > 0.05$).

Análisis estadísticos

La producción de forraje, relación hoja/tallo y altura de la planta se sometieron a un análisis de varianza para medidas repetidas con el programa SAS, 2002. Cuando se observó diferencias significativas ($p < 0.05$), se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey.

Resultados

La producción forrajera de *G. sepium* no fue afectada por la altura de corte ($p > 0.05$). Sin embargo, se incrementó significativamente ($p < 0.05$) con intervalos de corte de 60 días; a intervalos de corte de 45 y 75 días no fue afectada la producción de biomasa ($p > 0.05$). Los componentes forrajeros (hojas y tallos) y proporción hoja/tallo no fue afectada ($p > 0.05$) por ningún intervalo de corte (Tabla 1); similarmente, la altura de corte no afectó ($p > 0.05$) la producción de biomasa, componentes forrajeros y relación/hoja tallo de *G. sepium* en Yucatán (Tabla 2). Se incrementó significativamente ($p < 0.05$) la producción de biomasa de *G. sepium* cuando se cortó a 60 días de edad a una altura de corte de 0.45 m; seguido de los cortes a 45 d y 0.90 m; 60 d y 0.90 m de edad y altura de corte, respectivamente (Tabla 3). Los componentes forrajeros (hoja y tallo) y la relación hoja/tallo no fueron afectados por la interacción de la frecuencia y altura de corte ($p > 0.05$).

Table 1.
Effect of cutoff frequency on the total biomass production and the foliage components of *Gliricidia sepium* in Yucatan, Mexico.

Tabla 1.
Efecto de la frecuencia de corte sobre la producción de biomasa total y los componentes forrajeros de *Gliricidia sepium* en Yucatán, México.

Variable	Cutoff frequency (days)			EE
	45	60	75	
Total biomass (t MS ha ⁻¹)	2.43 ^b	3.50 ^a	2.26 ^b	0.258
Foliage components				
Leaves (%)	69.44 ^a	66.39 ^a	68.70 ^a	3.482
Stem (%)	30.56 ^a	33.61 ^a	31.29 ^a	4.746
Relation leaf/stem	3.72 ^a	2.64 ^a	2.98 ^a	0.460

Means within the same row with different literal were significantly different ($p < 0.05$).

Medias dentro de la misma fila con diferente literal fueron significativamente diferentes ($p < 0.05$).

Table 2.
Effect of the cutoff height on the total biomass production and foliage components of *Gliricidia sepium* in Yucatan, Mexico.

Tabla 2.
Efecto de la altura de corte sobre la producción de biomasa total y los componentes forrajeros de *Gliricidia sepium* en Yucatán, México.

Variable	Cutoff height (m)		EE
	0.45	0.90	
Total biomass (t MS ha ⁻¹)	2.59 ^a	2.88 ^a	0.119
Foliage components			
Leaves (%)	66.49 ^a	69.87 ^a	2.893
Stem (%)	33.51 ^a	30.13 ^a	2.893
Relation leaf/stem (%)	3.19 ^a	3.05 ^a	0.365

Means within the same row with different literal were significantly different ($p < 0.05$).

Medias dentro de la misma fila con diferente literal fueron significativamente diferentes ($p < 0.05$).

Table 3.
Effect on the interaction of the height and cutoff frequency on the total biomass production and foliage components of *Gliricidia sepium* in Yucatan, Mexico.

Tabla 3.
Efecto de la interacción de la altura y frecuencia de corte sobre la producción de biomasa total y los componentes forrajeros de *Gliricidia sepium* en Yucatán, México.

Cutoff frequency (days)	Cutoff height (m)	Yield	Leaf	Stem	Leaf/Stem
		(t MS ha ⁻¹)	(%)	(%)	
45	0.45	2.21 ^c	70.25	29.74	4.61
60	0.45	3.73 ^a	63.87	36.12	2.34
75	0.45	1.80 ^c	65.31	34.68	2.59
45	0.90	2.64 ^{bc}	68.61	31.38	2.82
60	0.90	3.27 ^{bc}	68.89	31.1	2.94
75	0.90	2.72 ^c	72.08	27.91	3.38
EE		0.24	4.84	4.84	0.67

Means within the same row with different literal were significantly different ($p < 0.05$).

Medias dentro de la misma columna con diferente literal fueron significativamente diferentes ($p < 0.05$).

Discussion

Foliage production

Crops of *G. sepium* in Colombia with densities of 10 000 trees ha⁻¹ and subsequent cutoffs every three months produce 3.4 t MS ha⁻¹ year⁻¹, without decreasing the production during seven consecutive years of cut (Sarria *et al.*, 1994); this is superior to what was found in this work, possibly due to the higher density of the used plants. There are reports that at a higher density there is a competence between plants for nutrients, water and sunlight; in this sense, Ainilis and Tsiouvaras (1998) report that the best spacing to assure high foliage production in bushes is found in 1.5x1.5 m in bushes. In this study, the distance of plants was 1.5x0.5 m with higher density than the optimum mentioned before. On the other hand, Adejumo and Ademosum (1985) report the maximum of production at higher cutoff age (8 weeks) of *Leucaena leucocephala*; coinciding with what was reported with the bush *Acacia mangium* Willd where the production was increased (8.7 t MS ha⁻¹) at 80 d of cut (Angulo *et al.*, 2005). In this sense, in a work where 4 frequencies of pruning (4, 8, 12 and 24 weeks) and 2 cutoff heights (0.5 and 1.0 m), it was found that cutoff height did not affect the yielding of *G. sepium*, similarly to the present study; but production increased from 0.5 to 10.5 t MS ha⁻¹ when the prune was made every 4 and 12 weeks, respectively (Marroquín *et al.*, 2005). On the other hand, minor cutoff frequencies do not affect foliage production; Ella *et al.*, (1989) when evaluating prunings every 6 and 12 weeks in *G. sepium* did not find effect on the biomass production, similar to what was observed in this study. In this sense, least yield of *G. sepium* compared to other bushes at 75 days of cuttings is possibly due to a rapid senescence of leaves that other trees do not present and the reduction of reserve carbohydrates in stems and roots (Latt *et al.*, 2000).

Foliage components and relation leaf/stem

The production of leaf and stem was not affected by the age and height of the cutoff. The production of the leaf fluctuated between 1.8 and 3.73 t MS ha⁻¹, which is inferior to what was reported by Gomez *et al.*, (1990) for *G. sepium* for the production of edible biomass, leaf and stem after four cutoffs, the first at 270 days of sowing, in a range of 8.52 to 11.76 t MS ha⁻¹ with 10 000 pl ha⁻¹ and from 6.36 to 8.52 t MS ha⁻¹ for 4 000 pl ha⁻¹. Production increased successively in the cutoffs, from 7.2 to 15 t MS ha⁻¹ year⁻¹. Nair (1997) evaluated a culture system of *G. sepium* in Nigeria in alleys with yields of 2.3 t MS ha⁻¹ year⁻¹ in subhumid tropic, which was superior in this study. Marroquín *et al.*, (2005) when evaluated 4 frequencies of

Discusión

Producción de forraje

Cultivos de *G. sepium* en Colombia con densidades de 10 000 árboles ha⁻¹ y cortes sucesivos cada tres meses, producen 3.4 t MS ha⁻¹ año⁻¹, sin decrecer la producción durante siete años consecutivos de corte (Sarria *et al.*, 1994); esto es superior a lo encontrado en el presente trabajo posiblemente a la mayor densidad de plantas utilizadas. Existen reportes que a una mayor densidad existe competencia entre plantas por nutrientes, agua y luz solar; en este sentido, Ainilis y Tsiouvaras (1998) reportan que el mejor espaciamiento para asegurar la producción elevada de forraje en arbustos se encuentra en 1.5x1.5 m en arbustos. En el presente estudio la distancia entre plantas fue de 1.5x0.5 m con mayor densidad al óptimo mencionado. Por otro lado, Adejumo y Ademosum (1985) reportan el máximo de producción a mayor edad de corte (8 semanas) de *Leucaena leucocephala*; coincidiendo con lo reportado con el arbusto *Acacia mangium* Willd donde se incrementó la producción (8.7 t MS ha⁻¹) a los 80 d de corte (Angulo *et al.*, 2005). En este sentido en un trabajo donde se evaluaron 4 frecuencias de poda (4, 8, 12 y 24 semanas) y 2 alturas de corte (0.5 y 1.0 m) se encontró que la altura de corte no afectó el rendimiento de *G. sepium*, similarmente al presente estudio; pero, se incrementó la producción de 0.5 a 10.5 t MS ha⁻¹ cuando se podó cada 4 y 12 semanas, respectivamente (Marroquín *et al.*, 2005). Por otra parte, las frecuencias de cortes menores no afectan la producción forrajera; Ella *et al.*, (1989) al evaluar podas cada 6 y 12 semanas en *G. sepium* no encontraron efecto sobre la producción de biomasa, similar a lo observado en el presente estudio. En este sentido, el menor rendimiento de la *G. sepium* comparado a otros arbustos a 75 días de corte posiblemente se deba a una rápida senescencia de las hojas que en otras arbóreas no presentan y por la reducción de reducción de los carbohidratos de reserva en tallos y raíces (Latt *et al.*, 2000).

Componentes forrajeros y relación hoja/tallo

La producción de hoja y tallo no fue afectada por la edad y la altura de corte. La producción de hoja fluctuó entre 1.8 y 3.73 t MS ha⁻¹ el cual es inferior a lo reportado por Gómez *et al.*, (1990) para *G. sepium* para producción de biomasa comestible, hoja y tallo después de cuatro cortes, el primero a los 270 días de sembrado, en un rango de 8.52 a 11.76 t MS ha⁻¹ con 10 000 pl ha⁻¹ y de 6.36 a 8.52 t MS ha⁻¹ para 4 000 pl ha⁻¹. La producción se incrementó sucesivamente en los cortes, siendo esta de 7.2 hasta 15 t MS ha⁻¹ año⁻¹. Nair (1997) evaluó en Nigeria un sistema de cultivo de *G. sepium* en callejones con rendimientos de 2.3 t MS ha⁻¹ año⁻¹ en trópico subhúmedo, lo cual fu superior en el presente estudio. Marroquín *et*

pruning (4, 8, 12 and 24 weeks) and 2 cut heights (0.5 and 1.0 m) found that the proportion of stems in *G. sepium* increased from 20 % to 53 % when the prune was made every 4 and 12 weeks, respectively (Marroquín et al., 2005); similarly, Gómez et al., (1990) found lineal increase in tender stems and leaves when increase cutoff frequency (45, 90 and 270 days).

Conclusions

Based in the conditions of this study, it is concluded that the foliage production of *G. sepium* can increase with the management of cutoff frequency. Foliage production of *G. sepium* can be increased by cutting every 60 days at 0.45 o 0.90 m height.

References

- Adejumo, J.O. and Ademosun, A.A. 1985. Effects of planting distance, cutting frequency and height on dry matter yield and nutritive value of *Leucaena leucocephala* sown alone and in mixture with *Panicum maximum*. *Ani Prod Res*, 5(2): 209-221. <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201302066566>
- Ainilis, A. B. and Tsiouvaras, C.N. 1998. Forage production of woody fodder species and herbaceous vegetation in a silvo-pastoral Systems in northern Greece. *Agroforestry Systems* 42: 1-11. <http://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1006112330453>
- Alayón, J. A., Ramirez-Aviles, L. and Ku-Vera, J.C. 1998. Intake, rumen digestion, digestibility and microbial nitrogen supply in sheep fed *Cynodon nlemfuensis* supplemented with *Gliricidia sepium*. *Agroforestry systems* 41: 115-126. <http://link.springer.com/article/10.1023/A:1005954629020>
- Angulo, J., Rodríguez, I. and Mahecha, L. 2005. Producción y calidad del follaje de *Acacia mangium* Willd bajo tres frecuencias de corte en dos épocas del año. *Livestock Research for Rural Development*. Vol. 17, Art. #52. Retrieved: July 15, 2005, from <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/5/angu17052.htm>
- Bautista, F. and Palacio, G. 2005. Caracterización y manejo de los suelos de la península de Yucatán: implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto de Ecología. http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=462
- Canul, S.J.R. 2006. Productividad y calidad forrajera de la asociación *Cynodon nlemfuensis* con *Gliricidia sepium* y *Tithonia diversifolia*. Tesis de grado de Maestría en Ciencias. Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán.
- Castrejon-Pineda, F.A., Martínez-Pérez, P., Corona, L., Valle-Cerdan, J.L. and David-Mendoza, G. 2015. Partial substitution of soybean meal by *Gliricidia sepium* or *Guazuma ulmifolia* leaves in the rations of growing lambs. *Tropical Animal Health and Production* DOI. 10.1007/s11250-015-0932-2. Volume 48, Issue 1, pp 133–137 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26494547>
- Ella, A., Jacobsen, C., Stür, W.W. and Blair, G. 1989. Effect of plant and density and cutting frequency on the productivity of four tree legumes. *Tropical Grasslands* 23: 28-34.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 2º de. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México, 33 pp. http://www.igeograf.unam.mx/sigg/utilidades/docs/pdfs/publicaciones/geo_siglo21/serie_lib/modific_al_sis.pdf
- Goel, G. and Makkar, H.P.S. 2012. Methane mitigation from ruminants using tannins and saponins, a status review. *Tropical Animal Health and Production* 44, 729-739. <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11250-011-9966-2>
- Gómez, M. E., Molina, C. H., Molina, E. J and Murgueitio, E. 1990. Producción de biomasa en seis ecotipos de matarátón (*Gliricidia sepium*). CIPAV. Cali, Colombia. *Livestock Research for Rural Development*, 2(3).

al., (2005) cuando evaluaron 4 frecuencias de poda (4, 8, 12 y 24 semanas) y 2 alturas de corte (0.5 y 1.0 m) encontraron que la proporción de tallos en *G. sepium*, se incremento de 20 % a 53 % cuando se podó cada 4 y 12 semanas, respectivamente (Marroquín et al., 2005); similarmente, Gómez et al., (1990) encontraron incremento lineal de tallos tiernos y hojas al incrementar la frecuencia de corte (45, 90 y 270 días).

Conclusiones

Con base a las condiciones del presente estudio, se concluye que se puede incrementar la producción forrajera de *G. sepium* con el manejo de la frecuencia de poda. La producción forrajera de *G. sepium* se puede incrementar cortando cada 60 días a 0.45 ó 0.90 m de altura.

- En: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd2/3/gomez.htm> última consulta: Septiembre 11 de 2014. <http://www.lrrd.org/lrrd2/3/gomez.htm>
- Herrero, M. and Thornton, P. 2013. Livestock and global change: emerging issues for sustainable food systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110(52): 20878-20881. <http://www.pnas.org/content/110/52/20878.full.pdf>
- Ku Vera, J. C., Ayala, B. A., Solorio, S. F. J., Briceño-Poot, E. G., Ruiz, G. A., Piñeiro, V. A., et al. 2013. Tropical tree foliages and shrubs as feed additives in ruminants rations. In: Nutritional Strategies of Animal Feed Additives. Salem, ed. New York. USA: Nova Science Publishers. https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=37628
- Latt, C.R., Nair, P.K.R. and Kang, B.T. 2000. Interactions among cutting frequency, reserve carbohydrates, and post-cutting biomass production in *Gliricidia sepium* and *Leucaena leucocephala*. *Agroforestry Systems* 50:27–46. <http://link.springer.com/article/10.1023/A:1006427221557>
- Marroquin, I.M., Hernández, J.V., Martínez, A.V. and Barra, J.E. 2005. Aboveground biomass production and nitrogen content in *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. Under several pruning regimes. *Interciencia* 30(3): 151-158. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33910206>
- Mata-Espinosa, M.A., Hernández, S.D., Cobos, P.M.A., Ortega, C.M.E., Mendoza, M.G.D. and Arcos, G.J.L. 2006. Comportamiento productivo y fermentación ruminal de corderos suplementados con harina de cocoite (*Gliricidia sepium*), morera (*Morus alba*) y tulipán (*Hisbiscus rosa-sinensis*). *Revista científica, FCV-LUZ* 16(3): 249-256. <http://www.redalyc.org/pdf/959/95911641006.pdf>
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F. and Morgan, C.A., 2002. *Animal Nutrition*, 6th ed. Prentice Hall, Essex, UK. <http://gohardanehco.com/wp-content/uploads/2014/02/Animal-Nutrition.pdf>
- Nair, P. K. R. 1997. *Agroforestería*. UACH. Centro de Desarrollo Sostenible. México, DF. 543 pp.
- Preston, T. R. and Leng, R. A., 1987. Matching ruminant production systems with available resources in the tropics and subtropics. Penambul Books. Armidale, N. S. W.
- Ramos, T.O.S., Candelaria, M.B. and Cárdenas, M.J. 2012. Efecto de la época de la fertilización sobre el rendimiento de calidad sobre variedades de Pennisetum en el oriente de Yucatán. MEMORIA XXII Congreso Internacional de Ingeniería Agrícola. Campo Experimental Valle de México. INIFAP. 150-155.
- Sarria, B. P., Gómez, Z. M. E., Rodríguez, L., Molina, J. P., Molina, C. H. and R. E. Murgueitio. 1994. Pruebas de campo en los trópicos con el uso de biomasa para sistemas integrados y sostenibles de producción animal. Documento presentado a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO por Fundación CIPAV.

Cite this paper/Como citar este artículo: Ramos-Trejo, O., Canul-Solis, J.R. and Ku-Vera, J.C. (2016). Forage yield of *Gliricidia sepium* as affected by harvest height and frequency in Yucatan, Mexico. *Revista Bio Ciencias* 4(2): 116-123. <http://editorial.uan.edu.mx/BIOCIENCIAS/article/view/208/254>

