

Caracterización nutricional y forrajera de *Leucaena collinsii* a diferentes edades de corte en el trópico seco del sur de México

Characterization of nutritional quality and biomass production of *Leucaena collinsii* at different cutting ages in the dry tropics of southern Mexico

R. Pinto R., F.J. Medina, H. Gómez, F. Guevara, A. Ley

Facultad de Ciencias Agronómicas. Apdo. Postal 73, Villaflores, Chiapas, 30470, Universidad Autónoma de Chiapas. México.

Resumen

Con el objetivo de evaluar la producción de biomasa comestible (BC) y no comestible (BNC) de *Leucaena collinsii* a diferentes edades de corte (30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días) así como la calidad de su biomasa comestible (PC, FDN, FDA, MO, Ce y DgrMS) se llevó a cabo el trabajo en un banco proteínico establecido en el trópico seco del sureste de México. La evaluación se realizó tanto en la época seca como en la de lluvias y con el fin de corregir el efecto causado por la pendiente del terreno, se utilizó un diseño experimental bloques completos al azar con siete tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. En la época seca, la producción (kg de MS ha⁻¹) de BC fue mayor ($P < 0.05$) para las fechas de corte de 105 y 120 días (2,336 y 2,490, respectivamente), mientras que la producción de BNC fue la más alta ($P < 0.05$) a los 120 días (1,900). Para lluvias, la producción más alta de BC ($P < 0.05$) fue a los 90 y 105 días de corte (8,725 y 8,926, respectivamente); con relación a la producción de BNC, el mayor rendimiento se obtuvo a los 105 días (16,219). Los mejores valores de PC en ambas épocas se encontraron ($P < 0.05$) a las edades de 30, 45, 60 y 75 días. Por su producción de biomasa y la calidad de ésta, aún en épocas críticas, *L. collinsii* puede considerarse como una especie con potencial para ser utilizada en los sistemas de alimentación de rumiantes en ambas épocas del año.

Palabras clave: Banco de proteína, *Leucaena*, producción, calidad.

Abstract

The aim of this research was to evaluate the edible and non-edible biomass production (EB and NEB), as well as the quality of edible biomass (RP, NDF, ADF, OM, Ash and DgrDM), for *Leucaena collinsii* at different cutting ages (30, 45, 60, 75, 90, 105 and 120 days). The study was carried out in a protein bank in the dry tropics of southeastern Mexico during both the dry and rainy seasons. With the aim of compensating for the effect caused by the slope of the land, a split-plot randomized design was used with seven treatments and three replications per treatment. During the dry season, the (kg of DM ha⁻¹) EB was production higher ($P<0.05$) for 105 and 120 days at cutting (2.336 and 2.490, respectively), while the NEB production was higher ($P<0.05$) at 120 days (1.900). During the rainy season, the highest production of EB ($P<0.05$) was at 90 and 105 days at cutting (8.725 and 8.926, respectively). With respect to production of NEB, the highest yield was obtained at 105 days (16,219). The greatest values of RP for both seasons was recorded ($P<0.05$) at 30, 45, 60 and 75 days. Due to *L. collinsii*'s biomass production and quality, even during critical periods this specie has potential to be used in ruminant feeding systems during both seasons.

Key words: Protein bank, *Leucaena*, production, quality.

Introducción

En el trópico seco del sur de México, los sistemas de producción de ruminantes se desarrollan principalmente bajo pastoreo extensivo, caracterizándose por presentar baja productividad y rentabilidad, producto de la disminución en la disponibilidad y calidad de las gramíneas constituyentes de la dieta basal, principalmente en la época de ausencia de lluvias (Gómez *et al.*, 2002). En consecuencia de ello, actualmente una de las alternativas a las que se podría recurrir en las unidades de producción pecuaria es al uso de bancos proteínicos con especies arbóreas (Hernández, 2007), los cuales se utilizan mediante el sistema de corte y acarreo, considerados como alternativa tecnológica para mantener o mejorar la productividad animal y la sostenibilidad (Solario, 2005). De las especies arbóreas

Introduction

In the dry tropic at the South of Mexico, the ruminant production systems are mainly developed under extensive grazing, characterized by presenting low productivity and profitability, as a cause of the reduction on the availability and quality of gramineae that constitute their diet, especially in the season with absence of rain (Gómez *et al.*, 2002). Consequently, currently one of the alternatives that could be used in farm production units is the use of protein banks with arboreal species (Hernández, 2007), which are used in the cut-hauling system, considered as technological alternatives for keeping or improving the animal productivity and sustainability (Solario, 2005). From the local arboreal species, *Leucaena* gender outstands, which is a promissory specie that has been well

locales resalta el género *Leucaena*, especie altamente promisorio, la cual ha sido estudiada ampliamente, sobre todo las especies *leucocephala* y *diversifolia*, (Austin *et al.*, 1998; Shifino-Wittmann, 2000; Mullen *et al.*, 2003; Kaminski *et al.*, 2005; Sánchez *et al.*, 2005; González-García *et al.*, 2009; Petit *et al.*, 2010; Wencomo y Ortíz, 2011). Muchas de las accesiones estudiadas mundialmente provienen de esta parte de México y han demostrado su alto potencial forrajero (Pinto *et al.*, 2010).

Sin embargo, para la especie *collinsii*, promisorio por ser resistente al psyllido, por poseer concentraciones bajas de taninos y mimosina (Mullen *et al.*, 2003), considerada como originaria del área de estudio (Pinto *et al.*, 2008) y reportada como una especie potencialmente productora de forraje (Argel y Pérez, 1997), existe escasa información sobre las características de producción de forraje y calidad que ésta presenta en diferentes edades de corte, cuando es establecida en altas densidades (bancos proteínicos) y bajo condiciones de temporal, por lo que la información generada podría ser de utilidad para definir su establecimiento y uso en estrategias de suplementación en unidades ganaderas, ya que para recomendar una especie como forraje deben de considerarse atributos tales como la producción de material comestible, su composición química y palatabilidad (Kaminski *et al.*, 2005). De acuerdo con lo anterior, este trabajo tiene como objetivo general caracterizar el comportamiento forrajero y nutricional en distintas edades de corte de *Leucaena collinsii* establecida como banco proteínico bajo condiciones de trópico seco.

studied, specially the species *leucocephala* and *diversifolia*, (Austin *et al.*, 1998; Shifino-Wittmann, 2000; Mullen *et al.*, 2003; Kaminski *et al.*, 2005; Sánchez *et al.*, 2005; González-García *et al.*, 2009; Petit *et al.*, 2010; Wencomo and Ortíz, 2011). Many of the worldwide studied accessions come from this region of Mexico, and have proved their high forage potential (Pinto *et al.*, 2010).

However, the specie *collinsii*, promissory by being resistant to psyllido, by having low tannin and mimosin concentrations (Mullen *et al.*, 2003), considered as typical specie of the area under research (Pinto *et al.*, 2008) and reported as a potentially forage producer specie (Argel and Pérez, 1997), there is little information about the characteristics of the forage production and quality that it has at different age cut, when established in high densities (protein banks) low season conditions, thus the information obtained might be useful for defining its establishment and use as a supplementary strategy in cattle units, since in order to recommend a specie as forage different attributes must be considered, such as the edible material production, the chemical composition and palatability (Kaminski *et al.*, 2005). Because of the latter, the aim of this research is to characterize the forage and nutritional behavior at different age cuts of *Leucaena collinsii*, established as protein bank under dry tropic conditions.

Materials and methods

The evaluation was carried out at the experimental unit, in the Agronomy

Materiales y Métodos

La evaluación se realizó en la estación experimental de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Autónoma de Chiapas, la cual se encuentra localizada al sureste de México, en el municipio de Villaflores, Chiapas, situándose entre los 16° 13' 15" de latitud norte y 93° 16' 07" longitud oeste, a una altitud de 610 m s. n. m. El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, la temperatura media anual es de 24,3° C y la precipitación media anual de 1,209 mm, que ocurre principalmente en el verano (García, 1989). Los análisis promedio del suelo en donde se estableció el banco proteínico fueron los siguientes: Textura Franco Arenoso, pH: 5,97, N total 0,22 %, P 5,2 mg.kg⁻¹, MO 5,64% y Densidad aparente 1,35 g.mL⁻¹.

El banco proteínico de *L. collinsii* fue establecido en el año 2008, bajo un marco de siembra de 0,50 x 0,50 m, con una planta por sitio, teniendo una densidad de población de 40,000 árboles ha⁻¹. La siembra fue realizada de manera manual y al inicio del periodo de lluvias de ese año, previo a la siembra, las malezas fueron controladas con Glifosato, posteriormente el control fue manual.

El área experimental fue de 1,050 m² dividida en tres parcelas, las cuales se desempeñaron como bloques para corregir el efecto causado por la pendiente del terreno, encontrándose en cada uno de ellos los tratamientos evaluados que correspondieron a siete edades de corte (30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días), los cuales fueron comparados de manera independiente por época, considerando el manejo estra-

Faculty, Universidad Autónoma de Chiapas, located on the Southeast of Mexico, in Villaflores County, Chiapas, at 16° 13' 15" north latitude and 93° 16' 07" West latitude at 610 masl. The weather is warm sub-humid with rains in summer, the mean annual temperature is 24.3°C and the annual mean precipitation of 1.209 mm, which mainly happens in summer (García, 1989) The average analyses of the soil where the protein bank was established are the followings: sandy loamy texture, pH 5.97, total N 0.22%, P 5.2 mg kg⁻¹, MO 5.64% and apparent density 1.35 g mL⁻¹.

L. collinsii protein bank was established in 2008, on a crop area of 0.50 x 0.50 cm, with a plant per area, with a population density of 40.000 trees ha⁻¹. The crop was performed manually at the beginning of the rainy season of that year, before sowing weeds were controlled using glyphosate, later the control was manual. The experimental unit was of 1.050 m² divided in three plots, which rolled as blocks to correct the effect caused by the land's scope, finding on each of these the evaluated treatments that corresponded to seven cutting ages (30, 45, 60, 75, 90, 105 and 120 days), which were compared independently by season, considering the strategic handle that the local producers have on this specie (Hernández, 2011).

Prior to the beginning of the evaluation on each season, a uniform cut was performed (December 15th, 2010 for the dry season, and April 30th, 2011 for the rainy season), leaving the plants at a meter height from the soil, according to the recommendations of Francisco *et al.* (1998). The material

tégico que los productores locales tienen sobre la especie (Hernández, 2011).

Previo al inicio de la evaluación en cada época, se realizó un corte de uniformización (15 de diciembre de 2010 para la época seca y 30 de abril de 2011 para la de lluvia) dejando las plantas a una altura de un metro sobre el suelo según recomendaciones de Francisco *et al.* (1998). El material cortado fue eliminado de la parcela. Cabe señalar que el banco proteínico creció totalmente bajo condiciones de temporal y no se le proporcionó ninguna fertilización, el control de las arvenses presentes se realizó de manera manual. El banco proteínico no presentó ataques por el psyllido (*Heteropsylla cubana* Crawford) durante el experimento; el monitoreo de la presencia de psyllido se realizó periódicamente durante la época seca, ya que este periodo ha sido reportado como el de mayores posibilidades de presentar el problema (Castillo *et al.*, 1998). La evaluación para la época seca fue realizada del 15 de enero al 15 de abril del 2011 mientras que la evaluación para la época lluviosa fue del 30 de mayo al 30 de agosto del mismo año. Cabe señalar, que la suma de la precipitación del año de evaluación fue de 1,256 mm y que la lluvia caída durante la estación lluviosa representó el 95% del volumen total anual.

El procedimiento para caracterizar la producción de biomasa y su calidad de los tratamientos evaluados consistió en cortar manualmente 20 plantas completas en cada edad de corte a un metro sobre el nivel del suelo (Francisco *et al.*, 1998), para posteriormente separar y pesar, el material comestible (BC) y no comestible (BNC).

cut was taken away from the plot: it must be mentioned that the protein bank grew under season conditions, without any provision of fertilization, and the control of the arvense present was done manually. The protein bank did not present attacks by psyllido (*Heteropsylla cubana* Crawford) during the experiment; the monitoring to revise the presence of psyllido was done periodically during the dry season, since this period has been reported as the one with highest possibilities for the appearance of psyllido (Castillo *et al.*, 1998). The evaluation for the dry season was performed from January 15th to April 15th, 2012, meanwhile, the evaluation for the rainy season was done from May 30th to August 30th of the same year. It should be mentioned that the precipitation amount during the evaluation year was of 1.256 mm and the rainfall during the rainy season represented 95% of the total annual volume.

The procedure to characterize the biomass production and the quality of the evaluated treatments consisted on cutting 20 complete plants manually on each cutting age, at a meter from the soil level (Francisco *et al.*, 1998), later the edible biomass (EB) and the non edible biomass (NEB) were divided and weighted. To classify the material as edible biomass, were considered the leaves plus the stems (with a diameter no longer than six mm), on the other hand, the non edible biomass (woody material) corresponded to stems equal or longer than six mm, according to what Mullen *et al.* (2003) suggested. The dry matter was estimated to both components of the biomass, for this, sub-samples of 300g were taken, which were let dried in a forced-air stove at a

Para clasificarla como biomasa comestible, se consideraron a las hojas más tallos (con diámetro menor a seis mm), por otro lado, la biomasa no comestible (material leñoso), correspondió a tallos iguales o mayores de seis mm, de acuerdo a lo sugerido por Mullen *et al.* (2003). A ambos componentes de la biomasa se les estimó materia seca, para ello, se obtuvieron submuestras de 300 g, las cuales fueron secadas en una estufa de aire forzado a una temperatura de 80°C durante 72 horas, para determinar su contenido de materia seca (MS) y posteriormente obtener la producción en base seca.

Para conocer la calidad de la biomasa comestible, se obtuvieron muestras compuestas, las cuales fueron secadas en estufas de aire forzado a 60°C y posteriormente fueron procesadas con la ayuda de un molino de motor tipo Wiley, obteniendo submuestras de aproximadamente 300 g con un tamaño de partícula aproximado de dos mm. Las muestras fueron analizadas para determinar los contenidos de proteína cruda (PC), materia orgánica (MO) y cenizas (Ce) de acuerdo a los procedimientos de la A.O.A.C. (1990). Las fracciones de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácida (FDA), fueron determinadas según la técnica de Van Soest *et al.* (1991). A las mismas muestras, se les determinó su degradación ruminal de la materia seca (DgrMS) a 24 horas, utilizándose para ello la técnica de la bolsa de nailon (Orskov y McDonald, 1979). La desaparición de la MS fue estimada por diferencia entre la cantidad existente del material incubado menos la cantidad del material residual

temperature of 80°C for 72 hours, to determine their content of dry matter (DM), subsequently, obtaining the production in dry base.

To know the quality of the edible biomass, compound samples were obtained, which were let dried on a forced-air stove at 60°C, later were processed using a grinder Wiley, obtaining sub-samples of approximately 300g with a particle size of approximately two mm. The samples were analyzed for determining the crude protein content (CP), organic matter (OM) and ashes (A) according to the procedures of A.O.A.C (1990). The fractions of neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF), were determined following the Van Soest *et al.* (1991) technique. To these samples were determined their rumen degradation of the dry matter (DgrDM) within 24 hours, using for this the nylon-bag technique (Orskov and McDonald, 1979). The disappearance of the DM was estimated by the difference between the quantity remained in the incubated material minus the quantity of the remaining material.

The data was analyzed using a split-plot randomized design with seven treatments and three replications per treatment, using the GLM procedure of the statistic software SAS (SAS, 1994). The mean differences were evaluated using Tukey test ($P < 0.05$).

Results and discussion

Components production of the biomass and its quality during the dry season.

The results obtained for EB under the research conditions show

Los datos se analizaron bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con siete tratamientos y tres repeticiones por tratamiento, utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 1994). Las diferencias en las medias se evaluaron utilizando la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

Resultados y discusión

Producción de los componentes de la biomasa y su calidad en la época seca.

Los resultados obtenidos para BC bajo las condiciones de este trabajo muestran diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las edades de corte evaluadas. La mayor producción de BC se encontró a los 105 y 120 días de corte, la producción fue intermedia y similar entre sí a los 60, 75 y 90 días. Los menores valores correspondieron para 30 y 45 días, los cuales fueron diferentes entre sí ($P < 0.05$). Con respecto a la BNC, la mayor producción fue a los 120 días, seguida de las encontradas a los 105 y 90 días. Los menores valores de BNC fueron encontrados a los 30 y 45 días, las cuales fueron similares entre sí (cuadro 1).

A pesar de las variaciones observadas, puede confirmarse que la especie posee capacidad de rebrote, aún en época de sequía. Al respecto, se conoce que las plantas del género *Leucaena* poseen alta capacidad de rebrote en épocas de carencia de humedad, debido a su sistema radical pivotante que puede alcanzar los nutrientes y humedad de las capas más profundas del suelo (Torral e Iglesias, 2007). Variaciones considerables han sido observadas en el crecimiento de diferentes es-

significant differences ($P < 0.05$) among the evaluated cutting ages. The highest EB production was found within 105 and 120 cutting days, the production was intermediate and similar in 60, 75 and 90 days. The lowest values corresponded to 30 and 45 days, which were different in between ($P < 0.05$). Regarding NEB, the highest production was within 120 days, followed by those in 105 and 90 days. The lowest NEB values were found in 30 and 45 days, which were similar in between (table 1).

In spite of the variations observed, it can be confirmed that the specie has the re-sprout capacity even during the drought season. On this matter, it is known that *Leucaena* plants have a high re-growth capacity during drought season, due to its pivoting root system (Torral and Iglesias, 2007). Considerable variations have been observed during the growing process of different *Leucaena* species, especially at the end of the dry season (Argel and Pérez, 1007). About the latter behavior, it is well known that the production in the first re-sprout days (6-8 weeks) is related to the reservoirs of the plant, subsequently, the production is related to the foliar area, this is evident when a prolonged rest is produced, especially during the period with scarce rain (Wencomo and Ortíz, 2011).

The production found on this research within 8 weeks in the dry season ($1.376 \text{ kg DM ha}^{-1}$) was lower to the average extrapolate theoretical production in a EB hectare at the same sowing density, reported by Argel and Pérez (2008) for the same species, but in the rainy season ($3,000 \text{ kg MS ha}^{-1}$)

Cuadro 1. Producción de biomasa comestible (BC) y no comestible (BNC) de *L. collinsii* (kg de MS ha⁻¹) a diferentes edades de corte durante la época seca.

Table 1. Production of edible (EB) and non edible biomass (NEB) of *L. collinsii* (kg of DM ha⁻¹) at different cutting ages during the dry season.

Variables	Edad de corte (días)								EEM
	30	45	60	75	90	105	120		
BC	416,40 ^d	676,97 ^e	1376,86 ^b	1479,40 ^b	1673,40 ^b	2336,14 ^a	2490,80 ^a	160,70	
BNC	290,80 ^f	372,54 ^{ef}	479,46 ^{de}	594,60 ^d	1144,26 ^c	1502,66 ^b	1900,00 ^a	129,81	

Medias en la misma hilera con letras distintas difieren estadísticamente. (Tukey, P<0,05).

EEM=Error estándar de la media (P<0,05).

pecies de *Leucaena* sobre todo al final del período seco (Argel y Pérez, 1997). Sobre el comportamiento anterior, se conoce que la producción en los primeros días de rebrote (6-8 semanas) está asociado a las reservas de la planta, posteriormente, la producción se asocia con el área foliar, ello se hace evidente cuando se produce un reposo prolongado, sobre todo durante el período poco lluvioso (Wencomo y Ortíz, 2011).

La producción encontrada en este trabajo a las ocho semanas en la época seca (1,376 kg MS ha⁻¹) fue menor a la producción teórica promedio extrapolada a una hectárea de BC a la misma densidad de siembra reportada por Argel y Pérez (2008) para la misma especie, pero en la época lluviosa (3,000 kg MS ha⁻¹), similar para *L. sahnnonii magnífica*, *L. lempirana* y *L. collinsii zacapana* y superior a lo obtenido en *L. trichodes* y *L. multicapitulada*. Aunque Mullen *et al.* (2003) consideran que la producción de *L. collinsii* es de baja a moderada, es recomendable tomar en cuenta algunas otras ventajas que esta especie presenta, tales como su resistencia al ataque del psyllido, que posee concentraciones bajas de taninos y mimosina, su resistencia a temperaturas bajas y su alta calidad. Aunque la especie demostró producciones crecientes con el tiempo, éstas fueron bajas en comparación a lo alcanzado en la época de lluvias (la producción a los 105 días de corte en la época seca se alcanzó a los 30 días en la época lluviosa), lo cual se puede atribuir a que las plantas tuvieron un crecimiento lento debido a la falta de humedad (Burner *et al.*, 2008). Se conoce que uno de los factores más comunes que limita el crecimiento de

it was similar for *L. sahnnonii magnífica*, *L. lempirana* and *L. collinsii zacapana* and superior to the one obtained in *L. trichodes* and *L. multicapitulada*. On the opposite, Mullen *et al.* (2003) consider that the *L. collinsii* production is low to moderate, and is recommendable to consider other advantages of this species, such as its resistance towards the attack to psyllido, which has low tannin and mimose concentrations, as well as its excellent resistance to low temperatures and its high quality. Even though the species showed growing productions in the time, these were low compared to those reached during the rainy season (the production within 105 cutting age in the dry season was reach at 30 days during the rainy season), which can be attributed due to the fact that the plants had a slow growing process due to the lack of humidity (Burner *et al.*, 2008). It is known that one of the most common factors that limit the *Leucaena* growth is the low precipitation (Hughes, 1993; Kaminski *et al.*, 2005), which at the same time modifies the availability of nutrients (Reddy *et al.*, 2003), affecting the differentiation of new tissues (re-sprout meristems), and the expansion of the tissues already formed, as well as a reduction of the photosynthetic rate by the reduction of the foliar area, accelerating the leaf's senescence, therefore, producing a lower production of edible biomass (Wencomo and Ortíz, 2011; Larbi *et al.*, 2005).

Pruning a plant during drought, with a lower active photosynthetic area and little water might provoke the depletion of the organic reservoirs,

Leucaena es la baja precipitación (Hughes, 1993; Kaminski *et al.*, 2005), lo cual a la vez altera la disponibilidad de nutrientes (Reddy *et al.*, 2003) afectando la diferenciación de tejidos nuevos (meristemas de rebrote) y la expansión de los ya formados, así como una reducción de la tasa fotosintética por disminución del área foliar acelerando senescencia de la hoja y por tanto, menor producción de biomasa comestible (Wencomo y Ortíz, 2011; Larbi *et al.*, 2005). Podar a una planta durante la sequía con menor área fotosintética activa y con poca agua puede provocar agotamiento de reservas orgánicas y por tanto menor rebrote (Wencomo y Ortíz, 2011). El estrés hídrico afecta a las plantas a nivel fisiológico y morfológico, lo que ocasiona reducción en la elongación de ramas, la tasa de crecimiento y la tasa de acumulación neta (Baruch y Fisher, 1988). También la morfología de la planta podría intervenir, pues se conoce que la edad de rebrote para maximizar la producción de biomasa varía en función de ésta (Stür *et al.*, 1994). Sánchez *et al.* (2003) afirman que las fluctuaciones en la producción de biomasa de *Leucaena* muestran un patrón de producción, que revela un aumento en la época de mayor precipitación y un decremento en la época de menor precipitación, lo cual está asociado al déficit hídrico, ante el cual las plantas reaccionan perdiendo el follaje. Para el caso de *L. collinsii*, Argel y Pérez (2008) la reportan como una especie que posee una retención foliar media (40-60%), aspecto de sumo interés en ambientes con períodos de sequía de seis meses. De acuerdo a los datos obtenidos para las edades eva-

therefore, less re-sprout (Wencomo and Ortíz, 2011). Water stress affects the plants physiologically and morphologically, causing a reduction on the branches elongation, the growing rate and the net accumulation rate (Baruch and Fisher, 1988). Also the plant's morphology might intervene, because it is known that the re-sprout age to maximize the biomass production varies in function of it (Stür *et al.*, 1994). Sánchez *et al.* (2003) affirm that fluctuations in the biomass production of *Leucaena* show a production pattern that reveals an increment in the season with higher precipitation, and a reduction in the season with lower precipitation, which is related to the water deficit, to which the plants react losing foliage. Argel and Pérez (2008) report *L. collinsii* as specie with an intermediate foliar retention (40-60%), which is an interesting aspect for areas with dry seasons that last 6 months. According to the data obtained for the evaluated ages, after 105 days is produced a higher EB in the dry season, which is inside the rank suggested (from 8 to 16 weeks) for legume trees (Stür *et al.*, 1994). In table 2 are presented the nutritive value results of the edible biomass of *L. collinsii* in the dry season at different cutting ages. In this figure is observed that the CP content of the EB had a rank from 15.31 to 21.94. On the other hand, the NDF content varied from 38.14 to 53.07%, while the ACF content varied from 20.58 to 44.22%, the Ce content had a rank from 6.16 to 8.2%; the OM presented a rank from 91.8 to 93.84%. Finally, the DGRMs at 24h had a rank from 52.6 to 58.56%. Statistically, the CP values

luadas, a partir de los 105 días se produce mayor BC en la época seca, lo cual se encuentra dentro del rango sugerido (de 8 a 16 semanas) para árboles leguminosos (Stür *et al.*, 1994).

En el cuadro 2, se presentan los resultados del valor nutritivo de la biomasa comestible de *L. collinsii* en la época seca a diferentes edades de corte. En éste se observa que el contenido de PC de la BC presentó un rango que fue de 15,31 a 21,94. Por otro lado, el contenido de FDN varió de 38,14 a 53,07%, mientras que el contenido de FDA varió de 20,58 a 44,22%; el contenido de Ce obtuvo un rango de 6,16 a 8,2%; la MO presentó un rango de 91,8 a 93,84%. Finalmente, la DgrMS a 24 h presentó un rango de 52,6 a 58,56%. Estadísticamente, los valores de PC a las edades de 30, 45, 60 y 75 días fueron los más altos y similares entre sí, pero diferentes ($P < 0.05$) al contenido de PC encontrado a los 90 y 105 días. Los valores más bajos ($P < 0.05$) fueron los encontrados a los 120 días de edad (cuadro 2).

Según Larbi *et al.* (2005), la edad del forraje tiene influencia sobre su contenido de proteína. En ese sentido, en este trabajo se observa que a menor edad de corte se encontró un mayor contenido de PC en la BC, este resultado coincide con lo reportado por Sánchez *et al.* (2007) quienes reportan que en *L. leucocephala* el contenido de PC disminuye conforme a la edad de la planta. Se ha señalado que, en la época seca el contenido de PC de la BC de *Leucaena* no llega a ser menor del 18% (Sánchez *et al.*, 2007), sin embargo, en este trabajo, estos valores se obtuvieron para las edades tempranas de corte (30 a 75 días). Por otro lado,

at ages 30, 45, 60 and 75 days were the highest and similar in between, but different ($P < 0.05$) to the CP content found at 90 and 105 days. The lowest values ($P < 0.05$) were found at 120 days old (table 2).

According to Larbi *et al.* (2005), the fodder age influences on the protein content. On this sense, in the current research is observed that at a lower cutting age was seen a higher CP content in EB, this result agrees to the one reported by Sánchez *et al.* (2007) who report that in *Leucaena*, the CP reduces with the age of the plant. It has been mentioned that during the dry season, the CP in EB of *Leucaena* is not lower than 18% (Sánchez *et al.*, 2007), however, in the current research, the OM values, fiber fractions, Ce and DgrMS were similar among treatments ($P > 0.05$) in both seasons of the year. This characteristic of fodder trees of keeping steady the nutritive foliage value throughout the year independently to the re-sprout age, is its main advantage compared to gramineae in the tropic (Mendoza *et al.*, 2000), and is the response of a higher capacity for extracting nutrients and available water in the deepest layers of the soil (González and Cáceres, 2002).

On the other hand, CP contents of *L. collinsii* obtained from cuts carried out during the dry season, suggest that this specie can provide supplementary nitrogen to the ruminant fed with basal low-protein diets, conditions on which there is not enough nitrogen to satisfy the bacteria needs of ruminants, aspect that would improve the environmental ruminant conditions, the ruminant

Cuadro 2. Valor nutritivo de la biomasa comestible de *L. collinsii* a diferentes edades de corte durante la época seca (% de la MS).

Table 2. Nutritive value of the edible biomass of *L. collinsii* at different cutting ages during the dry season (% of DM).

Variables	Edad de corte (días)								EEM
	30	45	60	75	90	105	120		
PC	21,94 ^a	20,88 ^a	19,38 ^a	17,11 ^a	15,71 ^b	15,84 ^b	15,31 ^c		0,67
FDN	38,14 ^b	48,18 ^a	48,88 ^a	49,19 ^a	51,54 ^a	52,64 ^a	53,07 ^a		2,04
FDA	20,58 ^c	29,59 ^b	30,75 ^a	37,58 ^a	32,56 ^a	33,36 ^a	44,22 ^a		1,75
Ce	6,16 ^b	7,33 ^a	6,89 ^a	7,18 ^a	7,01 ^a	8,20 ^a	6,93 ^a		0,18
MO	93,84 ^a	92,67 ^{bc}	93,11 ^{ab}	92,82 ^b	92,99 ^{ab}	91,80 ^c	93,07 ^{ab}		0,66
DGRMS	58,56 ^a	58,09 ^a	56,96 ^a	53,54 ^a	53,35 ^a	53,06 ^a	52,60 ^a		1,48

Medias en la misma hilera con letras distintas difieren estadísticamente (Tukey, $P < 0,05$)

PC= Proteína cruda; FDN= Fibra detergente neutra, FDA= Fibra detergente ácida; Ce= Cenizas; MO= Materia Orgánica; DGRMS=Degradación de Materia Seca a 24 h (MS)

EEM=Error estándar de la media ($P < 0,05$).

los valores de MO, Fracciones de fibra, Ce y DgrMS fueron similares entre tratamientos ($P>0.05$) en ambas épocas del año. Esta característica de los árboles forrajeros, de mantener de manera estable, a través del todo el año, el valor nutritivo de su follaje independientemente de la edad de rebrote, es su principal ventaja comparada con las gramíneas en el medio tropical (Mendoza *et al.*, 2000) y se da como respuesta a una mayor capacidad para extraer nutrientes y agua disponibles en las capas más profundas del suelo (González y Cáceres, 2002).

Por otro lado, los contenidos de PC de *L. collinsii* obtenidos en los cortes realizados en la época seca sugiere que esta especie puede proveer de nitrógeno suplementario al rumiante alimentado con dietas basales bajas en proteína, condiciones bajo las cuales, no existe suficiente nitrógeno para satisfacer las necesidades de las bacterias ruminales, aspecto que mejoraría las condiciones del ambiente ruminal, la degradabilidad ruminal de los alimentos, la eficiencia de la actividad fermentativa ruminal y la síntesis de proteína microbiana, con efecto directo en el consumo del alimento base y en la respuesta productiva de los rumiantes (Larbi *et al.*, 2005; López *et al.*, 2009)

Con respecto al contenido de FDN en la BC, el análisis reveló valores estadísticamente iguales ($P>0.05$) para las edades de corte de 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días siendo diferente ($P<0.05$) al contenido hallado en la BC de 30 días. Por otro lado, el contenido de FDA fue similar para las edades de corte de 60, 75, 90, 105 y 120 días, pero diferentes ($P < 0.05$) a los 45 días y más

degradabilidad de food, the efficiency in the consumption of the base food and the productive response of ruminants (Larbi *et al.*, 2005; López *et al.*, 2009). Regarding the NDF content in EB, the analysis revealed statistically equal values ($P>0.05$) for cutting ages 45, 60, 75, 90, 105 and 120 days, but different ($P<0.05$) to the one found on EB at 30 days. On the other hand, the ACF content was similar for the cutting ages of 60, 75, 90, 105 and 120 days, but different ($P<0.05$) at 45 days and even more at 30. For the NDF content of *Leucocephala*, González *et al.* (2007) report values of 47.7% during the dry season, result which is inferior to the one found on the current research (50.23%). The same authors obtained a ACF value of 31.7 in the same season, similar values to the ones found on the current research (32.66%).

The fiber contents (NDF and ACF) reported might be related to the cutting age and the fluctuations in the relation leaf-stem of the plant (Larbi *et al.*, 2005). However, even though when these tend to increase in woody forages, their increments are slight to moderate (Sánchez *et al.*, 2007). The statistical analysis for DgrMS at 24 h of EB revealed that there were not significant differences ($P>0.05$) among treatments. On this matter, Razz *et al.* (1992) indicated at the time the plant gets old or matures, the digestibility values reduce, conditions statistically not evidenced on the current research. The latter is important in the fact that the ruminant use of EB is constant during all the critical season, different to what occur with tropical grasses, where

aún para 30. Para el contenido de FDN de *L. leucocephala*, González *et al.* (2007) reportan valores de 47,7% en época seca, resultado inferior a la encontrado en este trabajo (50,23 %). Los mismos autores obtuvieron un valor de 31,7 de FDA en la misma época, valores muy similares a los encontrados en este trabajo (32,66%). Los contenidos de fibras (FDN y FDA) reportados podrían estar asociados a la edad del corte y a fluctuaciones en la relación hoja-tallo de la planta (Larbi *et al.*, 2005). Sin embargo, aun cuando tienden a aumentar en las leñosas forrajeras, sus incrementos son ligeros a moderados (Sánchez *et al.*, 2007). El análisis estadístico para la DgrMS a 24 h de la BC reveló que no existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos. En ese sentido, Razz *et al.* (1992) indican que a medida que la planta envejece ó madura los valores de digestibilidad disminuyen, condiciones no evidenciadas estadísticamente en este trabajo. Lo anterior cobra importancia en el sentido de que la utilización ruminal de la BC es constante durante toda la época crítica a diferencia de lo que sucede con los pastos tropicales, en los cuales la DgrMS disminuye conforme éstos maduran. Norton (1994) menciona que la digestibilidad en leguminosas arbustivas forrajeras oscila entre 46 y 78%, valores dentro de los que se encuentran los resultados obtenidos en este trabajo (52,6 a 58,56%).

Aunque la mejor calidad se presentó a edades de corte tempranas, la producción de biomasa comestible es reducida, por lo que a partir de los 75 días podría encontrarse una combinación entre mayor producción de

DgrMS reduces at the time these mature. Norton (1994) mention that the digestibility in shrubby forage legumes oscillates from 46 to 78%, values related to the results obtained in this research (52.6 to 58.56%). Even though the best quality showed up at early cutting ages, the edible biomass production is reduced, thus after 75 days there could be a combination between higher production of biomass with a similar quantity than the obtained at early ages.

Component production of the biomass and its quality during the rainy season

During the rainy season (table 3) the EB and NEB production show significant differences among the evaluated treatments ($P < 0.05$). The highest edible biomass production ($P < 0.05$) was obtained at 90 and 105 cutting days, followed by the obtained at 75 days, while the lowest production was presented during 30 and 45 cutting age. In relation to the NEB production, the highest yields were obtained during 105 cutting days, followed by 90 days, while the lowest production was obtained at 30 days. The highest values of NEB (90 and 105 days) are not technically recommended for the animal use, thus at 75 days is found an intermediate production of NEB.

The production increased as the rainy season passed, this behavior might be due to an increment in the residual buds, higher foliar area and higher light interception, higher storage and allocation of carbohydrates in the different areas of the plant, product of the humidity present (Stür *et al.*, 1994; Wencomo and Ortíz, 2011). The production maximized

biomasa con una calidad similar a lo obtenido en edades más tempranas.

Producción de los componentes de la biomasa y su calidad en la época de lluvias

En la época de lluvia (cuadro 3) la producción de BC y BNC muestran diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ($P < 0.05$). La producción de biomasa comestible más alta ($P < 0.05$) se alcanzó a los 90 y 105 días de edad al corte, seguidos por la obtenida a los 75 días, mientras que a los 30 y 45 días de edad se presentó la menor producción. Con relación a la producción de BNC, los mayores rendimientos se obtuvieron a los 105 días de corte, seguidos por los 90 días, mientras que la menor producción fue a los 30 días. Los valores más altos de BNC (90 y 105 días) no son recomendables técnicamente para uso animal, por lo que a 75 días se encuentra una producción intermedia de BNC.

La producción se incrementó conforme avanzó la época de lluvias, este comportamiento puede atribuirse a un incremento en los botones residuales, mayor área foliar y por tanto mayor intercepción de luz y a un mayor almacén y repartición de carbohidratos en las diferentes partes de la planta, producto de la humedad presente (Stür *et al.*, 1994; Wencomo y Ortíz, 2011). La producción se maximizó a los 90 días coincidiendo con el trabajo de González-García *et al.* (2009) quienes reportan para *L. leucocephala* producciones máximas a las 12 semanas durante la época de crecimiento, al igual que con lo encontrado por Sánchez *et al.* (2005) quienes indican una mayor producción en lluvias a partir de los

within 90 days, this agrees to González-García *et al.* (2009), who report for *L. leucocephala*, maximum productions within 12 weeks, during the growing season, as well as Sánchez *et al.* (2005) who indicate a higher rainy production after 75 days and until 120 days in growing arboreal plants (Del Pozo *et al.*, 2000). The low EB concentration at 30 and 45 days might be due to the stress caused by pruning and the early drought (physiology and phenology). On the other hand, the high NEB production ($P < 0.05$) at 90 and 105 days, might be related to the phenological phase and the high rainy precipitation, circumstances under which the plants reached the third growing phase, on which the most important resources of the plant are destined to the production of woody tissues (Stür *et al.*, 1994). The EB production found on this research within 8 weeks in the rainy season ($5.179 \text{ kg MS ha}^{-1}$) was higher to the average extrapolate theoretical production of a EB hectare at the same sowing density reported by Argel and Pérez (2008) for the same species in the same season ($3.000 \text{ kg MS ha}^{-1}$).

Even though there are not significant differences ($P > 0.05$) in the EB production at 90 and 105 days, the age of the plant and the production of NEB must be taken into account, since after 90 days, the production of NEB increases. This behavior is very important in the handle of the protein bank established with this forage specie, since it allows having and strategic use of *Leucaena* during the rainy season, for both the utilization of EB and the accurate pruning time, with the aim of avoiding higher NEB

Cuadro 3. Producción de biomasa comestible (BC) y no comestible (BNC) de *L. collinsii* (kg de MS ha⁻¹) a diferentes edades de corte durante la época de lluvias.

Table 3. Production of edible (EB) and non edible biomass (NEB) of *L. collinsii* (kg of DM ha⁻¹) at different cutting ages during the rainy season.

Variables	30	45	60	75	90	105	EEM
BC	2069,12 ^e	3048,54 ^d	5719,08 ^c	8004,32 ^b	8725,22 ^a	8926,58 ^a	658,81
BNC	4,50 ^e	343,54 ^e	2914,16 ^d	6148,30 ^c	13371,70 ^b	16219,00 ^a	1518,60

Medias en la misma hilera con letras distintas difieren estadísticamente (Tukey, P<0,05)

EEM=Error estándar de la media (P<0,05)

75 días y hasta los 120 en plantas arbóreas en crecimiento (Del Pozo *et al.*, 2000). La baja producción de BC a los 30 y 45 días podría deberse al estrés ocasionado por la poda y la sequía antecedida (fisiología y fenología). Por otro lado, la alta producción de BNC ($P < 0,05$) a los 90 y 105 días, podría estar asociada a la etapa fenológica y a la alta presencia de precipitación pluvial, circunstancias bajo las cuales las plantas alcanzan la tercera fase de crecimiento, en la cual la mayor parte de los recursos de la planta se destinan a la producción de tejidos leñosos (Stür *et al.* 1994). La producción de BC encontrada en este trabajo a las ocho semanas en la época lluviosa (5,179 kg MS.ha⁻¹) fue mayor a la producción teórica promedio extrapolada a una hectárea de BC a la misma densidad de siembra reportada por Argel y Pérez (2008) para la misma especie en la misma época (3,000 kg MS.ha⁻¹). Si bien, no existen diferencias significativas ($P > 0,05$) en la producción de BC a 90 y 105 días, hay que tomar en cuenta la edad de la planta y la producción de BNC, ya que a partir de los 90 días la producción de BNC se incrementa. Este comportamiento es de sumo interés en el manejo del banco proteínico establecido con esta especie forrajera, ya que permite un planteamiento estratégico del uso de la *Leucaena* en época de lluvia, tanto para el aprovechamiento de la BC como para el momento óptimo de la poda, esto con la finalidad de evitar mayor producción de BNC y así prolongar su uso en periodos avanzados de madurez (Sánchez *et al.* 2003).

En el cuadro 4, se presentan los resultados del valor nutritivo de la

production and extend its use in advanced maturity seasons (Sánchez *et al.* 2003).

In table 4 are presented the results of the nutritive EB value of *L. collinsii* at different re-spout ages during the rainy season. In the table is observed that the CP content of the EB presented a rank from 22.31 to 27.15%, the NDF content had a rank from 49.36 to 53.75%, and the ACF kept a rank from 29.62 to 32.87%, the Ce content in this season presented a rank from 6.77 to 9.48%; the OM varied in a rank from 90.52 to 96.00% and finally, the DgrMS presented a rank from 53.01 to 63.78%. Statistically, the CP values for ages of 90 and 105 days were similar in between, but statistically lower ($P < 0.05$) at 30, 45, 60 and 75 days.

For the content of fiber, Ce, OM and DgrMS fractions at 24 h, none significant differences ($P > 0.05$) were found among treatments. The characteristics of the CP values might be due to the characteristic of the analyzed sample, since in the current research, was considered as edible matter the part which included leaflets and stems with less than six mm of thickness, which possibly had a degree of lignifications, with a filling effect that would affect the animal consumption (Lazcano, 200). It was found that at higher cutting age, was observed a lower CP content in the EB. The fiber contents reported for this season, were acceptable and did not present any variation, which might be due to the in the thin branches will persists a lower quantity of fiber, and

BC de *L. collinsii* a diferentes edades de rebrote en época de lluvia. En éste, se observa que el contenido de PC de la BC presentó un rango de 22,31 a 27,15 %; el contenido de FDN tuvo un rango de 49,36 a 53,75% en tanto, el contenido de FDA mantuvo un rango que fue de 29,62 a 32,87%; el contenido de Ce en esta época presentó un rango de 6,77 a 9,48%; la MO varió en un rango de 90,52 a 96,00% y finalmente, la DGRMS presentó un rango de 53,01 a 63,78%. Estadísticamente, los valores de PC para las edades de 90 y 105 días fueron similares entre sí, pero menores estadísticamente ($P < 0.05$) a los 30, 45, 60 y 75 días. Para el contenido de fracciones de fibra, Ce, MO y de DgrMS a 24 h, no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos. Las características de los valores reportados de PC, posiblemente se deban a la característica de la muestra analizada, ya que en este trabajo se consideró como materia comestible aquella parte que incluyó los folíolos y los tallos con menos de seis mm de grosor, los cuales posiblemente presentaban un grado de lignificación, pudiendo ejercer un efecto de llenado que afectaría el consumo animal (Lazcano, 2000). Se encontró que a mayor edad de corte se encontró un menor contenido de PC en la BC.

Los contenidos de fibras reportados para esta época, fueron aceptables y no presentaron variación, lo cual podría deberse a que en las ramas delgadas va a existir una menor cantidad de fibra y mayor cantidad de nitrógeno que en las ramas gruesas (Razz *et al.*, 1992).

higher quantity of nitrogen in the thick branches (Razz *et al.*, 1992).

The results indicate that during the rainy season, it is necessary to use *L. collinsii* until 75 days old, but its quality is high as well as the production of edible biomass. After this date, and due to a higher growth of the plant product of the rainfall, even though a high quantity of EB is observed, an increment in the NEB proportion is presented in the pruning material, which will be offered to the animal. It is well known that the re-sprout age to maximize the forage production might vary due to differences in the plant's morphology (Larbi *et al.*, 2005).

Conclusions

Even though the best CP quality presented at early cutting ages during the dry season, the edible biomass is being reduced, thus, after 75 days could be found a combination between higher biomass productions with a similar quality to the one obtained at earlier ages, considering the NEB, since after this time it increases. Likewise, during the rainy season, is suggested to use *L. collinsii* until 75 days old, because its quality is high, as well as the edible biomass production. After this date and maybe due to a higher growth of the plant product to rainfalls, the NEB proportion increases in the pruning material that will be offered to the animal.

End of english version

Cuadro 4. Valor nutritivo de la biomasa comestible de *L. collinsii* a diferentes edades de corte durante la época de lluvia (% de la MS).

Table 4. Nutritive value of the edible biomass of *L. collinsii* at different cutting ages during the rainy season (% of DM).

Variables	Edad de corte (días)										EEM
	30	45	60	75	90	105	120				
PC	27,15 ^a	26,90 ^a	25,44 ^a	25,42 ^a	24,42 ^b	23,71 ^b	22,31 ^c			0,41	
FDN	52,71	52,37	51,57	49,36	49,89	52,14	53,75			1,76	
FDA	32,87	33,03	30,22	29,62	33,06	30,44	31,79			1,69	
Ce	6,77	7,36	8,22	8,31	8,06	9,48	8,00			0,37	
MO	96,00	93,23	92,64	91,78	91,69	91,94	90,52			0,42	
DGRMS	62,15	56,39	63,78	63,60	61,37	56,39	53,01			3,35	

Medias en la misma hilera con letras distintas difieren estadísticamente (Tukey, $P < 0,05$)

PC= Proteína cruda; FDN= Fibra detergente neutra, FDA= Fibra detergente ácida; Ce= Cenizas; MO= Materia Orgánica; DGRMS=Degradación de Materia Seca a 24 h (MS)

EEM=Error estándar de la media ($P < 0,05$)

Los resultados indican que en la época de lluvia, es necesario hacer uso de *L. collinsii* hasta los 75 días de edad, pues su calidad es alta, así como la producción de biomasa comestible. Posterior a esta fecha, y debido a un crecimiento mayor de la planta producto de las lluvias, aunque existe una mayor cantidad de BC, también se presenta un mayor aumento en la proporción de BNC en el material de poda que será ofrecido al animal. Se conoce que la edad de rebrote para maximizar la producción de forraje puede variar debido a diferencias en la morfología de la planta (Larbi *et al.*, 2005).

Conclusiones

Para la época seca, aunque la mejor calidad, en términos de PC, se presentó a edades de corte tempranas, la producción de biomasa comestible es reducida, por lo que a partir de los 75 días, podría encontrarse una combinación entre mayor producción de biomasa con una calidad similar a lo obtenido en edades más tempranas, considerando la BNC ya que después de esta fecha ésta se incrementa. De la misma forma, en la época de lluvia, podría sugerirse hacer uso de *L. collinsii* hasta los 75 días de edad, pues su calidad es alta, así como la producción de biomasa comestible. Posterior a esta fecha, y debido a un crecimiento mayor de la planta producto de las lluvias, se incrementa la proporción de BNC en el material de poda que será ofrecido al animal.

Literatura citada

- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Washington, D. C. U.S.A.
- Argel, P. and G. Perez. 2008. Adaptation of new species of *Leucaena* in Costa Rica, Central America. DOI: http://www.ciat.cgiar.org/tropileche/documentos/articulos/articulos.pdf/leucaena2.pdf/leuc2_.pdf
- Argel, P. J. and G. Perez. 1997. LEUCNET *Leucaena* trials in Mexico, Central and South America, and early results from Costa Rica. LEUCNET News. No 4 July 1997. 13-14.
- Austin, M. D., W. Sun, J. Brewbaker, And M. T. Schifino-Wittmann. 1998. Potential for economic utilization of *Leucaena* hybrids. In: Shelton, H. M., Gutteridge, R. C., Mullen, B. F. and Bray, R. A. (eds) *Leucaena: Adaptation, Quality and Farming Systems*. Proceedings of a workshop held in Hanoi, Vietnam, 9-14 February, 1998. ACIAR, Canberra, Australia. pp. 82–85.
- Castillo A., R. Acasio, E. Victorio, F. A. Moog and R. Palis. 1998. Agronomic performance of new *Leucaena* species and hybrids in the Philippines. In: Shelton H. M., Gutteridge R. C., Mullen B. F. and Bray R. A. (Eds). *Leucaena: Adaptation, Quality and Farming Systems*. Proceedings of a workshop held in Hanoi, Vietnam, 9-14 February, 1998. ACIAR, Canberra, Australia. pp. 116–119.
- Baruch, Z. y M. J. Fisher. 1988. Factores climáticos y de competencia que afectan el desarrollo de la planta en el establecimiento de una pastura. *En*: Lascano, C. y J.M. Spain (Eds). *Establecimiento y Renovación de Pasturas*. VI Reunión del Comité Asesor de la RIEPT. Memorias. CIAT. Veracruz, México. pp. 103-142.
- Burner, D., D. Carrier, D. Belesky, D. Pote, A. Ares and E. C. Clausen. 2008. Yield components and nutritive value of

Robinia pseudoacacia and *Albizia julibrissin* in Arkansas, USA. *Agroforest Syst.* 72:51–62.

- Del Pozo, P. P., I. Jeréz, L. Fernández, P. Padilla y J. Ginoria. 2000. Análisis del crecimiento y desarrollo morfológico de la *Leucaena leucocephala* en un agroecosistema silvopastoril. Modelado del crecimiento. IV Taller Internacional Silvopastoril “Los Árboles y Arbustos en la Ganadería Tropical” Tomo I. Varadero, Cuba. pp. 24–26.
- Francisco, G., L. Simon y M. Soca. 1998. Efecto de tres alturas de corte en el rendimiento de biomasa de *Leucaena leucocephala* cv. CNIA-250. *Pastos y Forrajes.* 21:337.
- García, E. 1989. Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México. México. D.F. 246 p.
- Gómez C. H., J. Nahed y A. Tewolde. 2002. Analysis of dual purpose cattle production systems in Chiapas, Mexico. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal.* 10 (3): 175-183.
- Gonzalez-García E., O. Cáceres, H. Archimedes and H. Santana. 2009. Nutritive value of edible forage from two *Leucaena leucocephala* cultivars with different growth habit and morphology. *Agroforest Syst.* 77:131–141.
- González, J.C., A. Ayala y E. Gutiérrez. 2007. Composición química de especies arbóreas con potencial forrajero de la Región de Tierra Caliente, Michoacán, México. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola,* 41(1): 87-93.
- González, E. y O. Cáceres. 2002. Valor nutritivo de árboles, arbustos y otras plantas forrajeras para los rumiantes. *Pastos y Forrajes.* 25:15-25
- Hernández, H. R. E. 2011. Diagnóstico de la adopción y uso de *Leucaena (Leucaena collinsii)* establecida en banco de proteína como estrategia de intensificación ganadera. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad Autónoma de Chiapas. 115 p.
- Hernández, H. R. E. 2007. Diagnóstico de la adopción y uso del género *Leucaena* establecida en banco de proteína como estrategia de intensificación ganadera. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad Autónoma de Chiapas. 78 p.
- Hughes, C. E. 1993. *Leucaena* Genetic Resources. The OFI *Leucaena* seed collection and a synopsis of species characteristics. Oxford Forest Institute, Department of Plant Sciences, University of Oxford, UK. 117 p.
- Kaminski, P., M. T. Schifino-Wittmann and N. Rodriguez. 2005. Growth and survival of a range of *Leucaena* species in southern Brazil. *Tropical Grasslands.* 39 (1):1–8.
- Larbi, A., N. Anyanwu, U. Oji, I. Etela, L. D. Gbaraneh and D. O. Ladipo. 2005. Fodder yield and nutritive value of browse species in west African Humid tropics: response to age of coppice regrowth. *Agroforestry Systems.* 65: 197–205.
- Lascano, C. E. 2000. Selective Grazing on Grass–Legume Mixtures in Tropical Pastures. *In:* Lemaire G, Hodgson J, Moraes de A, Nabinger C, Carvalho PC de F, (editors). *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology.* CAB International. Wallingford, UK. p. 249-263.
- López, J.R., A. Elías, D. Delgado, R. González y L. Sarduy. 2009. Efecto de la suplementación con concentrado en la degradabilidad ruminal *in situ* de forraje de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en bucerros (*Bubalus bubalis*) *Revista Cubana de Ciencia Agrícola,* 43(2): 157-161.
- Mendoza, H., G. Tzec-Sima y F. Solorio. 2000. Efecto de las frecuencias de rebrote sobre la producción y calidad del follaje del árbol “Ramón” (*Brosimum alicastrum* Swartz) *Livestock Research for Rural Development* (12) 4. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd12/4/mend124.htm>.
- Mullen, B. F., B. F. Gabunada, H. M. Shelton and W. W. Stür. 2003. *Agronomic*

- evaluation of *Leucaena*. Part 2. Productivity of the genus for forage production in subtropical Australia and humid-tropical Philippines. *Agroforestry Systems* 58: 93–107.
- Norton, B. W. 1994. The nutritive value of tree legumes. In R. C. Gutteridge y H. M. Shelton, (eds). Forage tree legumes in tropical agriculture. CAB International. Wallingford, UK. p. 177-191.
- Orskov, E. R. and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science (Camb.)*. 92:499-503.
- Petit, A. J., F. Casanova y F. Solorio. 2010. Rendimiento de forraje de *Leucaena leucocephala*, *Guazuma ulmifolia* y *Moringa oleifera* asociadas y en monocultivo en un banco de forraje. *Revista Forestal Venezolana*. 54(2): 161-167.
- Pinto, R., D. Hernández, H. Gómez, M. Cobos, R. Quiroga y D. Pezo. 2010. Árboles forrajeros de tres regiones ganaderas de Chiapas, México: usos y características nutricionales. *Universidad y Ciencia*. 26(1):19-31.
- Pinto, R. R., H. Gómez, F. Medina, F. Guevara, A. Hernández y D. Hernández. 2008. Árboles forrajeros de Chiapas. 1ª Ed. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, C. R. 112 p.
- Razz, R., R. González, J. Faria, D. Espinosa y N. Faria. 1992. Efecto de la frecuencia e intensidad de defoliación sobre el valor nutritivo de la *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* (9):109-114.
- Reddy B. V. S., R. P. Sanjana, F. Bidinger and M. Blummel. 2003. Crop management factors influencing yield and quality of crop residues. *Field Crops Res.* 84:57–77.
- Sánchez, A., J. González y J. Faria. 2007. Evolución comparada de la composición química con la edad al corte en las especies *Leucaena leucocephala* y *L. trichodes*. *Zootecnia trop.* 25 (3): 233-236.
- Sánchez, A., C. Romero, C. Araque y R. Flores. 2005. Producción de materia seca de *Leucaena leucocephala* a diferentes edades de corte y épocas del año bajo un sistema de riego artesanal. *Zootecnia Trop.* 23(1):39-47.
- Sánchez, A., J. Faria 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.
- S. A. S. 1994. User's guide. 4 th ed. *Statistical Analysis Institute. Inc.* North Carolina. USA. P 470.
- Schifino-Wittmann, M. T. 2000. Hybrids between *Leucaena leucocephala* and *L. diversifolia* in Rio Grande do Sul, Southern Brazil; a summary. *Leucnet News*. 7:13–15.
- Solorio, S. F. J. 2005. Soil fertility and nutrient cycling in pure and mixed fodder bank systems using leguminous and non/leguminous shrubs. Ph.D. Thesis, Institute of Atmospheric and Environment Science. Edinburgh, Scotland. 200 p.
- Stür, W. W., H. M. Shelton and R. C. Gutteridge. 1994. Defoliation and management of forage tree Legumes in Tropical Agriculture. Wallingford, G. B. CAB International. p. 144-157.
- Toral, O. y J. M. Iglesias. 2007. Efecto de la poda en el rendimiento de biomasa de 20 accesiones de especies arbóreas. *Pastos y Forrajes*. 30 (3): 341-355
- Van Soest P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583–3597.
- Wencomo, H. y R. Ortiz. 2011. Capacidad de recuperación de 23 accesiones de *Leucaena* spp. después de la poda. *Pastos y Forrajes*. 34 (1): 53-68.