



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
CAMPUS V**



PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERO AGRONOMO

**Caracterización forrajera y nutricional de leucaena (*Leucaena leucocephala*)
establecida como banco de proteína y su efecto en becerras en crecimiento
en trópico seco**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de

INGENIERO AGRÓNOMO

Por

ROSELIA RAMÍREZ DÍAZ

DIRECTOR DE TESIS

DR. RENÉ PINTO RUIZ

Villaflores, Chiapas, México.

Febrero de 2011.

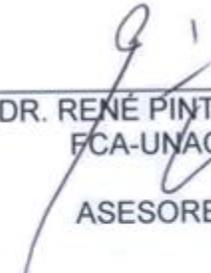


PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERO AGRÓNOMO
CUERPO ACADEMICO DE AGROFORESTERIA PECUARIA

Esta tesis titulada “**Caracterización forrajera y nutricional de leucaena (*Leucaena leucocephala*) establecida como banco de proteína y su efecto en becerras en crecimiento en trópico seco**”, realizada por el C. Roselia Ramírez Díaz, bajo la dirección y la asesoría indicada, ha sido aprobada y aceptada como requisito para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

DIRECTOR DE TESIS


DR. RENÉ PINTO RUIZ
FCA-UNACH
ASESORES


MC. FRANCISCO JAVIER
MEDINA JONAPA
FCA-UNACH


DR. HERIBERTO GOMEZ CASTRO
FCA-UNACH


ING. JESÚS CARMONA DE LA TORRE
ECOSUR


Ph. D. MUHAMMAD IBRAHIM
CATIE, TURRIALBA, COSTA RICA



PROGRAMA EDUCATIVO EN INGENIERO AGRÓNOMO

CUERPO ACADÉMICO DE AGROFORESTERÍA PECUARIA

La presente tesis titulada **“Caracterización forrajera y nutricional de leucaena (*Leucaena leucocephala*) establecida como banco de proteína y su efecto en becerras en crecimiento en trópico seco”**, está considerada dentro del proyecto **“Implementación de Buenas Prácticas Agroecológicas para la Recuperación de Tierras Degradadas, Mejoramiento de la Productividad y el Manejo de los Recursos Naturales en los Paisajes Ganaderos de Chiapas”**, el cual ha sido financiado por el Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica CONACYT Gobierno del Estado de Chiapas, con clave CHIS-2007-C07-78734 y cuyo responsable es el Dr. René Pinto Ruíz, es miembro del Cuerpo Académico y colaborador de la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento Producción Animal y Ambiente.

CONTENIDO GENERAL

INDICE DE CUADROS	i
INDICE DE FIGURAS	iii
1. INTRODUCCION	1
1.1 Objetivos específicos	2
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Situación actual de los sistemas de producción animal en el trópico.....	4
2.2 Sistemas silvopastoriles una alternativa para el manejo sostenible en la ganadería.....	5
2.3 Beneficio del uso de prácticas silvopastoriles en la sostenibilidad.....	6
2.4 Especies arbóreas potencialmente útiles para sistemas de producción ganaderos	7
2.5 Características forrajeras de la <i>Leucaena leucocephala</i>	8
2.6 Uso de leucaena en bancos proteínicos	9
2.7 Uso de la Leucaena en la producción de carne	10
3. MATERIALES Y METODOS.....	11
3.1 Localización y descripción del área de estudio	11
3.2 Experimento 1. Caracterización de la producción del banco proteínico de leucaena (<i>Leucaena leucocephala</i>)	13
3.2.1 Descripción del banco proteínico.....	13

3.2.2 Manejo previo del banco proteínico	13
3.2.3 Época de evaluación.....	14
3.2.4 Tratamientos evaluados.....	14
3.3 Variables evaluadas	15
3.3.1 Variable de apoyo	15
3.3.2 Biomasa comestible y no comestible	15
3.3.3 Calidad nutricional de la biomasa comestible	16
3.3.5 Comportamiento del rebrote	18
3.3.6 Diseño experimental y análisis estadístico	19
3.7 Experimento 2. Suplementación de <i>Leucaena leucocephala</i> establecida en banco proteínico en becerras en crecimiento	19
3.7. 1 Características de los animales utilizados y manejo.....	19
3.7.2 Características de las praderas de apacentamiento y manejo	20
3.7.3 Época de evaluación.....	21
3.7.4 Manejo de la suplementación	21
3.8 Variables evaluadas	21
3.8.1 Ganancia de peso.....	21
3.8.3 Diseño Experimental y análisis estadísticos	22
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23

4.1 Experimento 1. Caracterización de la producción del banco proteínico de <i>Leucaena leucocephala</i> durante el año.	23
4.1.1 Producción de biomasa comestible y no comestible de <i>Leucaena leucocephala</i> establecida en banco proteínico durante el año	23
4.1.1.1 Época seca.....	23
4.1.1.2 Época de lluvia	27
4.1.2 Valor nutritivo de la biomasa comestible de <i>Leucaena leucocephala</i> establecida en banco proteínico durante el año	32
4.1.2.1 Época seca.....	32
4.1.2.2. Época de lluvia	38
4.1.2.3. Comparación entre épocas.....	42
4.1.3 Crecimiento y número de rebrotes de <i>Leucaena leucocephala</i> establecida en banco proteínico durante el año	45
4.1.3.1 Época seca.....	45
4.1.3.2 Época de lluvia	46
4.1.3.3. Comparación entre épocas.....	48
4.2 Experimento 2. Suplementación de <i>Leucaena leucocephala</i> establecida en banco proteínico en becerras en crecimiento	49
4.2.1 Ganancia de peso de becerras en crecimiento pastoreando y suplementadas con <i>Leucaena leucocephala</i> establecida en banco proteínico durante el año.....	49

5. CONCLUSIÓN	54
6. LITERATURA CITADA	55

INDICE DE CUADROS

CUADRO No.	PAG
1. Días poscorte evaluados (tratamientos) para conocer la producción y calidad de la biomasa de leucaena (<i>Leucaena leucocephala</i>) establecida en un banco proteínico en dos épocas del año en condiciones de trópico seco.....	14
2. Días poscorte evaluados (tratamientos) para conocer las características de rebrote de leucaena (<i>Leucaena leucocephala</i>) establecida en un banco proteínico en dos épocas del año en condiciones de trópico seco.....	15
3. Producción de biomasa comestible y no comestible de <i>Leucaena leucocephala</i> (Kg de MS/ha) establecida en banco proteínico en época seca.....	24
4. Producción de biomasa comestible y no comestible de <i>Leucaena leucocephala</i> (Kg de MS/ha) establecida en banco proteínico en época de lluvia.	28
5. Valor nutritivo de la biomasa comestible de <i>Leucaena leucocephala</i> establecida en banco proteínico en época seca.....	33
6. Valor nutritivo de la biomasa comestible de <i>Leucaena leucocephala</i> establecida en banco proteínico en época de lluvia.	39
7. Calidad nutritiva de la biomasa comestible de un banco proteínico de biomasa comestible <i>Leucaena leucocephala</i> durante el año.....	43

8.	Longitud y número de rebrotes de <i>Leucaena leucocephala</i> establecida en banco proteínico en época seca.	46
9.	Longitud y número de rebrotes de <i>Leucaena leucocephala</i> establecida en banco proteínico en época de lluvia	47
10.	Longitud y número rebrotes de <i>Leucaena leucocephala</i> establecida en un banco proteínico durante el año.....	48
11.	Ganancia de peso (g) de becerras en crecimiento pastoreando y suplementadas con <i>Leucaena leucocephala</i> establecida en banco proteínico durante el año de evaluación.	50

INDICE DE FIGURAS

FIG. No	PAG
1. Localización del rancho “Tres Reyes” ubicado en el municipio de Villaflores, Chiapas	11
2. Producción de biomasa comestible y no comestible en Kg de MS/ha de <i>Leucaena leucocephala</i> en un banco proteínico durante la época seca.....	26
3. Precipitación pluvial (mm) registrada en el banco proteínico durante el experimento (año 2010).....	27
4. Producción de biomasa comestible y no comestible en Kg de MS/ha de <i>Leucaena leucocephala</i> en un banco proteínico durante la época de lluvia.	31
5. Interrelación entre la producción de biomada comestible y la edad del rebrote de la <i>Leucaena leucocephala</i> en época de lluvia	32
6. Interrelación entre el contenido de PC y la edad del rebrote de la <i>Leucaena leucocephala</i> en época de lluvia.	41
7. Comportamiento de la PC en la biomasa comestible de un banco proteínico de <i>Leucaena leucocephala</i> en dos épocas del año.	44
8. Comportamiento de FDN en la biomasa comestible de un banco proteínico de <i>Leucaena leucocephala</i> en dos épocas del año.	44
9. Comportamiento de FDA en la biomasa comestible de un banco proteínico de <i>Leucaena leucocephala</i> en dos épocas del año.	45

10. Comportamiento de la ganancia de peso en becerras bajo pastoreo
y suplementadas con *Leucaena leucocephala* en la época seca. 51
11. Comportamiento de la ganancia de peso en becerras bajo pastoreo
y suplementadas con *Leucaena leucocephala* en la época de lluvia..... 52

1. INTRODUCCION

En las zonas tropicales los sistemas de producción de carne bovina se dan bajo pastoreo extensivo (Howard-Borjas, 1995), caracterizándose por presentar baja productividad, un uso inadecuado de la tierra y baja rentabilidad (Tobías *et al*, 2001). Bajo estas condiciones, los pastizales naturalizados o introducidos son la base de alimentación del ganado (Aguirre y Huss 1981). Sin embargo, éstos presentan problemas relacionados con la disminución de su calidad nutricional y su disponibilidad principalmente en la época de secas (Gutiérrez, 1991).

Debido a las condiciones anteriores, los animales presentan bajas ganancias de peso en el período seguido al destete, con el consiguiente retardo en los procesos de crecimiento y madurez fisiológica, lo cual ha sido una limitante seria en la planificación de los programas de reemplazo en las ranchos ganaderos y en los costos de producción de los animales, ya que los animales necesitan de mayor tiempo para alcanzar la pubertad o bien, son vendidos pero con un menor peso, lo que se traduce en menores ingresos.

En consecuencia a la problemática planteada, se buscan alternativas que ataquen dichos problemas de una manera sostenible, es por ello que el uso de árboles con características forrajeras de alta calidad se vuelve una opción viable, Para regiones como el Centro de Chiapas, caracterizado como trópico seco, se ha

definido que *Leucaena leucocephala* es una especie altamente promisorio, pues se ha demostrado su alto potencial de establecimiento por sus amplios rangos edafoclimáticos, su mayor calidad nutricional, mayor preferencia en comparación a otras especies leñosas, alta capacidad de respuesta a la poda y un amplio conocimiento por parte de los productores (Pinto *et al.*, 2007).

Sin embargo, información, que aporte conocimientos sobre el comportamiento que esta especie tiene cuando es establecida en altas densidades (bancos proteínicos) y en condiciones de temporal, es escasa pero sumamente valiosa, por lo que la información generada se podría incluir su uso como una estrategia sostenible en fincas ganaderas. Por otro lado, el uso como suplemento se ha reportado en vacas y toretes pero no en becerras en crecimiento así también hay que reforzar la información de sus efectos en secas.

De acuerdo con lo anterior este trabajo tiene como objetivo general conocer la caracterización forrajera en distintas fechas de poda de *Leucaena leucocephala* establecida como banco proteínico y su efecto como suplemento en becerras en crecimiento en condiciones de trópico seco.

1.1 Objetivos específicos

- Caracterizar la producción de biomasa comestible y no comestible de *Leucaena leucocephala* en dos épocas del año

- Caracterizar la calidad nutricional de la *Leucaena leucocephala* en dos épocas del año
- Conocer las características del rebrote de *Leucaena leucocephala* en dos épocas del año
- Conocer el efecto de la suplementación con *Leucaena leucocephala* sobre la ganancia de peso en becerras en crecimiento en dos épocas del año.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Situación actual de los sistemas de producción animal en el trópico

La actividad ganadera aun se basa en el pastoreo extensivo como principal recurso alimenticio con uso de especies nativas y naturalizadas de bajo valor nutritivo que permiten cargas animales inferiores a 0.7 UA ha⁻¹ (González 1996, Szott et ál. 2000, Lobo 2004, Pirela 2005). Esto ocasiona problemas de sobrepastoreo, erosión, pérdida de capacidad productiva de biomasa, lo que conlleva al incremento de pasturas degradadas (Botero 1998, CATIE 2002, Pomareda y Stenfield 2000). Según Howard-Borjas (1995), los sistemas de producción bovina bajo pastoreo extensivo en las zonas tropicales, han causado un gran daño al medio ambiente y a la biodiversidad.

La baja productividad de la ganadería bovina en América tropical está determinada, en gran parte, por factores como, la ubicación de la ganadería en zonas marginales, con suelos ácidos infértiles, sequias prolongadas, presencia recurrente de plagas y enfermedades de los pastos con bajo potencial de crecimiento, animales con baja producción, factores alimenticios relacionados con la baja disponibilidad y calidad nutritiva de forraje utilizado (Ramírez *et al.* 2000).

2.2 Sistemas silvopastoriles una alternativa para el manejo sostenible en la ganadería

Los sistemas silvopastoriles son un tipo de agroforestería, en el cual los árboles o arbustos son combinados con ganado y producción de pastura en la misma unidad de tierra. Dentro de esta amplia categoría, varios tipos de sistemas y prácticas se pueden identificar dependiendo del papel del componente árbol/arbusto (Montagnini 1992, Cipagauta y Andrade 1997; Nair 1997, Ibrahim *et al.* 1998; Sánchez 1999).

La sostenibilidad de los sistemas silvopastoriles, se fundamenta en la capacidad de los árboles para producir biomasa con altos niveles de proteína, su posibilidad de aprovechar la energía solar y los recursos agua, aire y suelo (Simon 1996). Crespo *et al* (1995), señalaron que los árboles dentro del pastizal desempeñan un papel importante en el proceso del reciclado, ya que éstos crean condiciones propicias para el mantenimiento de la humedad, existiendo una relación directa entre la cantidad y calidad de la biomasa vegetal que se le ofrece al ganado.

Los sistemas silvopastoriles en los que se asocian pastos, arbustos y árboles forrajeros, pueden evitar la degradación del suelo, mejorar la gestión de la cuenca hidrográfica y proporcionar un hábitat variado a una amplia variedad de biodiversidad. Estos sistemas bien manejados, permiten mejorar tanto la calidad ambiental como la productividad pecuaria (FAO, 2007).

2.3 Beneficio del uso de prácticas silvopastoriles en la sostenibilidad

La sostenibilidad de las prácticas silvopastoriles, se fundamenta en la capacidad de los árboles para producir biomasa con altos niveles de proteína, su posibilidad de aprovechar la energía solar y los recursos agua, aire y suelo (Simon 1996). Al respecto Crespo *et al* (1995), señalaron que los árboles dentro del pastizal desempeñan un papel importante en el proceso del reciclado, ya que éstos crean condiciones propicias para el mantenimiento de la humedad, que junto con la acumulación de hojarasca, favorecen y estimulan la actividad de la biota del suelo, existiendo una relación directa entre la cantidad y calidad de la biomasa vegetal que se le ofrece al ganado, con la cantidad y velocidad del reciclado de los nutrientes en los ecosistemas de producción.

Las prácticas silvopastoriles con el uso de leguminosas en asociación con gramíneas, el sistema de producción ganadera llega a ser eficiente, rentable y sostenible. Es una tecnología de bajo costo que beneficia sobre todo a aquellos productores de baja capacidad de inversión (Araya *et al.* 1994, Cardona y Suárez 1996).

En la mayoría de los países subdesarrollados, el empleo de concentrados aumenta los costos de producción, el uso de árboles y arbustos leguminosos como fuente de forraje, constituye una alternativa viable en los sistemas de producción (Clavero, 1996).

2.4 Especies arbóreas **potencialmente útiles para sistemas de producción ganaderos**

En zonas tropicales de América Latina y el Caribe las leguminosas son ampliamente utilizadas como suplemento proteico para rumiantes y existe una tendencia a la búsqueda de nuevas fuentes de proteínas, en la que los árboles forrajeros podrían desempeñar un papel significativo (Clavero, 1998). No obstante, es conocido que la mayoría de las investigaciones con árboles que han podido constituir tecnologías para la alimentación bovina se basan principalmente en *L. leucocephala* y *G. sepium* (Alonso *et al.*, 1999)

Las características nutricionales y de producción de biomasa de muchas especies leñosas pueden permitir su integración ventajosa en los sistemas de producción animal. En la ganadería estas especies, pueden contribuir a mejorar la calidad de la dieta de los animales y a satisfacer la demanda de alimento en la época seca. Por otro lado, gracias a un sistema radicular más desarrollado que el de las forrajeras de piso, estas plantas podrían constituir un medio para promover el movimiento de nutrientes desde las capas inferiores del suelo a las capas superiores y así disminuir la pérdida de suelo por erosión en terrenos con pendientes pronunciadas (Araya *et al.* 1994).

Las especies arbustivas que contribuyen al incremento en la producción, en sistemas de doble propósito, en sitios con sequía prolongada, en pastoreo o corte y/o acarreo son *Gliricidia sepium*, *Erythrina* spp., *Leucaena leucocephala* (Argel,

1996). Hernández (1996) señaló que la inclusión de árboles y arbustos en la ganadería tropical incrementa la producción de leche y carne en forma acelerada y además garantiza la conservación de los recursos y el ambiente.

2.5 Características forrajeras de la *Leucaena leucocephala*

La *Leucaena leucocephala* es una especie de porte arbustivo, originaria de la América Tropical desde el sur de México hasta Nicaragua (Cardona y Suárez 1996).

La *Leucaena* es una especie que debido a diversas atribuciones como a su alto contenido de nutrientes de excelente calidad, alta producción de forraje, amplio rango de adaptación de tipos de suelos, excelente resistencia a época de seca y rápida capacidad de rebrote después del corte o pastoreo, ha sido utilizada para alimentación de bovinos en diversas situaciones (Faría-Mármol y Morillo 1997, Castillo *et al.* 2000).

Cáceres y Santana (1990), Zarragoitia *et al.* (1990), Cáceres y González (1998), Espinoza *et al.* (1998), reportan que el porcentaje de Proteína cruda (PC) en la *Leucaena* oscila entre 16,3 y 26,6% y que la digestibilidad *in vitro* de materia seca (DIVMS) es de 56,3 a 63,4%, para la materia seca (MS) el rango está entre 57,1 a 68,2 %. Como se puede observar estos valores son más altos que los encontrados en las gramíneas utilizadas comúnmente y también mayores a

algunos concentrados comerciales, lo cual nos permite obtener resultados alentadores en la producción de carne.

2.6 Uso de leucaena en bancos proteínicos

Shelton y Jones (1994) mencionan que los bancos de proteína son una alternativa para los productores que cuentan con poca dimensión de tierras, ya que permite intensificar la producción. Este sistema puede contribuir a mejorar la calidad de la dieta de los animales y a satisfacer la demanda de alimento en la época seca debido a las características nutricionales y de producción de biomasa.

Por otra parte Jordan (1992), señaló que los bancos de proteína, permiten un manejo diferenciado para las leguminosas asegurando su persistencia junto con la gramínea. Al respecto (Corbea, 1994), señaló, que la vía más eficaz de mantener la estabilidad en una asociación, es el empleo de leguminosas arbóreas y arbustivas solas o combinadas con leguminosas herbáceas, las cuales mostraron resultados satisfactorios, al aumentar la producción de leche y carne.

Se han realizado estudios que demuestran que el uso de leucaena en bancos forrajeros incrementa la producción de carne hasta en un 30%, según nivel productivo, por su excelente valor alimenticio al ser rica en proteína, vitaminas y carotenos, su digestibilidad y la preferencia por el ganado (Jordan, 1992).

2.7 Uso de la Leucaena en la producción de carne

La *Leucaena leucocephala*, es la especie más utilizada como fuente de proteína principalmente para rumiantes, en la mayor parte de países tropicales y subtropicales.

El uso de leucaena es una alternativa promisor para disminuir el uso de insumos externos para la finca, mejorar la calidad del pasto base y mejorar el medio ambiente para los animales; esto, a su vez, puede expresarse en un mejor comportamiento en términos de ganancia diaria de peso y producción de carne (Lamela *et al.* 2005).

Las altas ganancias de peso mostradas por animales que consumen dietas a base de leucaena, indican que el uso de esta especie constituye una opción para intensificar la productividad animal (Shelton y Jones 1994). Esta ventaja puede ser atribuida a la contribución que hace la leucaena en la ingestión de proteína cruda.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización y descripción del área de estudio

El presente trabajo se realizó en el ejido Francisco Villa I localizado en el municipio de Jiquipilas, Chiapas, ubicado en la Reserva de la Biosfera “La Sepultura”, la cual está ubicada entre los 16°00'18" y los 16°29'01" Norte y los 93°24'34" y los 94°07'35" Oeste (Hernández, 1995), comprende parte de los municipios de Arriaga, Cintalapa, Jiquipilas, Tonalá, Villacorzo y Villaflores; Abarcando una superficie total de 167,309-86-25 ha.

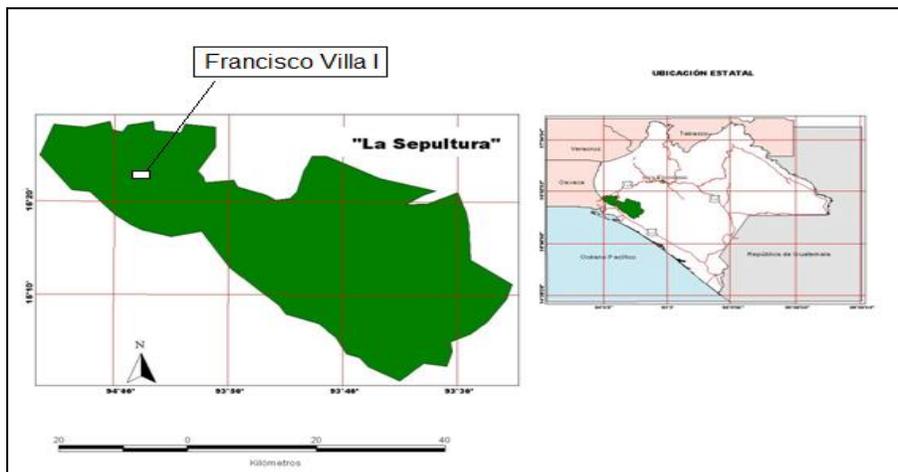


Figura 1. Localización de la comunidad Francisco Villa I, dentro de la Reserva de la Biosfera “La Sepultura”, municipio de Jiquipilas, Chiapas, México.

De acuerdo a la clasificación climática de Köpen y modificada por E. García, (INE y SEMARNAP, 1999), esta región presenta un clima cálido subhúmedo con

lluvias y canículas en verano Aw2 (w) registrando precipitaciones entre 1500 y 2000 mm. La distribución de las lluvias normalmente es de mayo a octubre y se presenta un período de sequía a finales de julio y principios de agosto. La temperatura media anual es de 24°C. La radiación solar es de aproximadamente el 60% con respecto a la total potencial, presentándose con mayor intensidad en marzo, durante el cual se registran las mayores temperaturas del año, mismas que llegan a ser de hasta 40°C. Se distribuye en dos cerros La Palmita y La Sepultura, en altitudes que van desde los 1000 hasta los 1300 m s.n.m.

Las características que presentan los suelos son Cambiosol crómico asociado a Regosol eútrico de textura media. Estos suelos se distribuyen en zonas muy localizadas de la reserva. Este suelo se caracteriza por ser de color rojizo o pardo oscuro y por tener una alta capacidad para retener nutrientes. Entre los principales ríos de la región destacan el tres Picos, el Tablón, Catarina y el Sierra Morena, los cuales forman parte de la cuenca Grijalva – Tuxtla Gutiérrez, los ríos Zanatenco, la Mica, las Arenas y Tiltepec, que desembocan en las lagunas y esteros de la Planicie Costera, formando parte de la cuenca del mar Muerto (Hernández, 1995).

3.2 Experimento 1. Caracterización de la producción del banco proteínico de leucaena (*Leucaena leucocephala*)

3.2.1 Descripción del banco proteínico

El banco proteínico utilizado fue de la leguminosa arbórea *Leucaena leucocephala* el cual fue establecido en mayo del 2008, con una densidad de población de 20,000 árboles x hectárea (alta densidad), teniendo un marco de siembra de 0.50 x 1.0 m. La parcela donde está establecido el banco proteínico es de un productor cooperante originario de la propia comunidad. El tamaño del banco proteínico fue de 20 x 20 m, y se utilizaron tres bloques de 7 x 10 m, cada bloque será dividido con siete tratamientos de 4 x 2 m aproximadamente.

3.2.2 Manejo previo del banco proteínico

Para evaluar al banco proteínico de *Leucaena leucocephala*, se realizó un corte de uniformización el 11 de diciembre del 2009 dejando a las plantas a una altura de 90 cm como señala Ortega *et al.* (2009). Cabe señalar que el banco proteínico no cuenta con riego, crece totalmente bajo temporal y no se le ha dado ninguna fertilización. El banco proteínico fue excluido totalmente de uso a través de una cerca con el fin de evitar que los animales puedan acceder a él.

3.2.3 Época de evaluación

La evaluación para la época seca fue realizada del 15 de enero al 15 de abril del 2010 mientras que la evaluación para la época lluviosa fue del 30 de mayo al 30 de agosto del mismo año.

3.2.4 Tratamientos evaluados

Para caracterizar la producción de biomasa y su calidad se evaluaron siete fechas postcorte (tratamiento) para cada época del año (Cuadro 1) con tres repeticiones (parcelas) por tratamiento. Para conocer las características del rebrote fueron evaluados siete edades del rebrote (fechas postcorte) (tratamiento) para cada época del año (Cuadro 2) con 21 repeticiones (plantas) por tratamiento.

Cuadro 1. Días poscorte evaluados (tratamientos) para conocer la producción y calidad de la biomasa de leucaena (*Leucaena leucocephala*) establecida en un banco proteínico en dos épocas del año en condiciones de trópico seco.

Tratamientos	Días post-corte*
1	30
2	45
3	60
4	75
5	90
6	105
7	120

*Considerados después de la poda de uniformización

Cuadro 2. Días poscorte evaluados (tratamientos) para conocer las características de rebrote de leucaena (*Leucaena leucocephala*) establecida en un banco proteínico en dos épocas del año en condiciones de trópico seco

Tratamientos	Días post-corte*
1	15
2	30
3	45
4	60
5	75
6	90
7	105

*Considerados después de la primer poda del tratamiento 1.

3.3 Variables evaluadas

3.3.1 Variable de apoyo

Medición de la precipitación. Previo al inicio del experimento fue instado un pluviómetro dentro de la parcela experimental, con la finalidad de obtener datos precisos de la precipitación del lugar, tomando lectura de los datos diariamente hasta finalizar con el experimento.

3.3.2 Biomasa comestible y no comestible

Para determinar la disponibilidad de biomasa comestible y no comestible del banco proteínico de *Leucaena leucocephala* se realizaron (a partir de la primera poda) siete podas que correspondieron a los tratamientos a una altura de

90 cm, con intervalos de 15 días y empleando tres repeticiones (bloques) en cada una de las podas.

El procedimiento que se siguió consistió en podar manualmente para posteriormente separar y pesar el material comestible y no comestible obtenido. Para la consideración de este último, se utilizaba un vernier a través del cual se medían los tallos igual o mayores de 0.5 mm los cuales fueron considerados como material leñoso (biomasa no comestible).

A la producción obtenida de ambos componentes (comestible y no comestible) en base tal como se ofrece se le estimaba la producción en base seca, para ello, se obtuvieron submuestras de 100 g de éstas, las cuales fueron medidas al horno a una temperatura de 60 °C por 24 horas para determinar su contenido de materia seca (MS). Con los datos se procedió a obtener los datos de producción en base seca.

3.3.3 Calidad nutricional de la biomasa comestible

Para conocer la calidad de la biomasa comestible obtenida, muestras de este material fueron secadas en estufa a 60 °C por 3 horas y posteriormente molidas en forma individual con la ayuda de un molino de motor tipo Wiley obteniendo submuestras de aproximadamente 150 g con un tamaño de molido aproximado de 2 mm. Las muestras fueron analizadas para determinar los contenidos de Proteína Cruda (PC), de acuerdo a la técnica del MicroKjeldahl

(Bateman, 1970), cenizas (Ce) y materia orgánica (MO) según A.O.A.C. (1980), las fracciones de fibra (Fibra Detergente Neutro (FDN) y Fibra Detergente Ácida (FDA), determinadas según la técnica de Van Soest y Robertson (1991). Todo lo anterior se llevó a cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Campus V de la Universidad Autónoma de Chiapas y en los Laboratorios del Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).

A las mismas muestras, se les determinó su degradación ruminal a 24 horas. Para ello, Se utilizó la técnica de la bolsa de nailon para medir la degradación ruminal de PC (Orskov y McDonald, 1979). Se emplearon bolsas de nylon de 10x20 cm y 50 micras de tamaño de poro (Bar Diamond Inc., Parma, Idaho, USA). Cada bolsa utilizada fue marcada, secada hasta obtener el peso constante (a 60°C por 48 h) y pesada en una balanza analítica. Posteriormente, fueron introducidas en cada una de ellas alrededor de 5 g de material vegetal de la especie en estudio.

El tamaño de la muestra incubada en cada bolsa fue determinado de acuerdo al área de la misma, determinada por $B \times H \times 2$, donde B = Base y H = Altura; y considerando 20 mg/cm^2

Las bolsas se introdujeron por triplicado a cada animal por cada tiempo de incubación. Todas las bolsas en el rumen estuvieron contenidas en una bolsa de corsetería.

Los tiempos de incubación fueron de 24 h para estimar la degradación ruminal de la materia seca (DGRMS).

Una vez terminados los tiempos de incubación respectivos, las bolsas fueron lavadas con agua hasta que el agua proveniente del lavado se obtuvo limpia, se dejó escurrir el exceso de agua y fueron introducidas en una estufa a 60 °C durante 48 h. Después de transcurrir 24 h, las bolsas se retiraron de la estufa para deshacer manualmente los grumos formados, posteriormente fueron colocadas de nuevo en la estufa durante las 24 h restantes que duró el secado completo de las mismas, esto es, hasta peso constante. Posteriormente, las bolsas fueron pesadas con la ayuda de una balanza analítica.

La desaparición de la materia seca (MS) fue estimada por diferencia entre la cantidad existente del material incubado menos la cantidad del material residual. Todos los datos fueron procesados en hojas de cálculo electrónica del programa Excel 4.0.

3.3.5 Comportamiento del rebrote

Este se midió con intervalos de quince días a partir de la primera poda para cada uno de los siete tratamientos.

Para conocer esta variable se midió el tamaño a través de su longitud y el número de rebrotes por tratamiento. Al finalizar la medición se obtuvieron rebrotes de 105, 90, 75, 60, 45, 30 y 15 días con siete repeticiones (plantas) por bloque y por tratamiento.

3.3.6 Diseño experimental y análisis estadístico

Los datos de producción de biomasa y su calidad fueron evaluados mediante un análisis de varianza para un diseño de bloques al azar con siete tratamientos y tres repeticiones por tratamiento (parcelas) para el caso de características del rebrote se empleó el mismo diseño pero con siete tratamientos y 21 repeticiones (plantas) por tratamiento. La comparación de medias se realizó utilizando el procedimiento de Tukey (SAS, 1994). Todos los análisis se realizaron utilizando procedimientos SAS (SAS, 1994).

3.7 Experimento 2. Suplementación de *Leucaena leucocephala* establecida en banco proteínico en becerras en crecimiento

3.7. 1 Características de los animales utilizados y manejo

Se trabajó con seis becerras de la cruce suiza-cebú de seis meses de edad, recién destetadas y con un peso promedio de 95.25 ± 5 Kg. Se buscó que las becerras fueran de características fenotípicas homogéneas y con un buen estado

nutricional para así evitar diferencias por la variedad genética. No se aplicó ningún tipo de desparasitante pero si un multivitaminico ADE (2 ml/50 kg PV), cabe señalar que las becerras tuvieron acceso libre al agua.

3.7.2 Características de las praderas de apacentamiento y manejo

Las praderas donde se trabajó fueron establecidas hace aproximadamente ocho años con el pasto estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) y desde su establecimiento no se le ha aplicado ningún tipo de fertilizante y el pasto crece bajo condiciones de temporal.

Con la finalidad de adecuar la superficie de los potreros a la carga animal, Previo a la introducción de los animales a la pradera se evaluó la disponibilidad de forraje del pasto estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) por medio de un método destructivo recomendado por Gutiérrez (1996). Este muestreo se realizó un día antes que ingresaran las becerras al potrero. Con la ayuda de un cuadrante de 1m² se realizaron 5 muestreos en cinco de oros. En cada muestreo se tomó lectura de la cobertura de pasto en el cuadrante. Para la estimación de biomasa en materia seca (MS), se tomaron las 5 muestras destructivas las cuales fueron pesadas por separado inmediatamente después de ser cortadas para conocer el peso del forraje en “verde”, posteriormente se mezclaron todas las muestras y se tomó una submuestra de 200 g las cuales fueron secadas a 60° C por 24 horas para obtener un peso constante y estimar la disponibilidad de pasto en base seca.

3.7.3 Época de evaluación

Esta se realizó en dos etapas, la primera correspondió a la época seca que comprendió del 21 de marzo al 2 de mayo del año 2010 y la segunda etapa correspondió a la época de lluvias del 27 de junio al 8 de agosto del mismo año.

3.7.4 Manejo de la suplementación

El nivel de suplementación de *Leucaena leucocephala* utilizado fue del 0.6 % del peso vivo promedio de las becerras. La leucaena se obtuvo del banco de proteínico antes descrito (Experimento 1), ésta fue cosechada manualmente y de manera diaria. La suplementación se realizó directamente en el potrero, utilizando un comedero y por la tarde. El experimento duró 45 días en ambas épocas (seca y lluvia).

3.8 Variables evaluadas

3.8.1 Ganancia de peso

Para estimar la ganancia de peso total y diaria por época se realizó el pesaje cada quince días, tratando que las pesadas fueran en las primeras horas del día y dejando a las becerras un periodo de 12 horas en ayuno en un corral,

para evitar algún tipo de error en el pesaje debido al consumo de alimento y también disminuir el estrés por manejo.

Para conocer la ganancia de peso total, se realizó mediante la diferencia encontrada entre el peso inicial y final de la época, para calcular la ganancia diaria de peso se utilizó la siguiente fórmula:

$$GP = \frac{PTA - PI}{\text{Días}}$$

donde

GP= Ganancia diaria de peso (kg ternero-1 época-1 y kg ternero-1 día-1)

PTA = Peso total del animal (kg ternero-1)

PI= Peso inicial (kg ternero-1)

Días = N días.

3.8.3 Diseño Experimental y análisis estadísticos

Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza factorial 2x2 (dos tratamientos y dos épocas) en un diseño completamente al azar con tres repeticiones por tratamiento (animales). La comparación de medias se realizó utilizando el procedimiento de Tukey (SAS, 1994). Todos los análisis se realizaron utilizando procedimientos SAS (SAS, 1994).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Experimento 1. Caracterización de la producción del banco proteínico de *Leucaena leucocephala* durante el año.

4.1.1 Producción de biomasa comestible y no comestible de *Leucaena leucocephala* establecida en banco proteínico durante el año

4.1.1.1 Época seca

En el Cuadro 3 se presentan los valores obtenidos para las variables de biomasa comestible (BC) y no comestible (BNC) (Kg de MS/ha) de un banco proteínico de *L. leucocephala* en época seca a diferentes edades de rebrote. En éste se observa que no existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) para estas variables, sin embargo, la mayor producción de BC (1 868.72 kg de MS/ha) se encontró a los 105 días posteriores a la poda, difiriendo ligeramente a lo reportado por Sánchez (1993), quien encontró las mayores producciones de biomasa comestible en esa especie forrajera durante la época de seca a los 90 días (885 kg MS/ha). Respecto a la BNC, la mayor producción se produjo a los 120 días (950.27 kg de MS/ha).

Por otro lado, Ozman (1981) reportó producciones de BC en *L. leucocephala* a 90 días en la época seca de 808 kg MS/ha, valores similares a los

encontrados en este trabajo (836.7 kg MS/ha). Por su parte, Anon (1987) informó una producción acumulada de BC de 7 t MS/ha durante la época seca, rendimiento similar a lo reportado en este trabajo (producción acumulada 7.304 t de MS/ha).

Cuadro 3. Producción de biomasa comestible y no comestible de *Leucaena leucocephala* (Kg de MS/ha) establecida en banco proteínico en época seca.

Variables	Edad de rebrote (días)							EEM
	30	45	60	75	90	105	120	
BC	1086.77 ^a	938.67 ^a	587.93 ^a	739.70 ^a	836.7 ^a	1868.72 ^a	1245.2 ^a	123.7
BNC	669.47 ^a	286.27 ^a	239.73 ^a	257.3 ^a	572.13 ^a	751.33 ^a	950.27 ^a	74.99

Medias en la misma hilera con letras distintas difieren estadísticamente (Tukey, P<0.05)

BC= Biomasa comestible; BNC= Biomasa no comestible.

EEM=Error estándar de la media.

En la Figura 1 se observa el comportamiento de la producción de BC y BNC en la época seca; se nota un decremento importante en el periodo que abarca los 45 y 90 días poscorte (febrero y abril), lo cual coincidió con la parte más crítica de la época seca, siendo el mes de febrero (60 días poscorte) el que reportó la menor producción de biomasa, sin existir diferencias significativas ($P > 0.05$) (Cuadro 3), observándose una recuperación en la producción después de los 90 días poscorte (mayo).

La explicación al decremento en la producción se puede atribuir a que las plantas tuvieron un crecimiento lento causado por un estrés hídrico debido a la falta de humedad, afectando la diferenciación de tejidos nuevos y la expansión de los ya formados, así como una reducción de la tasa fotosintética (Slater, 1969).

Bonilla *et al.* (2008) observaron, en un trabajo similar, que la máxima producción de *Leucaena* se alcanzó en diciembre y junio, épocas antecedidas y precedidas de los meses con presencia de precipitación pluvial (Noviembre y Mayo, respectivamente), lo anterior respalda a lo encontrado en este trabajo ya que se observó un pico en la producción de biomasa a los 30 días postcorte (Figura 2), cuando aun había humedad residual (Enero) y otro pico (105 días postcorte) cuando la precipitación había comenzado (Abril) (Figura 3). Teniendo en cuenta que la poda inicial en este trabajo se realizó a en diciembre.

Sánchez *et al.* (2003) afirman que las fluctuaciones en la producción de biomasa muestran un patrón de producción, que revela un aumento en las épocas de mayor precipitación y menor en la de menor precipitación, lo cual está asociado al déficit hídrico, ante el cual las plantas reaccionan perdiendo el follaje.

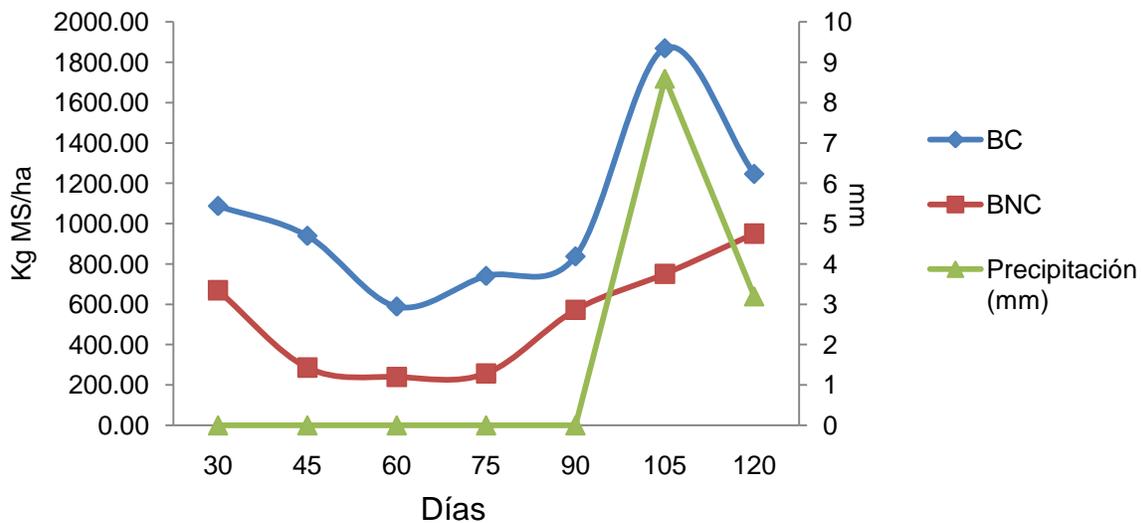


Figura 2. Producción de biomasa comestible y no comestible en Kg de MS/ha de *Leucaena leucocephala* en un banco proteínico durante la época seca.

Al respecto, Oakes (1968) señala que la humedad del suelo es un factor crítico, al igual que la precipitación y su distribución, independientemente de que esta planta tiene un sistema radicular profundo y es tolerante a la sequía.

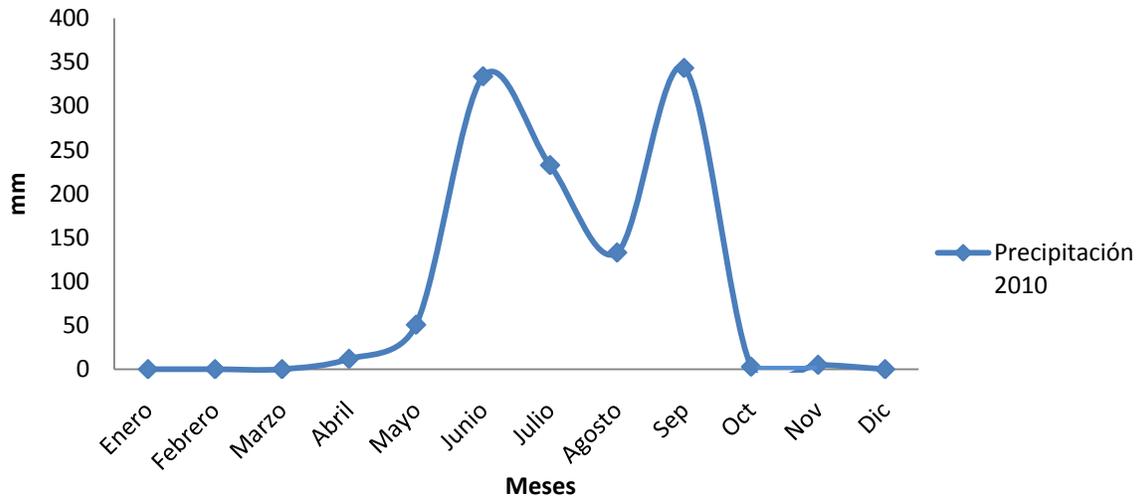


Figura 3. Precipitación pluvial (mm) registrada en el banco proteínico durante el experimento (año 2010).

En la Figura 1 se aprecia que a los 120 días la producción de BC decae considerablemente, este fenómeno se le puede atribuir que a partir de los 80 a 190 días en las especies arbóreas se produce una alta interceptación de luz y las hojas viejas comienzan a caer dando lugar a nuevos rebrotes (Sürt *et al.*, 1994).

4.1.1.2 Época de lluvia

Por otro lado, en el Cuadro 4 se presentan los Kg de MS/ha de BC y BNC de un banco proteínico de *L. leucocephala* en época de lluvia a diferentes edades de rebrote. En este se observa que existieron diferencias significativas ($P < 0.05$) para la producción de BC, obteniendo mejores rendimientos a los 60, 75, 90 y 105

días postcorte (2859.54, 4002.16, 3862.61 y 4463.29 Kg de MS/ha, respectivamente), seguidos por 45 días (1524.27 Kg de MS/ha, respectivamente) y finalmente a los 30 días, edad que presentó la menor producción de BC (1034.56 Kg de MS/ha).

Cuadro 4. Producción de biomasa comestible y no comestible de *Leucaena leucocephala* (Kg de MS/ha) establecida en banco proteínico en época de lluvia.

Variables	Edad de rebrote (días)						EEM
	30	45	60	75	90	105	
BC	1034.56 ^b	1524.27 ^b	2859.54 ^a	4002.16 ^a	3862.61 ^a	4463.29 ^a	339.47
BNC	2.25 ^c	171.9 ^b	1457.05 ^b	3074.15 ^b	6685.85 ^a	8109.5 ^a	787.86

Medias en la misma hilera con letras distintas difieren estadísticamente (Tukey, $P < 0.05$)
 BC= Biomasa comestible; BNC= Biomasa no comestible.
 EEM=Error estándar de la media.

Con relación a la producción de BNC, al analizar esta variable, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$), obteniéndose los mayores rendimientos a los 90 y 105 días postcorte (6685.85 y 8109.5 Kg de MS/ha, respectivamente), seguidos por los días 45, 60 y 75 (171.9, 1457.05 y 3074.15 Kg de MS, respectivamente) para, finalmente, encontrar la menor producción a los 30 días (2.25 Kg de MS/ha).

La baja producción de BC a los 30 días (mayo) ($P < 0.05$) podría deberse al estrés ocasionado por la poda y la sequía antecedida. Por otro lado, la alta producción de BNC ($P < 0.05$) a los 90 y 105 días (Julio y Agosto), podría estar

asociada a la alta presencia de precipitación pluvial (Figura 2), 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).

Con relación a la producción de BC, Torres *et al.* (2000) reportan producciones promedio (no acumuladas) de 3599 kg de MS/ha en época de lluvia. Resultado superior a lo reportado en este trabajo en la misma época (producción promedio 2957.73 kg de MS/ha). Sin embargo, la producción de BC acumulada fue de 17 746.43 kg de MS/ha, resultado similar a lo reportado por Anon (1987) bajo condiciones de riego (12 a 17 t de MS/ha). Mientras que Lahane *et al.* (1987), al evaluar 18 variedades de *Leucaena* durante 3 años consecutivos, obtuvieron producciones acumuladas superiores a las 19 t de MS/ha.

En la Figura 3, se presenta la curva de comportamiento de la producción de BC y BNC antes mencionado. En dicha figura se observa que a partir de los 75 días la producción de BNC se incrementa, mientras que la BC disminuye. 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).

Es muy importante conocer esta curva de crecimiento, para tener conocimiento que la edad de rebrote tiene influencia sobre los componentes estructurales, afectando de esta forma su calidad nutritiva (Olivares *et al.*, 2005).

Este comportamiento podría deberse a que después de los 75 días los árboles de *Leucaena* presentan un incremento en la altura y aumentan la producción de BNC, mientras que la cantidad de hojas permanece estable o con pequeños incrementos (Sürt *et al.* 1994).

Según Olivares *et al.*, (2005), las leguminosas arbustivas tienden a presentar una curva donde, en una primera fase, experimentan un crecimiento sostenido hasta alcanzar un máximo rendimiento para la producción de BC logrando una relación hoja-tallo satisfactoria; en la fase siguiente, la producción de BC declina de manera significativa predominando la presencia de tallos lignificados. Esto explica la Figura 4.

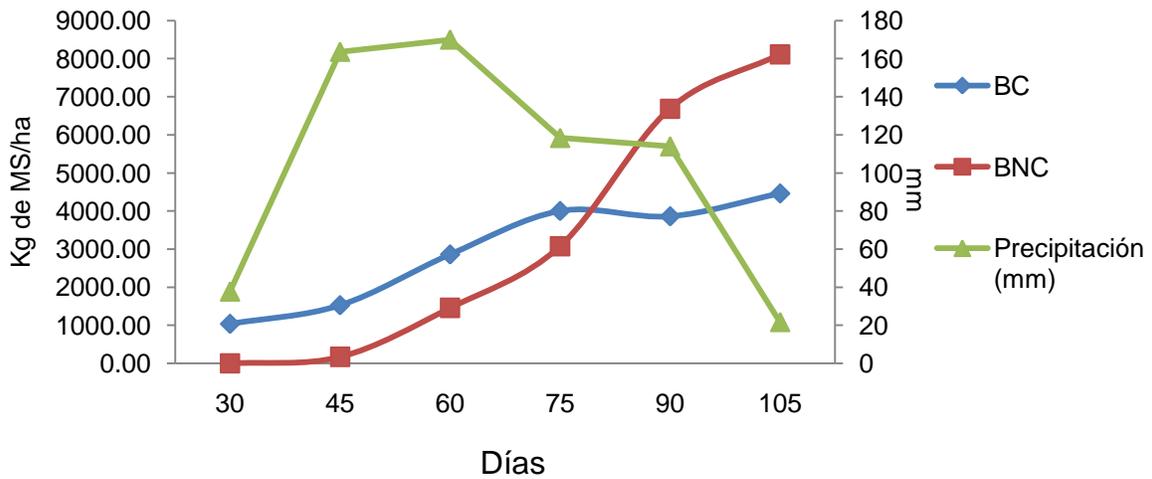


Figura 4. Producción de biomasa comestible y no comestible en Kg de MS/ha de *Leucaena leucocephala* en un banco proteínico durante la época de lluvia.

Considerando que la producción de biomasa comestible (PBC) de la *Leucaena leucocephala* depende de la edad del rebrote de la misma, se realizó la siguiente regresión para predecir la PBC a partir de la edad del rebrote y se presenta en la Figura 5.

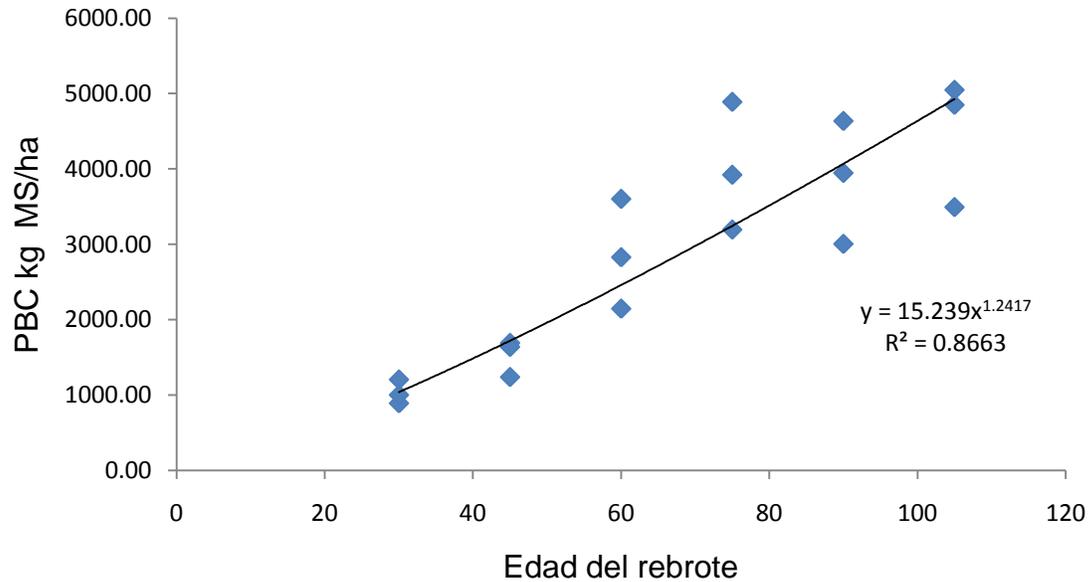


Figura 5. Interrelación entre la producción de biomada comestible y la edad del rebrote de la *Leucaena leucocephala* en época de lluvia.

4.1.2 Valor nutritivo de la biomasa comestible de *Leucaena leucocephala* establecida en banco proteínico durante el año

4.1.2.1 Época de seca

En el Cuadro 5 se presentan los resultados del valor nutritivo de la *L. leucocephala* en época seca a diferentes edades de rebrote. En éste se observa que el contenido de Proteína Cruda (PC) de la BC presentó un rango que fue de 15.31 a 21.94 % con un promedio de 18 %. Por otro lado, el contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) varió de 38.14 a 63.07% con un promedio de 50.24% mientras que el contenido de Fibra Detergente Acida (FDA) varió de 20.58 a

44.22% con un promedio de 32.66%; el contenido de Cenizas (Ce) obtuvo un rango de 6.89 a 8.2% con un promedio de 7.1%; la Materia Orgánica (MO) presentó un rango de 91.8 a 93.84 % con un promedio de 92.9% y finalmente para la Degradación ruminal a 24 horas (DGRMS) se obtuvo un rango que fue de 49.35 a 58.56% con un promedio de 54.16 %.

Cuadro 5. Valor nutritivo de la biomasa comestible de *Leucaena leucocephala* establecida en banco proteínico en época seca

Variables	Edad de rebrote (días)							EEM
	30	45	60	75	90	105	120	
PC	15.84 ^b	20.88 ^a	15.31 ^c	17.11 ^a	15.71 ^b	19.38 ^a	21.94 ^a	0.67
FDN	52.64 ^a	63.07 ^a	48.18 ^a	49.19 ^a	51.54 ^a	48.88 ^a	38.14 ^b	2.04
FDA	33.36 ^a	32.56 ^a	29.59 ^b	37.58 ^a	44.22 ^a	30.75 ^a	20.58 ^c	1.75
Ce	8.20 ^a	7.33 ^a	6.93 ^a	7.18 ^a	7.01 ^a	6.89 ^a	6.16 ^b	0.18
MO	91.8 ^d	92.67 ^d	93.07 ^b	92.82 ^b	92.99 ^e	93.11 ^c	93.84 ^a	0.66
DGRMS	58.56 ^a	58.09 ^a	56.96 ^a	53.54 ^a	49.35 ^a	50.06 ^a	52.6 ^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.

Estadísticamente, los valores de PC para la BC de 45, 75, 105 y 120 días postcorte (20.88, 17.11, 19.38 y 21.94 %, respectivamente) fueron los más altos pero similares entre sí y diferentes ($P < 0.05$) al contenido de PC encontrado a los 30 y 90 días (15.80 y 15.71%, respectivamente). Los valores más bajos ($P < 0.05$) fueron los encontrados en la BC de 60 días postcorte (15.31%) (Cuadro 5).

Como se observa en el Cuadro 5, a los 60 días postcorte se encontró el menor porcentaje de PC en la BC, este fenómeno posiblemente se deba a que en

esta fecha se encontró la menor producción de BC y es posible que se haya incrementado la presencia de tallos finos (<0.5 mm) en la muestra compuesta analizada, obteniendo, como consecuencia, un menor contenido de PC debido al incremento de los elementos estructurales (Razz *et al.* 1992).

Según Garmendia (2007), la edad del forraje tiene una inmensa influencia sobre su contenido de proteína. En ese sentido, en este trabajo se observa que a mayor edad de los árboles (105 y 120 días) se encontró un mayor contenido de PC en la BC, este resultado difiere a lo reportado por Sánchez y Mármol (2008) quienes reportan que en la *L. leucocephala* el contenido de PC disminuye conforme a la edad de la planta. Los mismos autores señalan que en la época seca el contenido de PC no llega a ser menor del 18 %. Este resultado coincide con el promedio obtenido en este trabajo (18%) en la misma época con la misma especie.

Al respecto, Saavedra *et al.* (1987) analizaron la calidad de la biomasa comestible de la *Leucaena* a dos diferentes edades de rebrote (98 y 143 días), encontrando que no existió una disminución significativa por el efecto de la edad del rebrote en el contenido de PC (20.3 y 19.9, respectivamente).

Por su parte, Palma *et al.* (1999) estudiaron calidad del rebrote a los 45, 90 y 150 días, encontrando una pequeña disminución en el contenido de PC por efecto de la edad del rebrote (32.8, 32.16 y 31.7, respectivamente), sin embargo, la disminución el contenido de PC no fue significativa.

Esta situación posiblemente se deba 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 5 mm de grosor, manteniendo e incluso aumentado el contenido de PC (Saavedra *et al.* 1987).

Esta característica de los árboles forrajeros, de mantener el valor nutritivo de su follaje independientemente de la edad de rebrote, es su principal ventaja comparativa comparada con las gramíneas en el medio tropical (Mendoza *et al.* 2000).

Por otro lado, el contenido de proteína cruda encontrado en este trabajo ofrece un potencial como medio para hacer disponible la proteína de alta calidad para el animal (Saucedo *et al.*, 1980), a tal punto que es factible disminuir o eliminar el uso de concentrados (Flores, 1979). Esto tiene mucha importancia en la nutrición de ganado doble propósito por el bajo nivel de proteína de las gramíneas, principalmente durante el período seco, siendo con frecuencia este el principal factor que limita el comportamiento de la producción láctea y ganancia de peso (Mapoon, 1980).

El contenido de PC reportado en este trabajo (promedio de 18%) para la época seca supera ampliamente el contenido de PC de los pastos de la región, el cual es reportado con promedios de 6.5 y normalmente no exceden del 10% de PC % (Pinto, 1995), mientras que el porcentaje mínimo de PC requerido por los rumiantes es del 6% (Leng, 1986), lo que manifiesta el potencial de esta especie

de, cuando menos, cubrir los requerimientos de mantenimiento de los animales rumiantes.

Con respecto al contenido de FDN en la BC, el análisis reveló valores estadísticamente iguales para los 30, 45, 60, 75, 90 y 105 días poscorte (52.64, 63.07, 48.18, 49.19, 51.54 y 48.88%, respectivamente), siendo diferente ($P < 0.05$) al contenido hallado en la BC de 120 días poscorte (38.14%). Por otro lado, el contenido de FDA en la BC fue similar para los 30, 45, 75, 90 y 105 días poscorte (33.36, 32.56, 37.58, 44.22 y 30.75%, respectivamente), pero diferentes ($P < 0.05$) a los 60 días (29.59%) y más aún para 120 días (20.58%).

Para el contenido de FDN de *Leucaena leucocephala*, Flores *et al.* (1998) reportan valores de de 45.2% en época seca, resultado inferior a la encontrado en este trabajo (50.23 %). Los mismos autores obtuvieron un valor de 25.5% de FDA en la misma época, valores que también son inferiores a los encontrados en este trabajo (32.66%).

El incremento en el contenido de fibras (FDN y FDA) se debe a la edad del corte de la planta, sin embargo, aun cuando tienden a aumentar en el contenido sus incrementos son suaves a moderados (Sánchez *et al.* 2007).

Con respecto al contenido de Cenizas (Ce) en la BC, no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) excepto en la BC de 120 días poscorte (6.16%). El valor de la MO para la BC de 120 días poscorte fue superior

estadísticamente ($P < 0.05$) a lo encontrado para la BC de 60 y 75 días poscorte y más aún para la de 90 días, reportándose los valores estadísticamente más bajos para la BC de 30 y 45 días poscorte.

Para el contenido de Ce, Llamas (1998) reporta valores de 10.3 % de Ce para la misma época y especie, resultado superior a lo encontrado en este trabajo (7.1%). Para el contenido de MO, Reyes (2006) y Bobadilla y Ramírez (2006) reportan un valor promedio de 91.6%, este resultado es similar a la encontrado en este trabajo (92.9%).

El comportamiento presentado por PC, FDN, FDA y DGRMS, podría deberse a que el valor nutritivo de los árboles forrajeros varía en los diferentes componentes de la biomasa arbórea: las hojas presentan una mayor concentración de nutrientes que las ramas y tallos (Benavides, 1991), recordando que en el presenta trabajo únicamente se analizaron hojas y tallos tiernos (< 0.5 mm).

El análisis estadístico para la degradación de materia seca a 24 h (DGRMS) de la BC reveló que no existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos, sin embargo, el mayor porcentaje de DGRMS se presentó a los 30 días (58.56%), mientras que a los 90 días se presentó el menor valor (49.35%). 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 (Sánchez, 1993).

Velasco (2004) reporta valores de digestibilidad de *Leucaena leucocephala* de 48% en época seca, valores que son inferiores a los encontrados en este trabajo. Sin embargo, Norton (1994), mencionan 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 (49.35 a 58.56%).

4.1.2.2. Época de lluvia

En el Cuadro 6 se presentan los resultados del valor nutritivo de la BC de *L. leucocephala* 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 27.90 %, con un promedio de 25.05%; el contenido de FDN tuvo un rango de 46.36 a 63.75% con un promedio de 60.26% en tanto el contenido de FDA mantuvo un rango que va de 29.62 a 40.44% con un promedio de 35 %; el contenido de Ce en esta época presentó un rango que va de 6.77 a 9.48% con un promedio de 8.03%; la MO varió en un rango que fue de 90.52 a 96% con un promedio de 92.54 y finalmente, la DGRMS presentó un rango que fue de 51.01 a 63.78% con un promedio 60.5%.

Cuadro 6. Valor nutritivo de la biomasa comestible de *Leucaena leucocephala* establecida en banco proteínico en época de lluvia.

Variables	Días							EEM
	30	45	60	75	90	105	120	
PC	22.31 ^c	23.71 ^b	24.42 ^b	25.42 ^a	25.44 ^a	27.90 ^a	26.15 ^a	0.41
FDN	63.75 ^a	58.14 ^a	79.89 ^a	46.36 ^a	61.57 ^a	52.37 ^a	59.71 ^a	1.76
FDA	31.79 ^a	40.44 ^a	37.06 ^a	29.62 ^a	40.22 ^a	33.03 ^a	32.87 ^a	1.69
Ce	8.00 ^a	9.48 ^a	8.06 ^a	8.31 ^a	8.22 ^a	7.36 ^a	6.77 ^a	0.37
MO	96 ^a	90.52 ^a	91.94 ^a	91.69 ^a	91.78 ^a	92.64 ^a	93.23 ^a	0.42
DGRMS	62.15 ^a	63.33 ^a	63.78 ^a	63.60 ^a	61.37 ^a	56.39 ^a	53.01 ^a	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.

EEM=Error estándar de la media;

Estadísticamente, los valores de PC para 75, 90, 105 y 120 días (25.42, 25.44, 27.90 y 26.15%, respectivamente) fueron similares entre sí pero diferentes ($P < 0.05$) a los 45 y 60 días (23.71 y 24.42%, respectivamente) y más diferente para 30 días (22.31%).

Esta situación posiblemente se deba 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 5 mm de grosor, manteniendo e incluso aumentado el contenido de PC (Saavedra *et al.* 1987).

Para el contenido de FDN no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$), sin embargo el mayor contenido de FDN se encontró a los 30 días (63.75%); el mayor contenido de FDA se encontró a los 45 días (40.44%), cabe

señalar que tampoco se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos.

Los contenidos de fibras fueron estables en esta época, estos resultados fueron aceptables, ya que de lo contrario, se sabe que una alta concentración de FDA en forrajes se ha asociado con bajas digestibilidades a nivel ruminal, mientras que una alta concentración de FDN se asocia a un menor consumo de alimento (Fahey y Berger, 1988).

Razz *et al.* (1992) reportan que en las ramas finas va a existir una menor cantidad de fibra y mayor cantidad de nitrógeno que en las ramas gruesas, es muy probable que por lo que menciona el autor se haya encontrado dicho comportamiento en las fibras en este trabajo.

Por su parte, García *et al.* (2006), estudiando la biomasa comestible de algunas especies representativas de los géneros *Albizia*, *Cassia* y *Pithecellobium*, informaron una mayor digestibilidad inicial y efectiva de los forrajes con menores proporciones de compuestos lignocelulósicos (FDN y FDA).

En el contenido de Ce no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$), sin embargo, el mayor contenido se encontró a los 45 días (9.48); la MO presentó el mismo caso, no existió diferencias significativas ($P > 0.05$).

En la DGRMS tampoco se encontró diferencias significativas ($P > 0.05$), sin embargo, el mayor porcentaje de degradación fue a los 60 días de edad del rebrote (63.77%).

Considerando que el contenido de PC de la *Leucaena leucocephala* depende de la edad del rebrote, se realizó la siguiente regresión para predecir el contenido de PC a partir de la edad del rebrote y se presenta en la Figura 6.

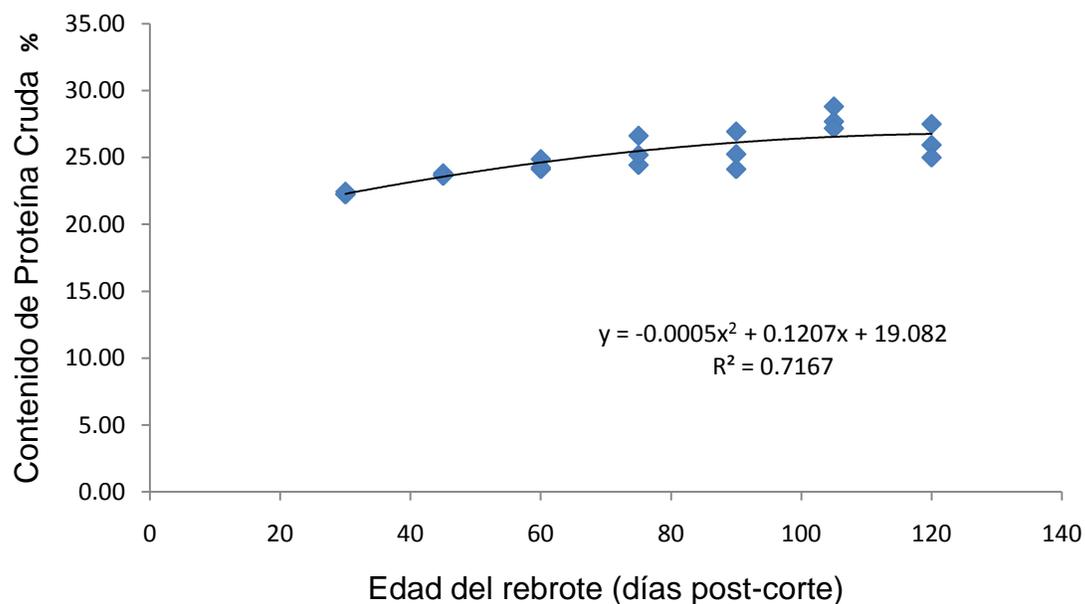


Figura 6. Interrelación entre el contenido de PC y la edad del rebrote de la *Leucaena leucocephala* en época de lluvia.

4.1.2.3. Comparación entre épocas

En el Cuadro 7 se presenta el análisis comparativo, para cada una de las épocas (seca y lluvia), de las variables de calidad de la BC de *L. leucocephala*. En éste se observa que el contenido de PC fue significativamente diferente ($P < 0.05$) entre épocas, reportándose un mayor contenido de PC en la BC producida en la época de lluvia (25.05%) (Figura 7).

Esta respuesta posiblemente se deba a que, durante la época seca, el déficit hídrico ocasionó una restricción en el crecimiento de la planta y en la fijación del nitrógeno, produciendo además un aumento en la mortalidad de las hojas viejas y por lo tanto un incremento en la proporción del material senescente, ocasionando una reducción del Nitrógeno en la planta y un menor contenido de PC (Razz *et al.* 1992).

Para el contenido de FDN y FDA en la BC no se encontraron diferencias significativas entre épocas ($P > 0.05$), la respuesta podría estar asociada con la alta variabilidad de estos componentes de la fibra durante la época de lluvias (Figura 8 y 9). Con relación al contenido de Ce, los valores fueron significativamente diferentes ($P < 0.05$), obteniendo el mayor contenido en la época de lluvia (8.03%); para el contenido de MO no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$). Respecto a la DGRMS, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre épocas, obteniéndose valores más altos en la época de lluvia (60.5%) (Figura 8).

La humedad adecuada del suelo durante la fase de producción es muy importante para maximizar el crecimiento y aumentar la calidad de la biomasa comestible, sin embargo, el estrés por agua puede reducir la nodulación y, consecuentemente, la fijación de nitrógeno y el crecimiento. (Solorio y Solorio, 2008).

Cuadro 7. Calidad nutritiva de la biomasa comestible de un banco proteínico de biomasa comestible *Leucaena leucocephala* durante el año.

Variables	Lluvia	Seca	EE
PC	25.05 ^b	18.02 ^a	1.14
FDN	60.26 ^a	50.24 ^a	2.71
FDA	35.00 ^a	32.66 ^a	1.56
Ce	8.03 ^b	7.10 ^a	0.23
MO	92.54 ^a	92.9 ^a	2.97
DGRMS	60.5 ^b	54.16 ^a	3.66

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 hrs.
 EEM=Error estándar de la media.

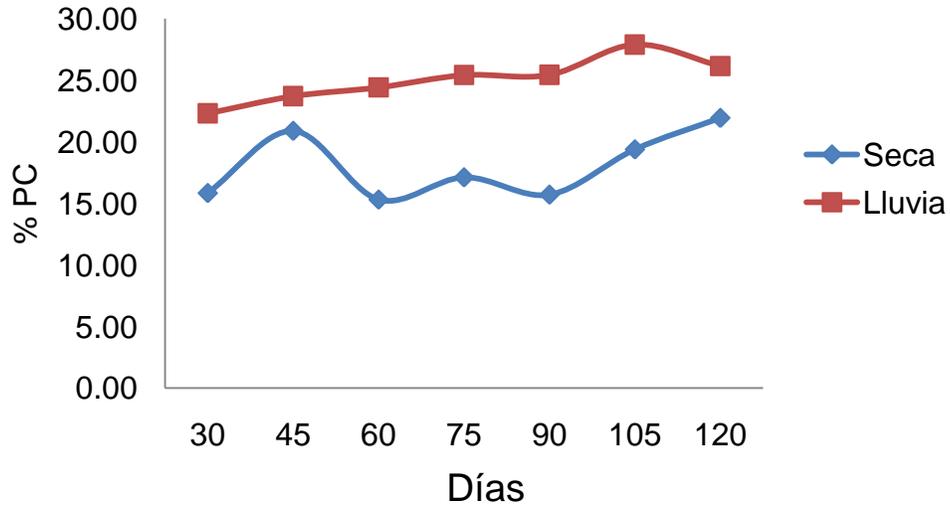


Figura 7. Comportamiento de la PC en la biomasa comestible de un banco proteínico de *Leucaena leucocephala* en dos épocas del año.

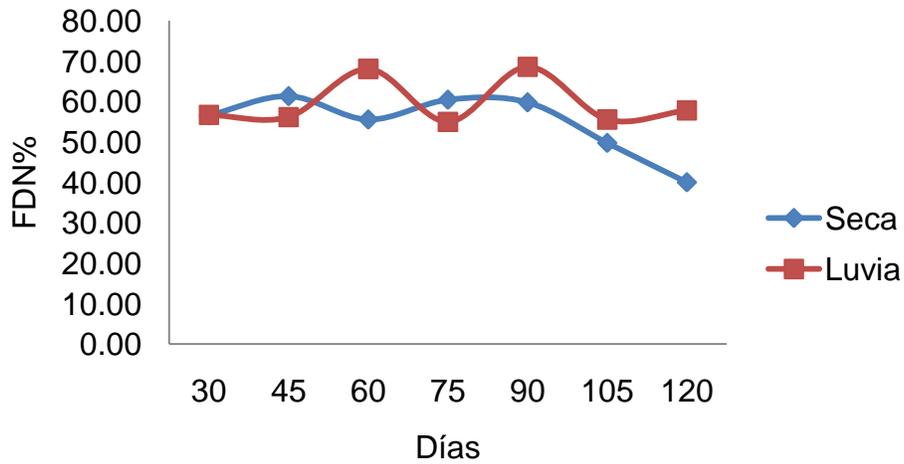


Figura 8. Comportamiento de FDN en la biomasa comestible de un banco proteínico de *Leucaena leucocephala* en dos épocas del año.

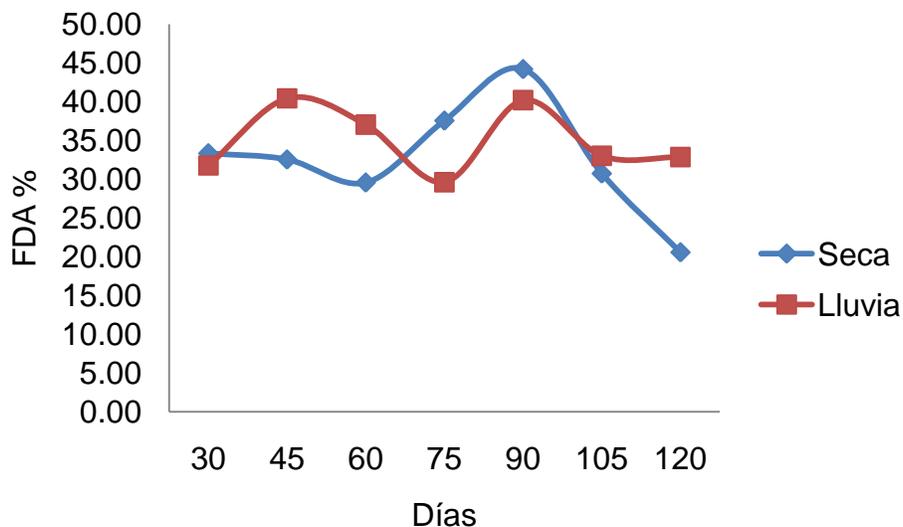


Figura 9. Comportamiento de FDA en la biomasa comestible de un banco proteínico de *Leucaena leucocephala* en dos épocas del año.

4.1.3 Crecimiento y número de rebrotes de *Leucaena leucocephala* establecida en banco proteínico durante el año

4.1.3.1 Época de seca

En el Cuadro 8 se presenta el comportamiento del rebrote de *L. leucocephala* en época seca a diferentes edades. En este se observa que no existen diferencias significativas ($P > 0.05$) para las variables longitud del rebrote (cm) y número de rebrotes.

Sin embargo, el mayor crecimiento, dado por la longitud de rebrote, se presentó a los 60 días (11.47 cm/rebote) mientras que el mayor desarrollo, dado por número de rebrotes, se presentó a los 105 días (16.85 rebrotes/planta).

Cuadro 8. Longitud y número de rebrotes de *Leucaena leucocephala* establecida en banco proteínico en época seca

Variables	Días							EEM
	15	30	45	60	75	90	105	
LR	5.58 ^a	9.74 ^a	8.87 ^a	11.47 ^a	8.78 ^a	10.53 ^a	11.07 ^a	0.72
NR	9.57 ^a	12.93 ^a	10.63 ^a	15.42 ^a	14.50 ^a	11.25 ^a	16.85 ^a	0.94

Medias en la misma hilera con letras distintas difieren estadísticamente (Tukey, P<0.05)

LR= Longitud del rebrote; NR= Número de rebrotes.

EEM=Error estándar de la media.

Es posible que el manejo de la poda al final de la época lluviosa (Diciembre), detuvo la floración y estimuló el crecimiento vegetativo de la *Leucaena* a lo largo de la estación seca (Simmonds, 1951). Esto es posible debido a la capacidad de rápido rebrote con la que cuenta la especie (Sánchez *et al.* 2001).

4.1.3.2 Época de lluvia

Por otro lado, en el Cuadro 9 se presentan los valores obtenidos de las variables longitud de rebrote (cm) y número de rebrotes de *L. leucocephala* en época de lluvia a diferentes edades. En éste se observa que existieron diferencias

significativas ($P < 0.05$) para el crecimiento del rebrote, dado por la longitud de éste, obteniendo a los 75 días el mayor crecimiento (39.01 cm), seguido por los rebrotes de 30, 45 y 60 días poscorte (19.55, 13.99 y 21.79 cm, respectivamente), siendo la fecha de 15 días poscorte la que menor crecimiento presentó (6.19 cm).

El comportamiento de la menor producción y crecimiento de *Leucaena* presentado a los 15 días poscorte, se debió, aparentemente al insuficiente tiempo de recuperación del estrés provocado por la poda y por la antecedida sequía; mientras que a los 75 días se restituyeron en mayor cuantía las reservas de las plantas y como consecuencia mayor crecimiento de la planta (Hernández *et al.* 1994).

Por otro lado, para la variable número de rebrotes no existió diferencias significativas ($P > 0.05$), sin embargo, a los 45 días se encontró el mayor número de rebrotes (19.7 rebrotes/planta).

Cuadro 9. Longitud y número de rebrotes de *Leucaena leucocephala* establecida en banco proteínico en época de lluvia

Variables	Días					EEM
	15	30	45	60	75	
LR	6.19 ^c	19.55 ^b	13.99 ^b	21.79 ^b	39.01 ^a	0.37
NR	18.00 ^a	21.90 ^a	19.70 ^a	18.42 ^a	14.36 ^a	2.08

Medias en la misma hilera con letras distintas difieren estadísticamente (Tukey, $P < 0.05$)

LR= Longitud del rebrote; NR= Número de rebrotes.

EEM=Error estándar de la media.

Al respecto, Olivares *et al.* (2005) indica que se ha demostrado que la *L. leucocephala* ha logrado incrementos promedio bastante importantes en cuanto al crecimiento después de la poda, registrando valores hasta de 3.01 cm/día, en periodo inicial de lluvia, resultado superior a lo reportado en este trabajo en el mismo periodo (1.3 cm/día).

4.1.3.3. Comparación entre épocas

En el Cuadro 10 se presenta el análisis estadístico comparativo de las variables de crecimiento, dado por la longitud del rebrote y el número de rebrotes para cada una de las épocas evaluadas (seca y lluvia). En éste se observa que no existieron diferencias significativas para ninguna de las variables evaluadas. Sin embargo, la longitud del rebrote presentó el mayor valor en la época de lluvia (14.36 cm).

Cuadro 10. Longitud y número rebrotes de *Leucaena leucocephala* establecida en un banco proteínico durante el año.

Variables	Lluvia	Seca	EEM
Longitud del rebrote (cm)	14.36 ^a	9.24 ^a	2.66
Número de rebrotes por planta	13.20 ^a	13.02 ^a	1.76

Medias en la misma hilera con letras distintas difieren estadísticamente (Tukey, P<0.05)
 LR= Longitud del rebrote; NR= Número de rebrotes.
 EEM=Error estándar de la media.

4.2 Experimento 2. Suplementación de *Leucaena leucocephala* establecida en banco proteínico en becerras en crecimiento

4.2.1 Ganancia de peso de becerras en crecimiento pastoreando y suplementadas con *Leucaena leucocephala* establecida en banco proteínico durante el año

En el Cuadro 11 se presentan los resultados obtenidos al suplementar con *L. leucocephala* a becerras bajo pastoreo durante el año. En éste se observa que existieron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la ganancia de peso entre época, sin embargo, no existió diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos (suplementadas y sin suplementar).

En la época seca, la ganancia diaria de peso en las becerras suplementadas fue de 62.96 g/día, mientras que las becerras que no fueron suplementadas tuvieron una pérdida de 151.68 g/día (Figura 10).

Por otro lado, en la época de lluvia no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre las becerras suplementadas y sin suplementar (642.59 y 709.26, respectivamente) (Figura 11).

Cuadro 11. Ganancia de peso (g) de becerras en crecimiento pastoreando y suplementadas con *Leucaena leucocephala* establecida en banco proteínico durante el año de evaluación.

	Lluvia		Seca		E.E.M
	Suplementadas	Sin suplementar	Suplementadas	Sin suplementar	
GP	642.59	709.26	62.96	-151.85	117.35

Medias en la misma hilera con letras distintas difieren estadísticamente (Tukey, P<0.05)
 GP= Ganancia de peso; EEM= Error estándar de la media

Diversas investigaciones sobre el uso de *Leucaena* como suplemento proteínico en rumiantes pastoreando, han demostrado resultados benéficos en la ganancia de peso (Jiménez, 2007). Combellas *et al.* (1999); Espinosa *et al.* (2001) y Medina y Sánchez (2006), encontraron que en ovinos suplementados con follaje de *Leucaena* tuvieron una mayor ganancia que los que no fueron suplementados (0.08, 0.11 y 0.04 *versus* 0.05, 0.07 y 0.02 kg cordero⁻¹ día⁻¹, respectivamente).

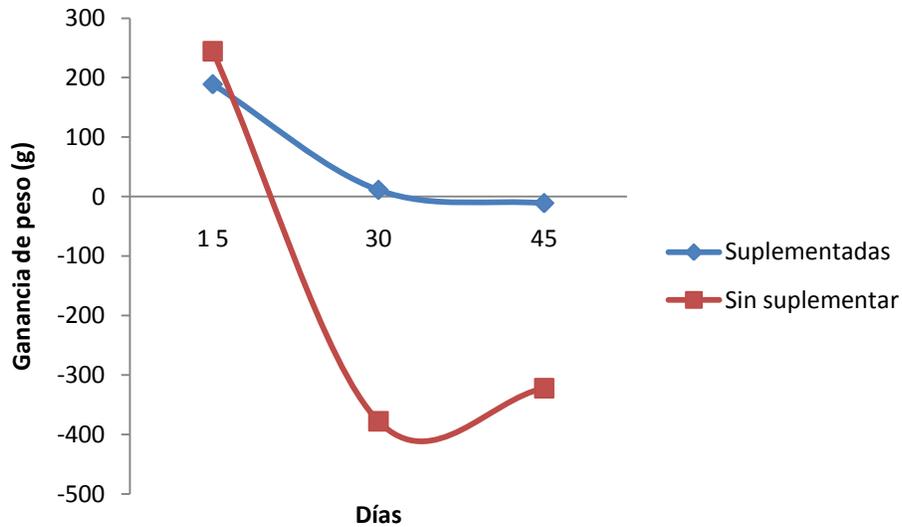


Figura 10. Comportamiento de la ganancia de peso en becerras bajo pastoreo y suplementadas con *Leucaena leucocephala* en la época seca.

Aguilar *et al.* (2001) reportan que vacas suplementadas con *L. leucocephala* tendieron a perder menos peso en época seca que aquellas que no fueron suplementadas (-8.6 y -12.4 kg, respectivamente), estos resultados, aunque son diferentes a los reportados en este trabajo, demuestra que al suplementar con *L. leucocephala* la pérdida de peso se reduce.

Los animales que pastorearon únicamente en pasto sin ser suplementados ganaron menos peso vivo, esto se asocia a la ausencia de una fuente proteica para suplir sus necesidades alimentarias en época seca (Norton, 1994), a diferencias de las becerras suplementadas con *Leucaena* (con un promedio de 18% de PC).

Algunas de las explicaciones de la ausencia de diferencia estadística se atribuyen al contenido de proteína cruda de la dieta basal (pasto), Manzano *et al.* (1994) afirman que los efectos de la suplementación alimenticia sobre la ganancia de peso dependen de las condiciones de las pasturas, en lluvias, el contenido de PC del pasto es alto y de mayor palatabilidad y por tanto, no hay respuesta a la suplementación. Por su parte, Díaz (2003), señaló que durante la época de lluvia los animales prefieren consumir gramíneas en relación a otras especies lo cual pudiera incrementar el valor nutricional de la dieta.

Los arboles forrajeros al tener una concentración aceptable de PC, se puede utilizar como suplemento. Sin embargo, esto es de poco valor si no se toma en cuenta el comportamiento animal que es considerado como el principal evaluador de follajes (Nieto-Marin *et al.* 2001).

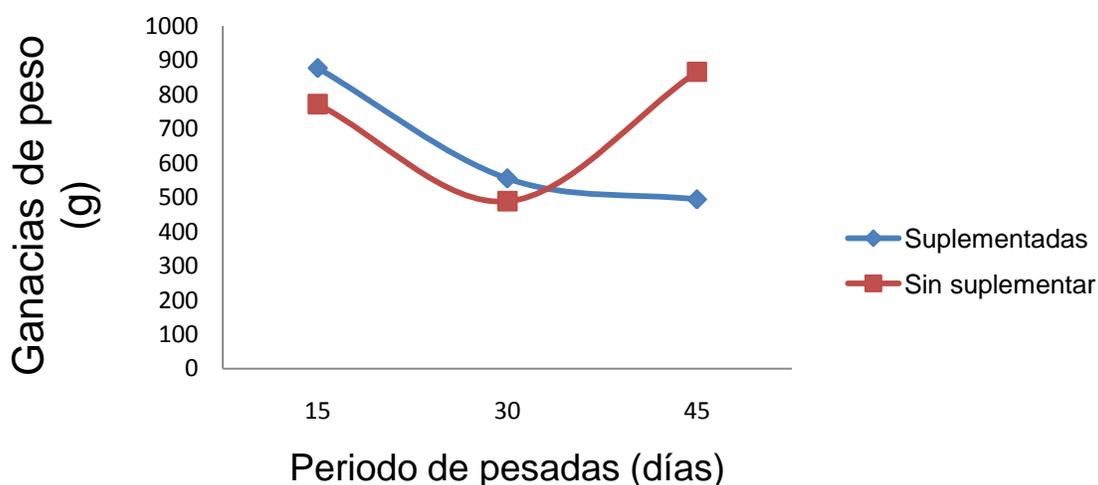


Figura 11. Comportamiento de la ganancia de peso en becerras bajo pastoreo y suplementadas con *Leucaena leucocephala* en la época de lluvia.

Las becerras suplementadas con *Leucaena leucocephala* durante la época seca no perdieron peso, por lo contrario, ganaron 62.96 g/día, a diferencia de las becerras sin suplementar que perdieron 151.85 g/día, esto trae como consecuencia un retraso en la pubertad en las becerras sin suplementar de 127 días, la cual repercutirá en la productividad.

5. CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo y bajo las condiciones en que éste se desarrolló, se concluye que la evolución observada en la *Leucaena*, permite un planteamiento estratégico de su uso en las dos épocas del año. Así, bien se puede pretender alcanzar un nivel máximo rendimiento en la producción de biomasa comestible o diferir su uso, sin que en ambos casos implique comprometer su valor nutritivo. Es por ello, que el uso del follaje de *Leucaena* como suplemento alimenticio es una alternativa para contrarrestar el problema de la baja productividad animal en la época crítica.

6. 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.

Aguirre M, Huss L, 1981. Pastoreo de toretes en Estrella de Africa (*Cynodon plectostachyus*) K. Schum (Pliger) y Guaje (*Leucaena leucocephala*) Lam (De wit). Agric Tec Mex 1987;13(1): 69-75.

Alvim. M.J.; Paciullo, D.S.C.; Carvalho, M.M. y Xavier, D.F. 2004. Influence of different percentages of trees cover on the characteristics of a *Brachiaria decumbens* pasture. In: International Symposium on Silvopastoral Systems. Mérida, Universidad Autónoma de Yucatán, p.179.

Araya, J; Benavides, J; Arias, R; Ruiz A. 1994. Identificación y caracterización de árboles y arbustos con potencial forrajero en Puriscal, Costa Rica. In Árboles y arbustos forrajeros en América Central. v 1. CATIE. Turrialba, CR. p 31-47.

Balogum, R. O., Jones, R. J., y Holmes, J. H. 1998. Digestibility of some tropical browse species varying in tannin content. Animal Feed Science and Technology. 76: 77-88.

- Basulto, G. J. 1995. Comportamiento Agronómico, Degradabilidad ruminal y resistencia a *Heteropsylla cubana* Crawford de *Leucaena* spp. en Yucatán. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Yucatán. 129 p.
- Bateman, J.V. (1970). Nutrición Animal: manual de métodos analíticos. Edit. Herrero México, D.F. p. 488.
- Berninger, F. *et al.* 2000. Modelling of reserve carbohydrate dynamics, regrowth and nodulation in a N₂-fixing tree managed by periodic prunings. *Plant, Cell and Environment*. 23:1025.
- Bonilla, R.; Roncallo, J.; García, T. 2008. Producción y descomposición de la hojarasca en bosques nativos y de *Leucaena* sp., en Codazzi, Cesar; *Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 9(2), 5-11
- Boschini, C.; Argel, P.J. & Pérez, G. 2002. Field studies to determine DM yields and quality of forage sorghum lines and pearl millet in a subhumid environment of Costa Rica. In: Grass and legume genotypes with superior adaptation to edaphic and climatic constraints are developed. http://www.ciat.cgiar.org/forrajes/pdf/output3_2002.pdf .
- Botero, J. 1988. Exploracion de opciones silvopastoriles para la sostenibilidad del sistema de doble propósito en el trópico húmedo. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE 99p.

Brewbaker, J.L. 1986. Leguminous tree and shrubs for Southeast Asia and the South Pacific. In: Blair G. J.; Ivory D. A.; Evans T. R., eds. Forages in Southeast Asia and South Pacific Agriculture. ACIAR Proceedings Serie N° 12. Australia. P. 43-50.

Cáceres, O; González, E. 1998. Valor nutritivo de follaje de árboles y arbustos tropicales. IV. *Leucaena leucocephala* cv. *Cunningham*. Pastos y forrajes 21:265-270.

Cáceres, O; Santana, H. 1990. Valor nutritivo de *Leucaena leucocephala* cv. *Cunningham* en diferentes momentos del año. Pastos y forrajes 13:197-202.

Camero, AR. 1996. El desarrollo de sistemas silvopastoriles y sus perspectivas en la producción de carne y leche en el trópico. In Seminario Internacional: Sistemas Silvopastoriles: Alternativas para una ganadería moderna y competitiva (1996, Valledupar, Neiva y Villavicencio, C) Memoria. Turrialba, CR. 15: 30.

Caracas, Venezuela. Centro de Investigación de Tecnología en Pastos y Forrajes. La Universidad del Zulia. 75 p

Cardona, MC; Suárez, SV. 1996. La *Leucaena leucocephala*: en bancos de proteína y asociada con gramíneas. In Seminario Internacional: Sistemas

Silvopastoriles: Alternativas para una ganadería moderna y competitiva
(1996, Valledupar, Neiva y Villavicencio, C) Memoria. Turrialba, CR. 59:72

Castillo, E. (1992). Utilización de *Leucaena leucophala* para la producción de carne bovina en sistema de banco de proteína con libre acceso. Rev. Cub. Cien.Agric. 27: 49 – 42.

Castillo, E; Ruíz, F; Crespo, G; Galindo, J; Chongo, B; Hernández, JL. 2000. Efecto de la inclusión de *Leucaena* en el 100% del área de pastos naturales en el comportamiento de machos bovinos. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 34:309 313

Cipagauta HM; Andrade HJ. 1997. Sistemas silvopastoriles: una alternativa para el manejo sostenible de la ganadería en la amazonia. Colombia, PRODUMEDIOS. 8 p.

Clavero, T. & Razz, R. 1999. Valor nutritivo de la *Gliricidia sepium* en condiciones de bosque seco tropical. Rev. cubana Cienc. agríc. 33:97

Clavero, T. 1998. Alternativa para la alimentación animal: *Leucaena leucocephala*.

Combellas J, Ríos L, Osea A y Rojas J. Efecto de la sustitución con follaje de leguminosas sobre la ganancia de peso de corderas recibiendo una dieta basal de pasto de corte; Rev. Fac, Agron. (LUZ); 1999; 16:211-216.

Crespo, G. 2003. Avances en el conocimiento del reciclaje de los nutrientes en los sistemas silvopastoriles. En: Curso Internacional Ganadería, Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Modelos Alternativos. La Habana, Cuba pp. 31.

Crespo, G; Arteaga, O; Hernández y Rodríguez, I. 1995. Mantenimiento de la fertilidad de los suelos ganaderos sin la participación de los fertilizantes químicos. XXX Aniversario Instituto de Ciencia Animal. Seminario Científico Internacional, La Habana, Cuba. pp. 50-54

DAS. R.; DALVI, G. S. 1981. Effect of interval and intensity of cutting *Leucaena leucecephala*. Leucecephala Research Reports. NFTA. 2:21

Dávila C., D. Urbano y P. Moreno. 2005. Producción de leche según el tipo de leguminosa arbórea asociada y el nivel de concentrado, en el trópico húmedo. BIOTAM. Nueva Serie. Edición Especial Tomo I pp. 677-680.

Díaz Y, Escobar A y Viera J. Efecto de la sustitución parcial del suplemento convencional por follaje de Pachecoca (*Pachecoa venezuelensis*) o Gliricidia (*Gliricidia sepium*) en la alimentación de corderos postdestete; Livestock Research for Rural Development 1995; 7(1).

Díaz, J. 2003. Ganancia de peso con toretes bajo sistemas silvopastoriles y gramíneas, México, p 30.

Echeverri, J.D.; Gómez-Carabelí, A.; Pizarro, E.A.; Franco, L.H. 1987. Evaluación agronómica de accesiones de *Leucaena leucocephala* en el valle del Cauca, Colombia.

Echewrri, J.D.; A- GÓMEZ C.; E-K PIZARRO y L.H. FRANCO. 1987 Evaluación Agronómica de Accesiones de *Leucaena* en el Valle del Cauca, Colombia. Pasturas tropicales Boletín 9(3):25-29

Espinoza, F.; Chacón, E.; Arriojas, L.; Argenti, P. Producción, valor nutritivo y consumo por ovinos de *Leucaena leucocephala*. I. ARQUITECTURA. Zootecnia Tropical, 14(2):215-239. 1996

Espinoza, F; Tejos, R; Chacón, E; Arriojas, L; Argenti, P. 1998. Producción, valor nutritivo y consumo por ovinos de *Leucaena leucocephala*. II Valor nutritivo. Zootecnia Tropical 16(2):163-181. Consultado el 15 de nov. 2006. Disponible en <http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/ztzoo/zt1602/texto/valornutritivo.htm>

Fahey, G. G. and L.L. Berger (1988). Carbohydrate nutrition in ruminants. In: D.C. Church Ed. The ruminant animal digestive physiology and nutrition. Prentice Hall. N.J. pp. 269-297.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2007. La ganadería extensiva destruye los bosques tropicales en Latinoamérica. (En línea)

Roma. Consultado 8 de oct. 2006. Disponible en <http://www.fao.org/newsroom/eS/news/2005/102924/index.html>

Faría-Mármol, J; Morillo, DE. 1997. *Leucaena leucocephala*; cultivo y utilización en la ganadería tropical. Maracaibo, V. CORPOZULIA-FONAIAP-LUZ (CORFONLUZ). 152 p.

Ferraris, R. 1979. Productivity of *Leucaena leucocephala* in the wet tropics of north Queensland. Tropical Grasslands, (Australia). 13 (1): 20-27.

Flores OI, Bolívar MD, Botero JA y Ibrahim AM. Parámetros nutricionales de algunas arboreas leguminosas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el trópico; Livestock Research for Rural Development 1998; 10(1).

García, E. 1988. Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México. México. D.F. 246 p.

Gómez, CH; Nahed, Tj; Tewolde, A; Pinto RR; Lopez, MJ:2006. Áreas con potencia para el establecimiento de arboles forrajeros en el centro de Chiapas. Técnica

- González, J. 1996. Evaluación de la calidad nutricional de Morera (*Morus sp*) fresca y ensilada, con bovinos de engorda. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. 70p.
- Guevarra, A. B.; Whitney, A.S.; Thompson, J.R. 1978. Influence of intra of intra-row spacing and cutting regimes on the growth and yield of *Leucaena*. *Agronomy Journal (USA)*. 70(6); 1033-1037.
- Gutiérrez, MAO. 1991. Pastos y forrajes en Guatemala: su manejo y utilización, base de la producción animal. Guatemala. Editorial E y G. 318 p
- Hernández, G; Hernández, I; Carballo. 1992. Los pastos y la carne bovina en condiciones difíciles. *ACPA*. 1:140.
- Hernández, K. J. 1995. Caracterización de especies arbóreas y arbustivas nativas con potencial para la alimentación de bovinos en el Peten. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Medicina Veterinaria y zootecnia. 66p.
- Hernández, M. y Benavides J. 1994. Podas estratégicas en cercos vivos de piñón cubano (*Gliricidia sepium*) para la producción de forraje en la época de seca en: Árboles y arbustos forrajeros en América Central. CATIE.

Holmann, F; Rivas, L. 2005. Los forrajes mejorados como promotores crecimiento económico y la sustentabilidad: el caso de los pequeños productores de centroamerica. Cali, CO, CIAT. 70 p. (Documento de trabajo 202).

Horne, P. M.; Catchpoole, D. W.; ELLA. A. 1986. Cutting management of tree and shrub legumes In Blair G. J; Ivory D. A.; Evans T.R., eds. Forages in Southeast Asia and South Pacific Agriculture. ACIAR Procceding Serie N° 12. Australia. P. 164-169.

Howard-Borjas, Patricia. 1995. Cattle and crisis: the genesis of unsustainable development in Central América. Reforma Agraria, colonización y cooperativas. FAO, Rome, p 89- 116.

Ibrahim, 2001. Sistemas Silvopastoriles para pastos degradados en trópico húmedo. *In* Semana Científica 2001: Mejoramiento genético y conservación de cultivos agrícolas y especies forestales; manejo integrado de plagas en agricultura, sistemas agroforestales y forestales; sistemas agroforestales; desarrollo de tecnología para el manejo sostenible de bosques y su biodiversidad y manejo sostenible de ecosistemas en un ambiente cambiante. Memoria. Turrialba, CR. p. 139-148.

INE y SEMARNAP. 1999. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera La Sepultura, México. Ed. INE/SEMARNAP. México, D.F. 247 p.

INEGI. 1990. Anuario Estadístico de Chiapas. Gobierno del Estado de Chiapas. México. 131 p.

INEGI. 2002. Caderno Estadístico Municipal. Gobierno del Estado de Chiapas. México. 41 p.

INEGI. 2008. La ganadería en Chiapas.

Jiménez, G; López-Carmona, M; Nahed-Toral, J Ochoa-Gaona, S. 2006. Árboles y arbustos forrajeros de la región norte-tzotzil de Chiapas, México [en línea] Vet. Méx v.39 n.2 México ene./jun. 2008.

João, A.; Lem, P. 1997. Desempeño Animal en Pastizales de *Brachiaria brizantha* Asociado a Bancos de Proteína o Suplemento Alimenticio.

Jones, R. J. 1979. The value of *Leucaena leucocephala* as a feed for ruminants in the tropics. World Animal Review. 31:13-23.

Jordán, H. 1992. Importancia de las leguminosas en el trópico. Memorias Reunión de Avances de Investigación Agropecuaria. Trópico 92 Colima, México. pp. 111-115

Lamela, L; Castillo, E; Iglesias, J; Pérez, A. 2005. Principales avances de la introducción de los sistemas silvopastoriles en las condiciones de producción en Cuba. Pasto y Forrajes.

Leng, R.A. (1986). Drough-feeding strategies-theory and practice. Penambul Books. Australia. P. 139.

Llamas, E.; J.B. Castillo, J.B.; Sandoval, C.; Bautista, F. 1988 Producción y calidad del follaje de árboles forrajeros establecidos sobre minas de cal abandonadas, Departamento de Nutrición Animal y Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, México

Maasdorp, BV; Dzwowela, BH. 1998. Comparison of *Leucaena leucocephala* and other tree fodders as supplements for lactating dairy cows. In: ACIAR Proceedings No 86 *Leucaena* Adaptation, quality and farming systems. Shelton, H.M.; Gutteridge, B.F.; Mullen, B.F.; Bray, R.A. (eds.). Canberra, Australia. Editorial Lynch. Pp. 291- 293.

management of forage tree legumes. In: Gutteridge, R. C.; Shelton, H. M., eds. Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. Wallingford, G. B., CAB International. p. 144-157.

Manzano, Airton, Barbosa, P.F.; Novaes, N.J.; Alencar, M.M. Influência da suplementação alimentar sobre o desenvolvimento pós-desmama de bezerros da raça Canchim. Rev.Soc.Bras.Zoot., v.23, n.1, p.38-46, 1994

Méndez, A., E. Martínez, A. Orengo y L. Tergas. 1990. Producción y valor nutritivo de 20 ecotipos de *Leucaena leucocephala*. Anais 12da Reuniao de ALPA. Copinar, SP. Brasil. p. 113 (Abstract).

- Mendoza, H.; Tzec-Sima, G.; y Solorio, F. Efecto de las frecuencias de rebrote sobre la producción y calidad del follaje del árbol "Ramón" (*Brosimum alicastrum* Swartz) [Livestock Research for Rural Development 2000 \(12\) 4](#).
- Meulen, U., Struk, S., Shulke, E. y Harith, E. A. 1979. Revisión sobre el valor nutritivo y aspectos tóxicos de la *Leucaena leucocephala*. Producción Animal Tropical. 4:112-126.
- Miranda, F. y E. Hernandez X. 1963. Los tipos de vegetación de Mexico y su clasificación Bol. Soc. Bot. Mexico 28:29-178.
- Montagnini, F. 1992. Sistemas agroforestales; Principios y aplicaciones en los trópicos. 2da. Ed. San José, CR. Organización para estudios tropicales. 622 p.
- Nair, KR. 1997. Agroforestería. Krishnamurthy. Trad. L. Krishnamurthy. Ed. Universidad Autónoma Chapingo, México. 543 p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. 1977. *Leucaena*: Promising forage and tree crop for the tropics. National Academy Press, Washington DC, USA, NAS. 115 p.
- Nieto-Martin C, Monforte-Braga G, Araya-Burgos A, Ríos-Arjona G, Sandoval-Castro C, Ramírez-Avilés L and Hovell Deb F 2001 Short-Intake of six local

forage tree legumes in Yucatan, México to local zebu cattle (*Bos indicus*)
Proceeding of the Nutrition Society. 60:29.

Nitis, I.M., Putra, S., Sukanten, W., Suarna, M. And Lana. 1991. Prospects for
Increasing Forage Supply in Intensive Plantation Crops Systems in Bali. In:
Forage for Plantation Crops. ACIAR Proceedings No. 32.

Norton B. W. 1994. The nutritive value of tree legumes. *En* Gutteridge C. y H
Shelton (Eds). Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. CAB Int.,
Londres, Inglaterra. pp. 177-192.

Norton, B.W. 1994. The nutritive value of tree legumes. *En* R.C. Gutteridge y H.M.
Shelton, eds., *Forage tree legumes in tropical agriculture*. CAB International.
Wallingford, UK. p. 177-191

Olivares, J.; Jiménez, R.; Rojas, S.; Martínez, A. 2005. Uso de las leguminosas
arbustivas en los sistemas de producción animal en el trópico. Revista
electrónica de veterinaria. Vol. VI, N°5. P. 4-12.

Orozco A.1 , Lugo M.2 , Sequera, W 2007 Efecto del uso de un implante y
Leucaena leucocephala como banco de proteína en la ganancia de peso en
bovinos a pastoreo. XX Reunión ALPA, XXX Reunión APPA-Cusco-Perú

Orskov, E.R. and McDonald, I. (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.

Ortega, L.; Castillo, E.; Rivas A. 2009. Conducta ingestiva de bovinos Cebú adultos en leucaena manejada a dos alturas diferentes. *Téc Pecu Méx* 2009;47(2):125-134.

OZMAN, A. M. 1981. Effects of cutting interval on the relative dry matter production of four cultivars of *Leucaena*. *Leucaena Research Reports*. NFTA. 2:33-34.

Palma, J.; Aguirre, M.; Cárdenas, C.; y Moya, A. VALOR NUTRITIVO DE TRES LEGUMINOSAS ARBOREAS EN EL TROPICO SECO DE MEXICO. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola (Cuba)*. 1999.

Pezo, D.; Ibrahim, I. 1996. Sistemas silvopastoriles: una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos. In *Primer foro internacional sobre pastoreo intensivo en pasturas tropicales*, Veracruz, México. FIRA: Banco de México. 39 p.

Pinto, R.R. (1995). Suplementación mineral a vaquillas bajo pastoreo en el centro de Chiapas. Tesis Maestría en Ciencias. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo.

Ramírez, L.; Ku, VJC; C; Solorio, F. 2000. Producción animal con pasturas asociadas con especies arbóreas y arbustivas. In curso de actualización en producción de carne y leche en el trópico con base en el pastoreo Tuxpan Veracruz, México: memoria. Ed. E. Castillo. CEIEGT-FMVZ-UNAM, Veracruz, México. P 29-39.

Razz R, González R, Faria J, Espinosa D y Faria N. Efecto de la frecuencia e intensidad de defoliación sobre el valor nutritivo de la *Leucaena leucocephala* (Lam) de wit.; Rev. Fac. Agron. (LUZ) 1992; (9).109-114.

Renda, A. 2006. Papel de los sistemas agroforestales en el escenario agrario de las cuencas hidrográficas de Cuba. Pastos y Forrajes. 29:351.

Saavedra, C.; Rodríguez, N.; Sousa, N. Producción de forraje, valor nutritivo y consumo de *Leucaena leucocephala*. Pasturas tropicales – boletín, Vol. 9. No.2. 1987.

SAGARPA. 2008. Estadísticas Agropecuarias de la Comarca Lagunera

Sánchez A., González J. Faría Mármol J. 2007. Evolución comparada de la composición química con la edad al corte en las especies *Leucaena leucocephala* y *L. trichodes*; Zootecnia tropical 25 (3): 233-236.

Sánchez A., J. Faría Mármol y B. González. 2003. Efecto del aplazamiento de utilización en la asociación *Cenchrus ciliaris* (L) – *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. I. Producción y componentes de la materia seca. Arch. Latin. Prod. Anim., 11(1): 29-33.

Sánchez GA. Potencialidad agronómica de *Leucaena leucocephala* en la zona de Aroa y Bajo Tocuyo; FONAIAP 1993. Divulga, N°42.

Sánchez, MD. 1999. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en América Latina tropical. In Agroforestería para la producción animal en América Latina. Memoria. Roma. p. 1-13.

SEMALI, A., SYANSIMAR, D.; MANURUNG, T. 1983. Forage production of lamtoro (*Leucaena leucocephala*) at various cutting intervals. Proceedings 5th World Animal Production Conference. Tokyo, Japan. p. 611-612.

Senra, A. 2005. Índices para controlar la eficiencia y sostenibilidad del ecosistema del pastizal en la explotación bovino. Rev. Cubana Ciencia Agríc. 39.

Serrao, E. A.S. y J.M. Toledo. 1990. La búsqueda de sostenibilidad en el Amazonium pastures. pp. 195- 214. En desarrollo o destrucción: Pasos hacia uso sostenible del bosque Amazonoium.

Shelton, H.M.; Jones, R.J. 1994. Opportunities and limitations in leucaena. In: ACIAR Proceedings No 57. Leucaena opportunities and limitations. Shelton,

- H.M.; Piggan, C.M.; Brewbaker, J.L. (eds.). Canberra, Australia. Editorial Lynch. Pp. 16-23.
- Shelton, M. y Jones, R.J. 1995. Opportunities and limitation in *Leucaena*. En: Shelton, H.M., C.M. Piggan y J.L Brewbaker (Eds) *Leucaena. Opportunities and limitation*. ACIAR Proceedings No. 57. Canberra. Australia. Pp:16-23.
- Slater, P. J. (1969). Physiological significance of internal water relations to crop yield. In *Physiological aspects of crop yield* (J. D. Eastin *et al*, eds) Amer. Soc. Agron. Madison, Wisconsin. Pp. 53-79.
- Solorio, F.; Solorio, B. Manual de manejo agronómico de *Leucaena leucocephala*. 2008.
- Stür, W. W.; Shelton, H. M.; Gutteridge, R. C. 1994. Defoliation and management of forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. Wallingford, G. B., CAB International. P. 144-157.
- Takahshi, M.; Ripperton, J.C. 1949. Kao haola (*Leucaena glauca*) its establishment, culture an utilization as a forege crop. Bulletin 100 Hawaii. Agriculture Experimental Station.
- Tobías, C; Vargas, E; Rojas, A; Soto; H. 2001. Uso de excretas de pollos de engorde (Pollinaza) en la alimentación animal. III. Rendimiento productivo de toretes de engorde. *Agronomía Costarricense* 25(2):35-43.

Topark, Ngarm, A. 1983. Testing shrub legumes for forage crops in northeast Thailand. *Leucaena Research Reports*. NFTA. 4:77.78.

Van Soest, P. J., Robertson, J.B. (1991). *Analysis of Forages and Fibrous foods*. Cornell University. E.U. laboratory manual for Animal Science. No 613.p.165.

Zarragoitia, I; Elias, A; Ruiz, TE; Plaza, J; Rodríguez, J. 1990. Utilización de la Saccharina y la *Leucaena (Leucaena leucocephala)* como suplemento a hembras bovinas en crecimiento en pastizales de gramíneas de secano. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 24:43-49.