

**Características agronómicas, composición química y selectividad ingestiva  
por ganado ovino de tres leguminosas arbustivas:  
*Cratylia argentea* (Desv.) Kuntze, *Calliandra calothyrsus* Meisn.  
y *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit)**

Por

Maritere Crespo Crespo

Tesis sometida en cumplimiento parcial  
de los requisitos para el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS

en

Industria Pecuaria

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO  
RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ  
2007

Aprobado por:

---

Paul Randel Følling, Ph.D.  
Miembro, Comité Graduado

---

Fecha

---

Elide Valencia Chin, Ph.D.  
Miembro, Comité Graduado

---

Fecha

---

Rafael Ramos Santana, M.S.  
Miembro, Comité Graduado

---

Fecha

---

Abner A. Rodríguez Carías, Ph.D.  
Presidente, Comité Graduado

---

Fecha

---

José Carlos V. Rodrigues  
Representante de Estudios Graduados

---

Fecha

---

José R. Latorre Acevedo, Ph.D.  
Director del Departamento

---

Fecha

## RESUMEN

En sistemas de producción pecuaria en el trópico se ha visto la necesidad de incorporar leguminosas arbustivas con el propósito de mejorar el rendimiento animal y disminuir los costos económicos que implica la importación de alimentos. Se realizaron tres experimentos para evaluar las características agronómicas, composición química y selectividad ingestiva por corderos de tres leguminosas arbustivas; *Cratylia argentea* (CA), *Calliandra calothyrsus* (CC) y *Leucaena leucocephala* (LL). En el ensayo experimental 1 las leguminosas fueron sembradas inicialmente en tiestos y luego transplantadas a un predio con seis subdivisiones en asociación con gramíneas tropicales (GT) según un diseño de bloques completos aleatorizados (DBCA). A los 134d después de transplantadas, se seleccionaron seis plantas para evaluar la altura, rendimiento de materia seca (MS) y composición botánica y química. Los datos fueron analizados utilizando el procedimiento GLM de SAS y la prueba de Tukey. En una prueba de selectividad a pastoreo se utilizaron 18 corderos criollos ( $\mu=22.8$  Kg) en grupos de 3 animales durante 21 días, con un periodo de pastoreo de 6 horas diarias.

En el ensayo experimental 2, se evaluó el consumo voluntario de henos de las tres leguminosas; CA, CC y LL, incluidos a razón de 50% de la MS dietética en combinación con heno de gramíneas tropicales (HGT), utilizando los mismos 18 corderos ( $\mu=27.3$ kg) confinados en grupos de 3 animales. El ofrecimiento fue basado en un consumo de MS total esperado equivalente a 3% del peso vivo a base seca por día. En el ensayo experimental 3, se evaluó el

consumo voluntario de las leguminosas CC y LL en estado fresco-picado, suplementadas a HGT. Se utilizaron 12 corderos criollos ( $\mu=23.1\text{kg}$ ) asignados aleatoriamente en grupos de tres a los dos tratamientos. El forraje de leguminosas se cosechó y se ofreció diariamente, procurando un nivel de inclusión dietética de 50% de leguminosa y basando la oferta en la suposición de un consumo total de MS equivalente a 3% del peso vivo BS por día. En experimentos 2 y 3, los animales fueron sometidos a una etapa de adaptación a las dietas de seis días y a un periodo de recolección de datos comparativos de cinco días. En ambos experimentos se registró la cantidad de forrajes ofrecidos y rechazados para determinar el consumo voluntario. Los datos fueron analizados según un diseño completamente aleatorizado (DCA) utilizando los procedimientos señalados arriba.

En el experimento 1, la altura de las plantas a los 134d después del transplante fue de 0.46, 1.32 y 1.62 m para CA, CC y LL, respectivamente. El rendimiento de MS fue 43.9, 1,133.4 y 1,172.9 kg/ha en el mismo orden. Las especies CA y CC presentaron las mayores proporciones de hojas, (57.5% y 54.7%) y las menores de tallo (42.5% y 45.2%), respectivamente. LL presentó el mayor contenido de proteína bruta (PB) en las hojas, seguida por CA y con CC última (21.94, 16.56 y 14.40%). No se observaron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) para el contenido de PB en el tallo entre las tres leguminosas estudiadas. El contenido de fibra detergente neutro (FDN) en el follaje fue menor en LL (40.17%) y progresivamente más alto en CC (46.46%) y CA (57.20%).

Las gramíneas, relativamente inmaduras, asociadas en los predios mostraron un contenido moderado de PB (8.81%) y alto, pero no excesivo contenido de FDN (66.67%). Se observó selectividad para LL únicamente. No hubo consumo de las arbustivas CA y CC durante el periodo de 21-d.

En el experimento 2, se detectaron diferencias ( $P < 0.05$ ) en las cantidades ofrecidas, rechazadas y consumidas de diversas fracciones químicas de los henos. Las cantidades de MS y PB consumida diariamente de CA y LL fueron similares (1210 y 244.4 g vs. 1214 y 252.0 g, respectivamente). Los animales consumieron aproximadamente el 98% del ofrecimiento de CA y LL henificada, pero sólo 65% del CC. En cambio, los ovinos alimentados con CA consumieron más FDN ( $P < 0.05$ ) que los alimentados con CC y LL.

En el experimento 3, no se observaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en las cantidades ofrecidas, rechazadas y consumidas de CC y LL por los ovinos. Los animales consumieron casi 100% de los ofrecimientos de CC y LL. Se observó mayor consumo de PB de LL que de CC ( $P < 0.05$ ), pero al revés en consumo de FDN ( $P < 0.05$ ). No hubo diferencias entre tratamientos en el ofrecimiento, rechazo y consumo de HGT en ambos tratamientos.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se recomienda la utilización de la leguminosa arbustiva LL, ya sea en sistemas de pastoreo o bajo oferta directa en estado seco o fresco, como suplemento en dietas de rumiantes alimentados con heno de gramíneas de baja calidad. Dichos usos de LL podrían promover mayor producción animal y bajar los altos costos de alimentación.

## ABSTRACT

In tropical livestock production systems there is need to incorporate shrub legumes in order to improve animal performance and reduce feed costs. Three experiments were conducted to evaluate the agronomic characteristics, chemical composition and selective consumption by lambs of three tropical shrub legumes; *Cratylia argentea* (CA), *Calliandra calothyrsus* (CC) and *Leucaena leucocephala* (LL). In experiment 1, the legumes were planted initially in individual containers and later transplanted to a field with six subdivisions in association with tropical grasses, using a randomized complete blocks design (RCBD). At 134d post-transplanting six plants were collected to evaluate the height, dry matter (DM) yield, and botanical and chemical compositions. Data were analyzed using the GLM procedure of SAS and Tukey t-test. A grazing selectivity trial of 21-d duration (grazing period of 6 hours daily), used six plots containing the tropical legumes in double rows and in association with tropical grasses (N=2). Eighteen young lambs ( $\mu=22.8$  Kg) were randomly allotted to six groups of three animals each and the groups randomly assigned to graze the plots. Experiment 2 was conducted to evaluate the voluntary intake of CA, CC and LL hay fed as a supplement to a basal diet of tropical grass hay (TGH). Eighteen crossbred lambs ( $\mu=27.3$  kg) were randomly allotted in groups of three. Supplementation with the legumes hays was at the level of 50% of the ration dry matter (DM). Rations were offered daily at the rate of 3% of the animal body weight (dry matter basis). Experiment 3 was conducted to evaluate the voluntary intake of fresh cut foliage from CC and LL added to a basal diet of TGH. Level of supplementation

was similar to that used in experiment 2. The foliages were harvested and the ration DM offered daily at 3% of the animal body weight. Twelve crossbred lambs ( $\mu=23.1$  kg) were randomly allotted into four trios. In experiments 2 and 3, the animals were fed for six days of adaptation and five days of data collection. Amounts of offered and unconsumed feed were registered to determine intake. Both experiments were analyzed using a completely randomized design and a Tukey test for separation of means (SAS, 1990).

In experiment 1, height of plants 134d after transplanting was; 0.46, 1.32 and 1.62 m for CA, CC and LL, respectively. Corresponding dry matter yields were 43.9, 1,133 and 1,172 kg/ha. CA and CC were the two highest in proportion of leaf (57.5% and 54.7%) and lowest in proportion of stem (42.5% and 45.2%), respectively. LL presented the highest crude protein (CP) content in the foliage, followed by CA and finally CC (21.94, 16.56 y 14.40%). No differences were detected ( $P>0.05$ ) among the three legumes for CP content of the stems. The neutral detergent fiber (NDF) content in the leaves was lowest in LL (40.17%) and progressively greater in CC (46.46%) and CA (57.20%). The tropical grasses associated with the legumes exhibit a moderate CP content and high, but not excessive NDF content. Selectivity was observed for LL only. There was no consumption of CA and CC during the 21-d period.

In experiment 2, differences in the amounts of chemical fractions offered, rejected and consumed were detected ( $P<0.05$ ). The DM and CP intakes were similar for CA and LL (1210 and 244.4 g vs. 1214 and 252.0 g, respectively). The animals consumed approximately 98% of the offered forage of CA and LL, but

only about 65% of the CC offered. The NDF intake was greater in lambs fed CA than in those fed CC and LL.

In experiment 3, no differences in the offerings, rejections and consumptions of CC and LL were detected ( $P < 0.05$ ). The animals consumed nearly 100% of the offered forage of both legumes. A greater CP intake was observed in animals fed LL than in those receiving CC ( $P < 0.05$ ), whereas the reverse was true of NDF intake ( $P < 0.05$ ). No differences between treatments in the offerings, rejections and consumptions of grass hay were detected ( $P < 0.05$ ).

These results permit recommending the use of LL in grazing systems or supplemented as hay or fresh cut in diets of confined ruminants fed basal diets of grass hay of low quality. Such use of LL would promote greater animal production and help to reduce the high feed costs.

A

MIS PADRES

David Crespo Matías

Y

Teresa Crespo Feliciano

Y

A MIS HERMANOS

David Javier Crespo Crespo

Glorivette Crespo Crespo

Davis Joe Crespo Crespo

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer en primer lugar a un amigo que nunca me ha fallado: Dios, porque su presencia en mi vida hace mi camino perfecto y por brindarme sabiduría y fortaleza en cada una de las metas que me propongo.

A mis padres David Crespo Matías y Teresa Crespo Feliciano les agradezco profundamente porque todo lo que soy y lo que he podido lograr se lo debo a su dedicación, educación, confianza y apoyo incondicional. A mis hermanos David Javier, Glorivette y Davis Joe Crespo Crespo, por sus consejos y porque siempre me han dado ánimo y apoyo en todo momento de mi vida. A mi gran amiga del alma Yadimer E. Crespo Cervantes por su amistad, su tiempo, apoyo incondicional y por siempre estar ahí cuando la he necesitado. A toda mi familia por sus oraciones, por confiar en mí, por sus consejos, por darme ánimo y por enseñarme a no rendirme nunca.

Agradezco al Dr. Abner A. Rodríguez Carías por darme la oportunidad de participar en investigaciones subgraduadas, ya que desde ahí nació el deseo de continuar con mis estudios en el área de Nutrición Animal. También le agradezco por aceptarme como estudiante graduada, por su tiempo, comprensión, ayuda y amistad en estos años.

Al Dr. Elide Valencia Chin, por formar parte de mi comité graduado, por dedicar tiempo a aclarar mis dudas y toda la ayuda que me brindó y por su amistad.

Agradezco profundamente al Dr. Paul Randel Følling, por aceptar formar parte de mi comité, por colaborar en la búsqueda de leguminosas y por tomarse el tiempo de revisar y corregir este documento y por aclarar mis dudas.

Al Agro. Rafael Ramos Santana, por aceptar formar parte del comité y facilitar la obtención de las leguminosas utilizadas en esta investigación y por toda su colaboración.

Agradezco a mi amigo Dr. Angel Custodio, gracias por permitirme realizar investigación subgraduada con usted, por sus innumerables consejos, dedicar tiempo a escucharme, por darme ánimo y por su amistad sincera.

Al Dr. Héctor Santiago administrador de la Estación Experimental Agrícola en Lajas, al Agro. Juan Pardo y empleados de la Estación Experimental, mil gracias por su equipo y ayuda brindada en la siembra de leguminosas y en el mantenimiento de la misma. A la Agro. Claudia Olaya, administradora de la Granja en Lajas, al Agro. Elvin Ronda y empleados de la granja, gracias por la ayuda brindada en la realización de mis experimentos.

Agradezco sinceramente al Sr. José Ariel Muñoz por toda la ayuda que me brindó en el manejo de los ovejos y por su tiempo y ayuda para mis experimentos. Gracias Ariel, porque la ayuda que me brindaste no tiene precio.

A mis compañeros y amigos de maestría Karla M. Tous y Jesús F. Torres (Pipe) por brindarme su ayuda en la realización de análisis de laboratorio y en otras fases de mis experimentos. En especial les agradezco su amistad sincera y por lo bien que la pasamos en los viajes de laboratorio. Con Karla compartí un 100% de las clases de maestría y en un 100% los buenos y no tan buenos

momentos del laboratorio. Pipe siempre estuvo dispuesto a ayudarme con los análisis y siempre tenía un buen comentario para alegrar el día. Una vez más gracias por su amistad y su ayuda.

A los compañeros de maestría que ya se graduaron a los cuales tuve la dicha de conocer y compartir, en especial Suzika Pagán Riestra y Rebeka Sanabria León, gracias por enseñarme técnicas del laboratorio y por los buenos momentos que pasamos en los cursos y en el laboratorio de Nutrición Animal.

No puedo pasar por alto a la Sra. Jackeline Rivera (Jacky), secretaria del Departamento de Industria Pecuaria, gracias por todos los innumerables favores que me hiciste y por tu buen sentido del humor, porque siempre estás dispuesta a ayudar desinteresadamente y lo mejor de todo, siempre con una sonrisa.

Agradezco de corazón a todo el personal del Departamento de Industria Pecuaria, que de una manera u otra me brindaron su ayuda y se preocuparon por mí y mis estudios en momentos difíciles.

Mil gracias a todas las personas que de una manera u otra colaboraron en la realización de mis experimentos, en mi crecimiento profesional y personal durante estos años. Que Dios les premie por todo lo que hicieron por mí. Siempre les estaré eternamente agradecida.

¡Gracias!

## TABLA DE CONTENIDO

Resumen .....	ii
Abstract.....	v
Dedicatoria .....	viii
Agradecimientos .....	ix
Tabla de Contenido .....	xii
Lista de Cuadros .....	xiv
Lista de Figuras .....	xv
I. Introducción .....	1
II. Objetivos .....	4
III. Revisión de Literatura .....	5
3.1 Características de las arbustos para ser clasificado como forraje .....	5
3.2 Utilización de leguminosas arbustivas en la producción animal .....	6
3.2.1 <u>Leucaena leucocephala</u> .....	8
3.2.2 <u>Calliandra calothyrsus</u> .....	10
3.2.3 <u>Cratylia argentea</u> .....	12
IV. Materiales y métodos .....	19
4.1 Facilidades y Localización	
4.1.1 Siembra de Leguminosas .....	19
4.2 Animales y Manejo	
4.2.1 Ensayo Experimental 1 .....	22

4.2.2 Ensayos Experimentales 2 y 3 .....	23
4.3. Análisis de Laboratorio .....	25
4.4. Análisis Estadísticos	
4.4.1 Ensayo Experimental 1.....	25
4.4.2 Ensayo Experimental 2 y 3 .....	26
V. Resultados y Discusión .....	28
5.1 Ensayo Experimental 1	
5.1.1 Características agronómicas y composición botánica de las leguminosas arbustivas.....	28
5.1.2 Composición química de las hojas y tallos de las tres leguminosas arbustivas y composición química de las gramíneas tropicales presentes en los predios.....	30
5.1.3 Selectividad ingestiva de las tres leguminosas arbustivas por corderos en pastoreo .....	34
5.2 Ensayo Experimental 2	
5.2.1 Selectividad y consumo de las tres leguminosas arbustivas henificadas .....	36
5.3. Ensayo Experimental 3	
5.3.1 Selectividad y consumo de las leguminosas arbustivas en estado fresco-picado por corderos en confinamiento.....	41
VI. Conclusiones .....	48
VII. Implicaciones .....	50
VIII. Referencias .....	51
IX. Apéndice .....	56

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.	Características agronómicas (altura y rendimiento de materia seca) de las leguminosas a los 134d después del transplante.....	28
Cuadro 2.	Composición botánica de las leguminosas arbustivas a los 134d después del transplante.....	30
Cuadro 3.	Composición química de las porciones hoja y tallo de las leguminosas arbustivas a los 134d después del transplante..	32
Cuadro 4.	Composición química porcentual en base seca de las gramíneas tropicales (GT) presente en los predios y en asociación con las leguminosas arbustivas.....	33
Cuadro 5.	Selectividad ingestiva de las leguminosas arbustivas por corderos en pastoreo.....	36
Cuadro 6.	Composición química de los henos de leguminosas y el heno de gramíneas tropicales.....	37
Cuadro 7.	Consumo voluntario de las tres leguminosas arbustivas henificadas por parte del ganado ovino en confinamiento....	41
Cuadro 8.	Composición química de las leguminosas ofrecidas en estado fresco-picado y del heno de gramíneas tropicales....	42
Cuadro 9.	Consumo diario por grupos de tres animales de dos leguminosas arbustivas en estado fresco-picado y en mezcla con partes iguales a base seca de heno de gramíneas por corderos.....	44

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	<i>Cratylia argentea</i> .....	20
Figura 2.	<i>Calliandra calothyrsus</i> .....	20
Figura 3.	<i>Leucaena leucocephala</i> cv. Cunningham.....	20
Figura 4.	Área utilizada para la siembra de las leguminosas <i>Cratylia argentea</i> , <i>Calliandra calothyrsus</i> y <i>Leucaena</i> <i>leucocephala</i> . .....	20
Figura 5.	Croquis esquemático de siembra de las tres leguminosas arbustivas .....	21
Figura 6.	Corderos en pastoreo ramoneando la leguminosa arbustiva <i>Leucaena leucocephala</i> .....	45
Figura 7.	Corderos consumiendo <i>Cratylia argentea</i> henificada .....	45
Figura 8.	Cordero consumiendo <i>Calliandra calothyrsus</i> henificada....	46
Figura 9.	Cordero consumiendo <i>Leucaena leucocephala</i> henificada..	46
Figura 10.	Cordero consumiendo <i>Leucaena leucocephala</i> en estado fresco-picado.....	47
Figura 11.	Cordero consumiendo <i>Calliandra calothyrsus</i> en estado fresco-picado.....	47

## I. INTRODUCCION

En las regiones tropicales de América Central y el Caribe, predominan los sistemas de producción pecuaria de ganado bovino. Sin embargo, actualmente se ha visto que en los países en vías de desarrollo o los con limitantes en cuanto a terreno disponible para desenvolver sus operaciones, se ha acrecentado la producción de pequeños rumiantes. En Puerto Rico al igual que otros países tropicales, existe un interés genuino de incrementar la producción pecuaria para satisfacer la demanda de consumo humano de proteína de origen animal. Dada la escasa disponibilidad de terrenos para propósitos agrícolas, la explotación ovina y caprina representa una alternativa interesante. Debido a la poca disponibilidad de alimentos concentrados de origen local y al alto costo que representa la importación de los mismos, es necesario promover la utilización de fuentes alimenticias nuevas o subutilizadas que sean económicas y de alto valor nutritivo que ayuden a maximizar la producción animal. Asimismo, el bajo contenido protéico de las gramíneas tropicales, sobretodo durante la época seca, es un limitante importante para el funcionamiento ruminal y la producción animal bajo los sistemas de pastoreo (Norton y Waterfall, 2000).

Actualmente se está evaluando en los sistemas de producción de pequeños rumiantes el uso de forrajes novedosos de buena calidad que toleren las condiciones de baja fertilidad y acidéz de los suelos tropicales. Además, se busca disminuir el uso de fertilizantes químicos que, aunque mejoren la fertilidad del suelo, representan altos costos y, de utilizarse inadecuadamente, se convierten en contaminantes del medio ambiente. Las leguminosas contribuyen

a la alimentación animal directamente al incrementar la cantidad del forraje ingerido (consumo voluntario por el animal), e indirectamente al aportar nitrógeno para promover el crecimiento de las gramíneas en asociación (Broderick, 1995). Las leguminosas arbustivas tienen gran potencial para mejorar los sistemas de producción animal, particularmente en zonas subhúmedas del trópico, ya que dan rendimientos de forraje mayores que las leguminosas herbáceas; toleran mejor el mal manejo y tienen la capacidad de rebrotar y ofrecer forraje de buena calidad en lugares con sequías prolongadas (Lascano y Avila, 2002).

A pesar de las ventajas comprobadas de las leguminosas arbustivas, tanto en zonas templadas como tropicales, su uso por los productores ha sido limitado. Leguminosas arbustivas, tales como: *Cratylia argentea* (Desv.) Kuntze, *Calliandra calothyrsus* Meissner y *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, podrían contribuir a mejorar la respuesta productiva de animales alimentados con forraje de baja calidad o sometidos a penuria alimentaria debido a la escasez de fuentes de proteína y energía de bajo costo. Se ha comprobado que estas leguminosas forrajeras toleran bien las condiciones edáficas adversas de Puerto Rico como la acidez e infertilidad. Sin embargo, es necesaria una evaluación más extensa de sus características agronómicas y su composición química. Otro hecho importante es que la mayoría de los estudios realizados con estas leguminosas en la América Latina han empleado bovinos, por lo que existe limitada información referente a su aceptación y consumo por pequeños rumiantes. Estudiar las características agronómicas de estas leguminosas

sembradas en las condiciones adversas de suelos tropicales, como los de Puerto Rico, y evaluar su valor nutritivo en términos de composición química y consumo, ya sea como forraje fresco o conservado, por parte del ganado ovino, representaría un posible avance para las prácticas de alimentación que actualmente se utilizan en el país.

## II. OBJETIVOS

1. Evaluar las características agronómicas de tres leguminosas arbustivas; *Cratylia argentea*, *Calliandra calothyrsus* y *Leucaena leucocephala*.
2. Determinar el rendimiento forrajero y la composición botánica y química de las tres arbustivas; *Cratylia argentea*, *Calliandra calothyrsus* y *Leucaena leucocephala* a los 134 días de crecimiento luego de ser transplantadas al campo.
3. Evaluar la aceptabilidad de las tres especies leguminosas ofrecidas bajo pastoreo y en estado fresco-picado y seco (heno) por parte del ganado ovino.

### III. REVISION DE LITERATURA

#### 3.1 Características de los arbustos para ser clasificado como forraje

Las especies arbustivas con alto valor nutricional representan un potencial como recurso alimenticio para aumentar la producción animal en los trópicos. De acuerdo con González-Gómez et al., (2006) para que un árbol pueda ser clasificado como forrajero de alto potencial debe reunir ventajas tanto en términos nutricionales, como de producción y de versatilidad agronómica, sobre otros forrajes utilizados tradicionalmente. Por otra parte los requisitos para que un árbol sea clasificado como forrajero son: 1) Que su consumo por los animales sea lo suficiente como para esperar cambios en el desempeño productivo; 2) Que el contenido de nutrientes sea atractivo para la producción animal; 3) Que sea tolerante a la poda 4) Que el rebrote sea lo suficientemente vigoroso, para obtener niveles significativos de producción de biomasa comestible, por unidad de área 5) Que los niveles de compuestos secundarios no afecten el consumo, productividad y salud del animal (González-Gómez et al., 2006; Sosa et al., 2004). Las leguminosas arbustivas poseen excelentes características por lo que son apreciadas por sus múltiples contribuciones a la productividad de los sistemas agrícolas, sus variados usos domésticos y su rol en la protección del medio ambiente. Entre las características deseables que poseen las arbustivas, se destacan las cualidades agronómicas y nutricionales. Entre las agronómicas merecen mención: fácil implantación y rápido crecimiento; nodulación y fijación del nitrógeno efectivas con presencia natural de bacterias fijadoras de nitrógeno (*Rhizobium*) en el suelo; alta productividad con tolerancia

a corte, pastoreo o ramoneo repetitivos; necesidad de poco o ningún fertilizante; resistencia a condiciones ambientales adversas (suelos ácidos, sequías, plagas y enfermedades); ausencia de espinas; raíces profundas; y producción abundante de semillas (González-Gómez et al., 2006; Sosa et al., 2004). En cuanto a las cualidades nutricionales, las leguminosas arbustivas con miras a ser utilizadas como forraje, deben tener alto contenido de proteína y alta digestibilidad, ausencia o poco contenido de factores antinutricionales (ej. taninos), y sabor agradable para el ganado (González-Gómez et al., 2006; Sosa et al., 2004; Lascano, 2002; Argel y Lascano, 1998)

### **3.2 Utilización de leguminosas arbustivas en la producción animal**

En los países tropicales, durante épocas secas del año, el potencial o rendimiento animal decae por no llegar los rumiantes a satisfacer sus requerimientos nutricionales, dado la disminución en la cantidad y calidad del forraje. Comúnmente se han utilizado suplementos alimenticios de origen vegetal (residuos de cosecha), animal (gallinaza) y fuentes de nitrógeno no protéico (urea) con el propósito de mejorar el rendimiento de los animales consumiendo forraje de baja calidad (Pamo et al., 2005). Sin embargo, los residuos de cosechas comúnmente utilizados en la alimentación animal poseen un bajo contenido de nitrógeno y un alto contenido de fibra, características que no satisfacen los requerimientos nutricionales de los animales (Pamo et al., 2005). Es debido a las limitaciones de alimentación en el trópico que la suplementación con otras forrajeras de mejor calidad (leguminosas) representa una opción para aliviar las deficiencias nutricionales de los rumiantes.

Actualmente existe gran interés por el uso de leguminosas arbustivas locales e introducidas como fuente de proteína de bajo costo para mejorar el rendimiento animal (Norton y Waterfall, 2000). Diferentes tipos de leguminosas (*Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth. ex Walp., *Morus alba*, *C. calothyrsus*, *Arachis glabrata* Benth. y *C. argentea*) han sido utilizados para mejorar la producción de bovinos, ovinos y caprinos. Sin embargo, la *L. leucocephala*, *C. calothyrsus* y *C. argentea* representan tres de las alternativas más promisorias.

Entre las ventajas que presentan las leguminosas *C. calothyrsus* y *L. leucocephala*, se incluyen las de producir gran cantidad de biomasa, poseer alto potencial para mejorar la fertilidad del suelo y tener la capacidad de proveer forraje y rebrotar durante la época seca con poca variación en su valor nutritivo (Pamo et al., 2005). La leguminosa *C. argentea*, un arbusto nativo del Amazonas, se caracteriza por su amplia adaptación a suelos ultisoles y oxisoles en zonas tropicales y subtropicales y su capacidad de soportar sequías de hasta 6 meses sin afectar sus rendimientos de forraje bajo corte (Lascano y Avila, 2002). Su capacidad de rebrotar durante el periodo seco se debe a un vigoroso desarrollo radicular. Estas características se complementan con una abundante producción de semillas y establecimiento relativamente rápido cuando las condiciones son adecuadas (Argel y Lascano, 1998).

### **3.2.1 Leucaena leucocephala**

La *L. leucocephala* ha sido utilizada en numerosos estudios de suplementación de rumiantes (Pamo et al., 2005; Sánchez y García, 1998). Espinoza et al. (1999) evaluaron el efecto de dos alturas (30 cm y 60 cm) y dos intervalos de corte (6 y 9 semanas) sobre rendimiento y patrón de consumo por ovinos en pastoreo de *L. leucocephala* en época lluviosa y seca. Estos autores, reportaron que la mejor producción de MS fue para cortes a 30 cm de alto y a intervalos de 9 semanas (56 g de MS/planta). El consumo fue mayor (56 y 53 %) para cortes de 30 cm de alto en intervalos de 6 y 9 semanas, respectivamente. Al realizar la evaluación en periodo seco, no encontraron diferencias para producción de biomasa comestible (hojas y tallos finos) entre alturas e intervalos de corte, sin embargo los porcentajes de consumo en este caso fueron mayores (80%) cuando se realizó el corte a 60 cm de altura y a intervalos de 6 semanas. Se concluyó que la óptima utilización y consumo de la biomasa comestible de leucaena por ovinos ocurre con las partes de la planta ubicadas debajo de los 60 cm de altura ya que el follaje se muestra más accesible. Según la citada investigación, en el manejo de la leucaena pastoreada por ovejos, es recomendable procurar el consumo de los brotes más bajos. La parte más alta de la planta se presta más para pastoreo por bovinos o mediante corte para uso con ovinos como heno o forraje fresco.

En Venezuela se han realizado varios estudios con leucaena en caprinos, ovinos y bovinos. Sánchez y García (1998) evaluaron el efecto de la suplementación con leucaena de corte ofrecida fresca, sobre el peso vivo, el

consumo de alimento y la producción de leche en cabras criollas bajo sistemas tradicionales de explotación. Un grupo de 24 cabras que recibieron un suplemento de *L. leucocephala* (180 g MS/d) y otro grupo testigo de 18 cabras se mantuvo bajo las condiciones usuales de pastoreo. No se observó diferencia significativa en producción de leche diaria entre los dos respectivos grupos (207.4 y 194.5 g/animal). Se encontró una mayor ganancia de peso por el grupo suplementado que por el testigo al final de los 6 meses y medio de medición (6.0 vs 1.1 kg). Evidentemente el suplemento en cuestión promovió una mayor ingestión de nutrientes, considerando que no hubo utilización de las reservas corporales de los animales sino al contrario un aumento de las mismas, a la vez que se mantuvo la producción láctea (Sánchez y García, 1998).

Recientemente, Pamo et al. (2005) en Cameroon, evaluaron el efecto de suplementar con hojas de *C. calothyrsus* y *L. leucocephala* sobre el crecimiento y producción de cabras pigmeas africanas. El experimento se realizó durante las épocas seca y lluviosa, utilizando 24 cabras divididas en dos grupos iguales. Un grupo fue suplementado con una mezcla de partes iguales de *C. calothyrsus* y *L. leucocephala* para proveer 800 g por animal al día, y el otro grupo sirvió de testigo (pastoreo de *Brachiaria ruziziensis* Germain and Evrard y *Pennisetum purpureum* Shumach. por 8 horas diariamente). En promedio las cabras consumieron entre 700 y 800g del follaje suplementario por día durante todo el periodo de estudio. Consumieron casi la totalidad de lo suplementado lo que es indicativo del alto nivel de aceptabilidad de *C. calothyrsus* y *L. leucocephala* (Pamo et al., 2005). No hubo diferencia significativa entre las épocas seca y

lluviosa. Estos resultados sugieren que la suplementación fue beneficiosa durante la época seca que conlleva pobre calidad y disminución de la gramínea disponible.

### **3.2.2 Calliandra calothyrsus**

En años recientes se ha incrementado el interés por estudiar la eficacia como suplementos de otras leguminosas con potencial forrajera como *C. calothyrsus*. Se trata de una leguminosa nativa de América Central. La palatabilidad de sus hojas ha sido variable en los rumiantes y también el efecto del secado en cuanto al aumento o disminución de su aceptabilidad (Norton y Waterfall, 2000). Estos autores estudiaron el efecto del secado sobre la composición química y el efecto de la suplementación de *C. calothyrsus* y *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze, sobre el consumo, utilizando 24 cabros cashemira australianos. Las leguminosas suplementaron una dieta basal de paja de cebada por un periodo de 4 semanas. Se evaluaron cuatro niveles de suplementación de ambas leguminosas: 0%, 0.08%, 1.66% diario del peso vivo inicial y suplementación *ad libitum*. El secado de ambas arbustivas resultó en una disminución del contenido libre y total de taninos condensados. *C. calothyrsus* como dieta única fue menos digerible y palatable que *T. tipu*. Las cabras consumieron en promedio una cantidad equivalente a 1.9% del PV diario de *C. calothyrsus* cuando se ofreció *ad libitum*. Se sugiere que el alto contenido de taninos condensados *C. calothyrsus*, tanto fresca como henificada (65.2 y 51.2

g/kg MS, respectivamente), posiblemente disminuyó el valor nutritivo y el consumo a todos los niveles de suplementación de la misma.

Los taninos son compuestos fenólicos secundarios de elevado peso molecular (> 500 < 20000), que se encuentran frecuentemente en frutas, árboles, y forrajeras templadas y tropicales, principalmente leguminosas (González et al., 2006). Existen dos tipos de taninos: hidrolizables (TH) y condensados (TC), los cuales poseen capacidad de interacción con otras moléculas y pueden producir efectos depresivos sobre el consumo y la digestibilidad de la materia seca y el nitrógeno, ya que provocan saciedad y limitan, por lo tanto, el consumo (Flores et al., 1999).

Salawu et al. (1997) evaluaron la composición química y el efecto del contenido de taninos sobre la degradabilidad *in vitro* de materia seca de *C. calothyrsus*. En un estudio realizado en Zimbabwe, estos autores analizaron hojas y tallos del arbusto de 3 años de edad, y observaron en las hojas un mayor contenido de proteína bruta (PB) (253 vs. 182 g/kg) y un menor contenido de fibra bruta (191 vs. 364 g/kg). El contenido de taninos fue mayor en las hojas de *C. calothyrsus* (127 g/kg) que en los tallos (97 g/kg) cuando se determinó por el método de HCl-vanilina. Estos datos al igual que otros estudios, sugieren que leguminosas con altos contenidos de taninos y suplementadas a altos niveles de inclusión afectan el consumo de materia seca y la utilización de componentes alimenticios en los rumiantes (González-Gómez et al., 2006; Sosa et al., 2004; Flores et al., 1999; Flores et al., 1998). Merkel et al., (1999) observaron baja digestibilidad ruminal de N al suplementar *C. calothyrsus* en ovinos, lo que indicó

que los taninos presentes en las especies se hallaban enlazados a proteínas, haciéndolas menos disponible para la digestión. Asimismo, Flores et al., (1999) observaron que la inclusión de altos niveles de *C. calothyrsus* en dietas de bovinos, resultó en un incremento en N fecal dada la baja degradabilidad de la proteína en este forraje. Las disminuciones observadas en consumo de materia seca de leguminosas con alto contenido de taninos, como *C. calothyrsus*, se atribuyen a sus efectos sobre la palatabilidad, ya que se forman complejos entre proteínas salivales y taninos, lo que provoca una sensación de astringencia, que puede aumentar la salivación y disminuir la palatabilidad. También ocurre una reducción en la tasa de fermentación ruminal, lo que ocasiona un efecto de mayor llenado del rumen. En situaciones más severas se reduce la digestión de la fibra y del nitrógeno. (González-Gómez et al., 2006; Sosa et al., 2004; Flores et al., 1998; Flores et al., 1999). La presencia de altos niveles de taninos condensados en *C. calothyrsus* constituye una posible causa de su bajo consumo y digestibilidad. Sin embargo, esto no se ha confirmado con seguridad. Otros estudios muestran variación en la aceptabilidad de esta leguminosa, dependiendo del nivel de oferta y el estado de desarrollo de la planta al momento de utilizar la misma (Salawu et al., 1997).

### **3.2.3 Cratylia argentea**

Las especies *L. leucocephala*, *C. calothyrsus* y otras leguminosas arbustivas han sido objeto de numerosos estudios, sin embargo en los últimos años la atención se ha concentrado sobretodo en la especie *C. argentea*

(Rodríguez y Guevara, 2002). Esta es nativa de América del Sur (Región Amazonas) y sólo fue introducida a diversas regiones de Centroamérica y el Caribe hace menos de una década. Se adapta mejor a suelos bien drenados y de baja a moderada fertilidad (Franco et al., 2000). El arbusto tiene un crecimiento inicial lento, pero éste se incrementa a partir de los dos meses de edad; tolera bien cortes con frecuencias de 6 a 8 semanas y tiene la capacidad de rebrotar aún durante periodos de sequía. Puede ser una alternativa para suplementar gramíneas en sistemas de corte o utilizarse como banco de proteínas en pastoreo directo, principalmente durante la época seca (Ibrahim et al., 2000). La *C. argentea* ha sido evaluada por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en diferentes ambientes. Las precipitaciones anuales en los sitios de evaluación han variado desde 997 mm en México hasta 4,000 mm en Costa Rica y el número de meses secos (<100mm) han variado desde ninguno en Costa Rica hasta 6 en regiones de México. En los sitios en cuestión han predominado los suelos tipo oxisol, ultisol e inceptisol con pH de 3.8 a 5.9 y saturación de aluminio de 0 a 87% (Argel y Lascano, 1998). La alta retención foliar, particularmente de hojas jóvenes, y la capacidad de rebrote durante la época seca son de las características más sobresalientes de *C. argentea*. Esta cualidad se relaciona al desarrollo de raíces vigorosas de hasta 2 m de longitud que hace la planta tolerante a la sequía aún en condiciones extremas de suelos pobres y ácidos como en el caso de Brasil (Pizarro y Coradin, 1995). Además, hasta ahora no se han encontrado plagas ni enfermedades importantes que afecten la producción e utilización de *C. argentea*.

La propagación de esta leguminosa es por semilla, ya que la intentada por material vegetativo no ha sido exitosa (Argel y Lascano, 1998). Produce semillas de buena calidad con poca a ninguna latencia física, por lo que la semilla no necesita de escarificación previa a la siembra y de ser tratada con ácido sulfúrico se reduce la viabilidad de la misma (Maass, 1995). De igual manera las semillas pueden perder rápidamente su viabilidad en un período de 1 año, si son almacenadas en condiciones de temperatura y humedad ambientales en el trópico bajo. En un estudio realizado por el CIAT en Costa Rica, se encontró que con una temperatura promedio de 24 °C y humedad relativa de 70%, la germinación de la semilla se redujo de 79% a 40% en menos de 8 meses (Argel y Lascano, 1998). La siembra de estas semillas debe ser superficial (a menos de 2 cm de profundidad) ya que siembras profundas causan pudrición de las semillas, se retarda la emergencia de las plántulas y se producen plantas con menor desarrollo radicular (Maass, 1995). En cuanto a inoculación, la semilla de *C. argentea* responde a inóculos de rhizobio del mismo tipo del caupí, los cuales son muy comunes en suelos tropicales. Esto representa una gran ventaja en cuanto al establecimiento de esta leguminosa en regiones tropicales, ya que no es necesario incurrir en gastos de inoculación, aún tratándose de un forraje introducido recientemente de otras regiones.

Se ha estudiado y analizado la producción forrajera de la *C. argentea* en comparación con otras leguminosas tropicales. En Colombia, la *C. argentea* produjo más MS que *G. sepium* y *D. velutinim*, pero menos que *F. macrophylla* (Maass, 1995). Los rendimientos de MS de esta leguminosa están influenciados

por la fertilidad del suelo, la densidad de siembra, la edad al primer corte y la edad de la planta a cortes subsiguientes. Xavier et al. (1996) encontraron respuesta positiva a la aplicación de fósforo en plantas menores de 1 año y cortadas cada 8 semanas. Cuando se aplicó fósforo, la mayor producción individual por planta se obtuvo cuando la densidad de siembra fue de 6000 plantas/ha (100 g MS/planta), comparado con 10,000 plantas/ha (75 g MS/planta). También se ha observado que cuando las plantas se cosechan por primera vez a los 4 meses de edad y después a intervalos de 8 semanas, rinden menos MS por corte (65 g/planta) que cuando se cosechan inicialmente a 6 ó 8 meses de edad (77 y 101 g/planta, respectivamente). Lo anterior sugiere que entre más desarrollo presentan las plantas de *C. argentea* al momento del primer corte, mayores serán los rendimientos de biomasa esperados.

El valor nutritivo de un forraje es función de su composición química, consumo voluntario, digestibilidad y eficiencia de utilización de los nutrientes absorbidos. Análisis químicos realizados por Perdomo (1991) en muestras de leguminosas arbustivas cosechadas en la estación del CIAT en Colombia, mostraron que el follaje aprovechable para los animales (hojas + tallos finos) de *C. argentea* de 3 meses de rebrote, presentó un contenido de PB de 23%, similar al de otras especies conocidas como *C. calothyrsus* (24%), *E. poeppigiana* (27%), *G. sepium* (25%) y *L. leucocephala* (27%). Además, la digestibilidad in vitro de materia seca (DIVMS) del forraje de *C. argentea* (48%) fue mayor que la de *C. calothyrsus* (41%), pero menor que la de *G. sepium* (51%), *E. fusca* (52%) y *L. leucocephala* (53%). En otros estudios realizados por

el CIAT (Argel y Lascano, 1998) se encontró que la DIVMS de *C. argentea* (53%) fue mayor que la de otras leguminosas adaptadas a suelos ácidos como *Codariocalyx giroides* (30%) y *F. macrophylla* (20%), lo cual está asociado a su bajo contenido de taninos condensados. Como resultado del alto contenido de PB y bajos niveles de taninos, *C. argentea* es una excelente fuente de nitrógeno fermentable en el rumen (Wilson y Lascano, 1997).

En otras evaluaciones (Avila y Lascano, 2000), se ha observado que vacas lecheras rechazan el follaje inmaduro de *C. argentea* cuando se ofrece fresco, pero que lo consumen en estado seco. En pruebas de consumo voluntario en ovinos, se les ofreció forraje (hojas + tallos finos) inmaduro y maduro de esta leguminosa en estado fresco, secado al viento y secado al sol. El consumo de *C. argentea* inmadura y fresca fue bajo, pero aumentó significativamente cuando se dejó secar durante 24 ó 48 h (Raaflaub y Lascano, 1995). El consumo de forraje maduro por ovinos fue alto, independiente del tratamiento aplicado luego de ser cosechado. Resultados posteriores confirmaron que vacas en pastoreo con acceso a un banco de *C. argentea* consumían mejor el forraje maduro y en menor grado el inmaduro (Argel y Lascano, 1998). Estos resultados indican que una de las grandes ventajas de *C. argentea* es que su utilización por rumiantes se puede diferir para la época seca en sistemas de pastoreo directo, sin necesidad de otras prácticas de manejo. En ganado vacuno de doble propósito se ha estudiado la utilización de ensilaje de cratilia suprimiendo el uso de otros suplementos, práctica que está tomando auge en los países centroamericanos. Argel et al. (2000) obtuvieron una

producción de leche similar en vacas que consumían la leguminosa fresca o ensilada. Actualmente se investigan procedimientos para producir ensilajes de *Cratylia argentea* de alta calidad (Argel et al., 2000).

En ovejas tipo Africanas, se utilizaron 2 niveles de suplementación (0.5% y 1.0% del peso vivo diariamente) de caña de azúcar (*S. officinarum*) mezclada con *C. argentea* en dietas basales de gramíneas tropicales, ofreciéndose cada nivel de suplementación una o dos veces al día (Quiñones et al., 2000). Se determinó que la dieta basal de gramínea fue baja en PB (4.8%) y alta en contenido de pared celular (79% FDN y 44% FDA), mientras la *C. argentea* (hojas) tuvo un alto nivel de PB (21%), pero también altos niveles de pared celular (87% FDN y 37% FDA). Por lo tanto el suplemento ofrecido fue buena fuente de proteína pero no tan buena de energía. Se observó un mayor consumo al mayor nivel de suplementación con la alimentación dos veces al día relativo a una sola vez. Fue evidente que el nivel y frecuencia de alimentación tuvo un efecto significativo en la utilización de N de ovejas en crecimiento. Otros estudios utilizando ovinos en jaulas metabólicas alimentados con una gramínea deficiente en PB (6%) mostraron que la suplementación de *C. argentea* a niveles de hasta 40% de la oferta total resultó en los cambios siguientes: un aumento de 18% de consumo de materia seca total, una mayor concentración de amonio ruminal (3 vs. 7.5 mg/dl), un mayor flujo al duodeno de N en forma de proteína bacteriana (3.3 vs. 5.5 g/día) y de nitrógeno total (8.4 vs. 14.2 g/día); y una mayor absorción aparente de N (4.7 vs. 8.2 g/día), en comparación con la dieta de gramínea sola (Wilson y Lascano, 1997). Sin embargo, la suplementación con la leguminosa en

todos los niveles de oferta (10%, 20% y 40%) redujo la digestibilidad de la dieta, lo cual estuvo asociado con su alto nivel de fibra indigerible (38%) en comparación con la gramínea (13%). Aún así, de este estudio se puede concluir que la suplementación de *C. argentea* tiene la virtud de contribuir a aliviar la deficiencia de proteína en rumiantes, la cual es común en la época seca.

Existen dos opciones para el desarrollo o mejoras a los sistemas de alimentación de rumiantes utilizando leguminosas arbustivas; utilizar especies locales ya presentes y adaptadas a nuestras condiciones de suelos o introducir nuevas especies de superior capacidad de producir biomasa y buen potencial para uso como forraje.

## IV. MATERIALES Y METODOS

### 4.1 Facilidades y Localización

#### 4.1.1 Siembra de leguminosas

La investigación se llevó a cabo en las facilidades de la Granja Experimental para Animales Pequeños en la Estación Experimental Agrícola de la Unversidad de PR, localizada en el valle de Lajas. Se realizó la siembra por transplante de pequeñas plantas en tiestos de las leguminosas arbustivas; *Cratylia argentea* (**CA**) (Figura 1), *Calliandra calothyrsus* (**CC**) (Figura 2) y *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham (**LL**) (Figura 3). El cultivar Cunningham proviene del cruce *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit x *Leucanea pulverulenta* (Schlecht.) Benth. Se determinó sus características agronómicas, composición química, selectividad ingestiva y consumo voluntario utilizando corderos como animales experimentales. El área de siembra consistió de un predio de forma rectangular irregular (Figura 4) con dimensiones máximas de 53.5m x 48.3m, el cual fue dividido en un pasillo central paralelo a la pendiente y en seis predios de áreas similares (277.07m<sup>2</sup>), en los cuales se sembró la leguminosa correspondiente en hileras y en asociación con gramíneas (mayormente pasto guinea; *Panicum maximum*), (N=2; por leguminosa) (Figura 5.)



Figura 1. *Cratylia argentea*



Figura 2. *Calliandra calothyrsus*



Figura 3. *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham



Figura 4. Área utilizada para la siembra de las leguminosas *Cratylia argentea*, *Calliandra calothyrsus* y *Leucaena leucocephala*.

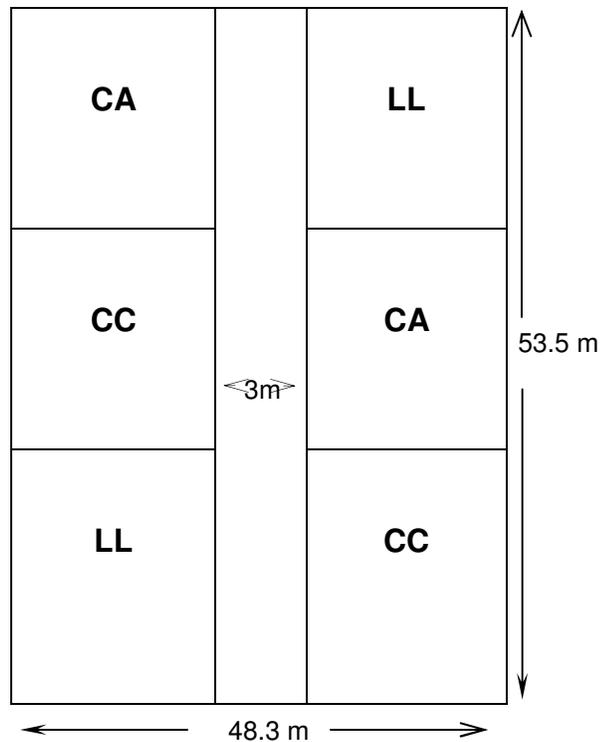


Figura 5. Croquis esquemático de siembra de las tres leguminosas arbustivas

La siembra de las leguminosas se realizó en doble hilera a una distancia entre plantas de 1.5 m y entre hileras dobles de 4 m. Según las distancias de siembra, se sembraron aproximadamente 60 plantas por predio (120 plantas por tratamiento). Las leguminosas no fueron inoculadas previo a la siembra. A los 134 días de crecimiento (a partir de la siembra de las plántulas) se evaluó la altura, rendimiento de MS y razón hoja : tallo de las forrajeras bajo estudio, tomando de muestra una planta por hilera al azar (N=6; por predio). La relación hoja: tallo de las plantas se obtuvo determinando la materia seca de las hojas así como de los tallos. Además se tomaron dos muestras por predio de la gramínea presente previo al pastoreo para determinar su composición química

(MS, MO, MI, PB, FDN, FDA). La determinación de la composición química se realizó usando tres plantas leguminosas seleccionadas al azar por predio y se analizaron seis muestras de cada tratamiento (tres de hojas y tres de tallo).

## **4.2 Animales y Manejo**

### **4.2.1 Ensayo experimental 1**

Se utilizaron 18 corderos criollos de pesos corporales ( $\mu=22.8$  Kg) y edades similares, los cuales se dividieron en seis grupos de tres animales. Para la evaluación de la aceptabilidad de las leguminosas bajo condiciones de pastoreo, se asignaron aleatoriamente los tríos de animales a uno de los tres tratamientos de leguminosa (N=2 predios por especie) y se les permitió el libre acceso al área de forraje durante un horario controlado. La prueba de selectividad duró 21 días con seis horas diarias (6:00am a 12:00pm) de pastoreo. Mediante apreciación visual se observó la selectividad de las leguminosas por parte del ganado ovino diariamente durante las tres semanas. Luego de introducir los animales a sus respectivos predios se observó a distancia su comportamiento por un periodo de sesenta minutos y se anotó la cantidad de animales consumiendo las leguminosas a los 0, 15, 30, 45 y 60 minutos. La aceptabilidad observada se expresó a través de una escala cualitativa, la cual constó de tres niveles de preferencia de las leguminosas en base a la cantidad de ovinos que consumieron o ramonearon las mismas. Dichos niveles de preferencia fueron: no ramoneada (0 animales consumiendo), medianamente ramoneada (1-2 animales consumiendo) y altamente ramoneada

(3 ó más animales consumiendo leguminosa). Estos niveles representan 0, 16 a 33 y 50% ó más de los animales ramoneando las leguminosas, respectivamente. Los animales fueron pesados después del periodo de pastoreo al comienzo del experimento (día 1), luego a los 14 y 21 días.

#### **4.2.2 Ensayos experimentales 2 y 3**

El ensayo experimental 2, para evaluar la aceptabilidad y consumo de las leguminosas en estado seco (heno), se realizó en las facilidades del proyecto de pequeños rumiantes en la Finca Laboratorio Alzamora de la Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez. Los henos de *C. argentea* y *C. calothyrsus* provenían de una siembra localizada en la Estación Experimental Agrícola en Corozal, mientras que el material henificado de *L. leucocephala* se obtuvo de plantas silvestres que se encontraban en las cercanías de la Estación Experimental Agrícola en Lajas. En Corozal el forraje fresco fue secado al sol por un periodo de 48-96 horas hasta obtener peso constante, mientras en Lajas se secó en bolsas grandes en una secadora sin techo en la cual el aire levemente calentado a 30-35°C subía através de agujeros en el piso. Por este proceso las hojitas que se desprendían al secarse quedaban recogidas dentro de la bolsa. Se volvió a utilizar los mismos 18 corderos (peso vivo,  $\mu=27.3$  Kg), los cuales fueron divididos en seis grupos de 3 animales y aleatoriamente asignados a uno de tres tratamientos. Los tratamientos (dietas) incluían partes iguales de la leguminosa y de heno de gramíneas tropicales, principalmente *Panicum maximum* (Jacq.), y la oferta diaria se basó en un consumo total

esperado equivalente a 3% del peso vivo, en base seca. Los tratamientos fueron los siguientes; T<sub>1</sub>= 50% heno de gramínea: 50% heno de *C. argentea*, T<sub>2</sub>= 50% heno de gramínea: 50% heno de *C. calohyrus* y T<sub>3</sub>= 50% heno de gramínea: 50% heno de *L. leucocephala*, con oferta por separado de henos de leguminosa y gramínea. Los tríos de corderos se confinaron en jaulas de dimensiones 2.4 m x 1.2 m con piso de tierra y provistas de comederos de madera y envases para ofrecer agua *ad libitum*. Se determinó el consumo voluntario (g MS/d) del forraje de cada tratamiento experimental. El experimento tuvo una duración de 11 días (6 días de adaptación a la dieta y 5 días de recolección de datos comparativos). Se recolectaron muestras del forraje ofrecido y rechazado para someterse a los análisis químicos.

El ensayo experimental 3, para la evaluación de la selectividad y consumo de las leguminosas en estado fresco-picado se realizó en las facilidades de la Granja Experimental para Animales Pequeños, localizada en la Estación Experimental Agrícola de Lajas. Este ensayo fue similar al 2, excepto que utilizó forraje fresco que se picó diariamente de dos leguminosas arbustivas. En este caso no fue posible la evaluación de la *C. argentea*, ya que la misma no rebrotó bien y la cantidad disponible en los dos predios sembrados no era suficiente para poder completar el experimento. Puesto que las leguminosas se ofrecían en seguida de ser cortadas, no era posible cosecharlas en otro lugar distante. Se asignaron doce corderos criollos ( $\mu$ = 23.1 Kg) a 4 jaulas, cada jaula representando una repetición del tratamiento. La jaulas fueron provistas de comederos de madera y envases para ofrecer agua *ad libitum*. Se utilizaron dos

dietas con proporción teórica 50:50 en base seca [heno de gramínea (*Brachiaria brizantha* cv. Mulato) : forraje fresco de leguminosa], con una oferta diaria total de MS igual a 3% del peso vivo inicial. Se compararon los siguientes tratamientos; T<sub>1</sub>= 50% heno de gramínea : 50% forraje fresco de *C. calothyrsus* y T<sub>2</sub>= 50% heno de gramínea : 50% forraje fresco de *L. leucocephala*. Se determinó el consumo de forraje de cada tratamiento experimental. Otra vez el experimento tuvo una duración de 11 días (6 días de adaptación a la dieta y 5 días de datos comparativos).

### **4.3 Análisis de Laboratorio**

Los análisis químicos de las muestras de forrajes se llevaron a cabo en las facilidades del Laboratorio de Nutrición Animal del Departamento de Industria Pecuaria. Las muestras abarcaron las leguminosas arbustivas utilizadas en los tres ensayos experimentales y la gramínea presente en los predios bajo pastoreo y la henificada. Se determinaron las fracciones materia seca (MS) (secado al horno 65°C/48h), materia inorgánica (MI) (550°C/12h), materia orgánica (MO) (100-MI), PB (AOAC, 1990), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) (Van Soest et al., 1991) y hemicelulosa (FDN-FDA).

### **4.4 Análisis Estadísticos**

#### **4.4.1 Ensayo experimental 1**

Los datos referentes a rendimiento de MS, altura de la planta y razón hoja:tallo y los de composición química de los forrajes en términos de los

componentes MS, MI, MO, PC, FDN, FDA y hemicelulosa, se analizaron conforme con un Diseño de Bloques Completos Aleatorizados con dos repeticiones. Se sometieron los datos a un Análisis de Varianza (ANAVA), utilizando el procedimiento Modelo Lineal General de SAS ® (SAS Institute, 1990). Se realizó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, para comparar las medias por tratamiento de las variables que resultaron tener varianza de tratamiento significativa ( $p < 0.05$ ).

El modelo experimental fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$ = variable dependiente (rendimiento de MS, altura, relación hoja:tallo y composición química)

$\mu$ = media general estimada

$\alpha_i$ = efecto del tratamiento (CA, CC y LL)

$\beta_j$ = efecto del bloque (dos repeticiones)

$\varepsilon_{ij}$ = error experimental

#### **4.4.2 Ensayos experimentales 2 y 3**

La variable de consumo voluntario en cada caso se analizó según un Diseño Completamente Aleatorizado con dos repeticiones por tratamiento. Los datos fueron analizados según indicado para el ensayo experimental 1.

El modelo experimental fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_i$ = variable dependiente (consumo de MS, PB y FDN)

$\mu$ = media general estimada

$\alpha_i$ = efecto del tratamiento (CA, CC y LL)

$\varepsilon_i$ = error experimental

## V. RESULTADOS Y DISCUSION

### 5.1 Ensayo Experimental 1

#### 5.1.1 Características agronómicas y composición botánica de las leguminosas arbustivas

De las tres leguminosas evaluadas en el primer ensayo experimental, *C. argentea* fue la arbustiva que mostró la menor altura ( $P<0.05$ ) y el menor rendimiento de materia seca ( $P<0.05$ ) a los 134 días después del transplante (0.46m y 43.9 Kg MS/ha, respectivamente) (Cuadro 1). Las cifras correspondientes para para *C. calothyrsus* y *L. leucocephala* fueron 1.32m y 1,133.4 Kg MS/ ha y 1.62m y 1,172.9 Kg MS/ha, respectivamente. El bajo rendimiento de MS observado en *C. argentea* pudo estar afectado por condiciones del suelo, ya que los suelos que predominan en la Estación Experimental del valle de Lajas son vertisoles con pH ligeramente alcalino y esta leguminosa no tolera eficazmente suelos alcalinos.

**Cuadro 1. Características agronómicas (altura y rendimiento de materia seca) de las leguminosas a los 134d después del transplante**

Tratamiento	Altura (m)	Rendimiento (Kg MS/ha)
<i>C. argentea</i>	0.46 <sup>b</sup>	43.9 <sup>b</sup>
<i>C. calothyrsus</i>	1.32 <sup>a</sup>	1133.4 <sup>a</sup>
<i>L. leucocephala</i>	1.62 <sup>a</sup>	1172.9 <sup>a</sup>
EEM <sup>1</sup>	0.15	321.8

Medias con diferente letra en la misma columna difieren ( $P<0.05$ )

<sup>1</sup>Error Estándar de la Media

Las partes proporcionales de hoja y tallo constituyen un criterio para estimar la calidad del forraje ofrecido a los animales. Esta relación también permite estimar la producción de follaje comestible y no comestible cuando las arbustivas se ofrecen directamente como corte fresco. Las especies *C. argentea* y *C. calothyrsus* presentaron las mayores proporciones de hojas, (57.5% y 54.7%) y las menores de tallo (42.5% y 45.2%), respectivamente. Expresadas de otra manera, las relaciones hoja:tallo fueron 1.35 y 1.21, respectivamente. (Cuadro 2). No se encontraron diferencias ( $P=0.05$ ) en estas variables entre las arbustivas *C. argentea* y *C. calothyrsus* (Cuadro 2). Esto señala similitud entre estas dos especies en cuanto al contenido de hojas y tallos. En cambio, la relación hoja:tallo fue menor en *L. leucocephala* que en las otras dos especies, lo que podría estar relacionado con la mayor altura (1.62m) de aquella al compararse con las alturas obtenidas para *C. argentea* y *C. calothyrsus* o a diferencias anatómicas inherentes entre las especies. Espinoza et al., (1996), reportaron que existe en *L. leucocephala* una relación inversa, tanto entre edad de la planta y relación hoja:tallo, como entre altura de corte y relación hoja:tallo. Por otra parte, Guevara y Guenni (2004), estudiaron varias líneas de *Leucaena* a los 15, 30, 45, 60 y 110 días de germinadas y observaron un aumento relativo del peso de tallos de todas las líneas a partir de los 45 días debido a la lignificación de los mismos. Esto refleja la transformación fisiológica de la planta, de un estado joven a maduro.

**Cuadro 2. Composición botánica de las leguminosas arbustivas a los 134d después del transplante.**

Parte anatómica	<i>Cratylia argentea</i>	<i>Calliandra calothyrsus</i>	<i>Leucaena leucocephala</i>	EEM <sup>1</sup>
Hojas (%)	57.5 <sup>a</sup>	54.7 <sup>a</sup>	35.6 <sup>b</sup>	4.13
Tallos (%)	42.5 <sup>b</sup>	45.2 <sup>b</sup>	64.3 <sup>a</sup>	4.13
Relación hoja:tallo	1.35 <sup>a</sup>	1.21 <sup>a</sup>	0.55 <sup>b</sup>	0.22

Medias con letras diferentes en la misma fila difieren significativamente (P<0.05)

<sup>1</sup>Error Estándar de la Media

### 5.1.2 Composición química de las hojas y tallos de las tres leguminosas arbustivas y composición química de las gramíneas tropicales presentes en los predios.

La composición química de las hojas y tallos de las leguminosas a los 134 días de germinadas muestra que la de mayor contenido de MS en las hojas fue *C. calothyrsus* (36.29%) (Cuadro 3). No se observó diferencias significativa (P>0.05) para el contenido de MS en las hojas entre *C. argentea* y *L. leucocephala* (28.43 y 27.77%, respectivamente). En los tallos, no hubo diferencias significativas (P>0.05) para el contenido de MS de las tres leguminosas evaluadas a pesar del mayor valor numérico de *L. leucocephala*. *C. calothyrsus* mostró el mayor contenido de MO tanto en hojas como en tallos. No se observó diferencia (P>0.05) en el contenido de MO en las hojas ni en los tallos entre *C. argentea* y *L. leucocephala*. La especie con mayor contenido de PB en la hojas fue *L. leucocephala*, seguida por *C. argentea* y con *C. calothyrsus* última (21.94, 16.56 y 14.40%). Rodríguez y Guevara (2002), observaron variaciones de 15 a 20% PB en varias accesiones de *C. argentea* en suelos tropicales durante la época de sequía. El valor observado en el presente estudio se ubica dentro de aquellos límites. Lascano et. al., (2002) también encontraron

bajos contenidos de PB en *C. calothyrsus* cultivada en varias localidades de suelos tropicales en Colombia y cosechadas en una etapa de madurez relativamente avanzada. Por otro lado, no se observaron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) para el contenido de PB en el tallo entre las tres leguminosas estudiadas (Cuadro 3).

En cuanto a los componentes de pared celular, el contenido de FDN en el follaje fue menor en *L. leucocephala* (40.17%) y progresivamente más alto en *C. calothyrsus* (46.46%) y *C. argentea* (57.20%). Este último valor pone en desventaja a la *C. argentea* en cuanto a su probable valor nutritivo. El contenido de FDA en el follaje fue significativamente menor ( $P<0.05$ ) para *L. leucocephala* (19.04%), que para *C. argentea* (43.88%) y *C. calothyrsus* (35.70%). Referente a los tallos, resaltan los altos contenidos de FDN y FDA en *C. calothyrsus* (71.72% y 65.56%) y *L. leucocephala* (71.45% y 63.10%), relativa a *C. argentea* (63.47% y 54.14%) (Cuadro 3). La fracción de hemicelulosa fue mayor en las hojas que en los tallos de las tres especies, sobretodo en *L. leucocephala*, pero estas diferencias no resultaron significativas ( $P>0.05$ ) (Cuadro 3).

Otros componentes químicos presentes en estas tres leguminosas arbustivas estudiadas que no fueron evaluados en el presente estudio incluyen los taninos condensados. Estos se caracterizan por ser compuestos antinutricionales que afectan la palatabilidad y aceptabilidad de las leguminosas por parte del ganado.

**Cuadro 3. Composición química de las porciones hoja y tallo de las leguminosas arbustivas a los 134d después del transplante**

Componente <sup>1</sup> (%)	Hojas			Tallos		
	CA	CC	LL	CA	CC	LL
Materia Seca	28.43 <sup>b</sup>	36.29 <sup>a</sup>	27.77 <sup>b</sup>	31.85 <sup>a</sup>	32.50 <sup>a</sup>	46.82 <sup>a</sup>
Materia Orgánica	92.26 <sup>b</sup>	93.89 <sup>a</sup>	93.05 <sup>ab</sup>	95.74 <sup>b</sup>	97.24 <sup>a</sup>	95.99 <sup>b</sup>
Materia Inorgánica	7.73 <sup>a</sup>	6.11 <sup>b</sup>	6.95 <sup>ab</sup>	4.25 <sup>a</sup>	2.76 <sup>b</sup>	4.00 <sup>a</sup>
Proteína Bruta	16.56 <sup>ab</sup>	14.40 <sup>b</sup>	21.94 <sup>a</sup>	6.84 <sup>a</sup>	4.86 <sup>a</sup>	5.80 <sup>a</sup>
Fibra Detergente Neutro	57.20 <sup>a</sup>	46.46 <sup>b</sup>	40.17 <sup>b</sup>	63.47 <sup>b</sup>	71.72 <sup>a</sup>	71.45 <sup>a</sup>
Fibra Detergente Acido	43.88 <sup>a</sup>	35.70 <sup>a</sup>	19.04 <sup>b</sup>	54.14 <sup>b</sup>	65.56 <sup>a</sup>	63.10 <sup>a</sup>
Hemicelulosa <sup>2</sup>	13.20 <sup>a</sup>	10.76 <sup>a</sup>	21.13 <sup>a</sup>	9.33 <sup>a</sup>	6.16 <sup>a</sup>	8.35 <sup>a</sup>

CA= *Cratylia argentea*; CC= *Calliandra calothyrsus*; LL= *Leucaena leucocephala*

Medias con letras diferentes en la misma fila difieren significativamente (P<0.05)

<sup>1</sup>Base Seca, <sup>2</sup>Cálculo por diferencia (FDN-FDA)

Entre las especies de gramíneas presente en los predios, se observó que la más abundante y predominante en todos fue la yerba guinea (*Panicum maximum*), acompañada por otras especies como yerba pajón (*Dichanthium annulatum*) y yerba johnson (*Sorghum halepense*).

**Cuadro 4. Composición química porcentual en base seca de las gramíneas tropicales (GT) presente en los predios y en asociación con las leguminosas arbustivas.**

<b>Composición Química</b>	<b>GT</b>
Materia Seca	33.29
Materia Orgánica	90.23
Materia Inorgánica	9.77
Proteína Bruta	8.81
Fibra Detergente Neutro	66.67
Fibra Detergente Acido	44.46
Hemicelulosa <sup>1</sup>	22.21

Especies: *Panicum maximum*, *Dichanthium annulatum*

<sup>1</sup>Cálculo por diferencia (FDN-FDA)

Las gramíneas asociadas en los predios demuestran un moderado contenido de PB y alto pero no excesivo contenido de paredes celulares (FDN) (Cuadro 4). Esta vegetación graminácea consistió de rebrotes de tres semanas de edad, lo que favoreció una composición química relativamente buena, ya que el contenido de PB decrece y la fibrosidad aumenta a medida que el forraje se madura. Toranzos et al., (2000), en estudios con gramíneas tropicales en

Argentina, observaron contenidos de PB de esta misma magnitud, oscilando de 7 a 10% en gramíneas en estado vegetativo y 3 a 7% en estado de florecencia. De las gramíneas evaluadas por estos mismos autores, *Panicum maximum* cv. Gatton resultó la de mayor contenido de PB. También observaron contenidos de FDN siempre superiores a 62% en las gramíneas evaluadas. Arthington y Brown (2005), en Florida (EU) estudiaron el efecto de la madurez sobre la composición química de cuatro gramíneas tropicales. Observaron contenidos de PB superiores a 7.5% a las cuatro semanas de rebrote, mientras a las 10 semanas dicho nivel había sufrido una reducción relativa de 37.8%. Esa drástica disminución en PB al aumentar la madurez de las gramíneas tropicales, se ha señalado como uno de los factores que contribuye a baja digestibilidad y pobre desempeño productivo en animales alimentados con estos forrajes (Mlay et al., 2006; Arthington y Brown, 2005). Diversos estudios han demostrado que las gramíneas tropicales son relativamente bajas en energía y proteína y altas en fibra (>60% FDN) comparadas con especies templadas. Esta diferencia resulta de la mayor tasa de crecimiento y madurez temprana, influenciada por la alta temperatura e intensa radiación solar del trópico. (Mlay et al., 2006; Arthington y Brown, 2005; Aganga y Tshwenyane, 2004; Toranzos et al., 2000).

### **5.1.3 Selectividad ingestiva de las tres leguminosas arbustivas por ovinos en pastoreo**

La cantidad de forraje ingerida por animales bajo sistemas de pastoreo depende de la composición botánica y química de las plantas presentes y la

cantidad disponible y también de características del animal, tales como el hábito ingestivo, talla corporal y estado fisiológico.

Se evaluó la selectividad ejercida por los ovinos con acceso a las arbustivas en forma de forraje fresco bajo pastoreo (Ensayo 1), picado (Ensayo 3) y conservado como heno (Ensayo 2). Observación de los animales a pastoreo reveló que las leguminosas *C. argentea* y *C. calothyrsus* no fueron ramoneadas ni al inicio del pastoreo ni más tarde (Cuadro 5) limitándose los animales a ingerir gramíneas únicamente. *L. leucocephala* fue mediana y altamente seleccionada por los ovinos (Figura 6) a partir del comienzo de pastoreo (cero minutos) y durante los sesenta minutos subsiguientes (Cuadro 5). Estos resultados coinciden con los de García y Medina (2006) quienes observaron ramoneo activo de las especies del género *Leucaena* por ovinos en pastoreo. Al finalizar el periodo de veintiún días la *L. leucocephala* presentaba un alto grado de defoliación debido al alto consumo que sufrió, excepto en las partes altas de las plantas fuera del alcance de los ovinos. Este resultado es cónsono con lo informado por Espinoza et al., (1999) que la mayor parte del ramoneo de la *L. leucocephala* por los ovinos ocurre en las partes por debajo de 60 cm de altura. La misma tendencia en la selectividad de las leguminosas persistió durante todo el periodo de evaluación de veintiún días.

Según los resultados de este estudio la *L. leucocephala* luce como una buena alternativa para integrarse en sistemas de alimentación de pequeños rumiantes en Puerto Rico. Incluso podría prestarse para ser utilizada en sus partes inferiores para consumo directo por ovinos, mientras que las partes más

altas y menos accesibles fueran cosechadas y ofrecidas como corte fresco. En cambio las especies *C. argentea* y *C. calothyrsus* no dieron muestras de ser buenas alternativas para uso en sistemas de pastoreo bajo condiciones locales.

**Cuadro 5. Selectividad ingestiva de las leguminosas arbustivas por corderos en pastoreo.**

Tiempo (min)	Leguminosa	Selectividad por ovinos <sup>1</sup>
0	CA	No ramoneada
	CC	No ramoneada
	LL	Medianamente ramoneada
15	CA	No ramoneada
	CC	No ramoneada
	LL	Altamente ramoneada
30	CA	No ramoneada
	CC	No ramoneada
	LL	Altamente Ramoneada
45	CA	No ramoneada
	CC	No ramoneada
	LL	Medianamente ramoneada
60	CA	No ramoneada
	CC	No ramoneada
	LL	Altamente ramoneada

CA= *Cratylia argentea*; CC= *Calliandra calothyrsus*; LL= *Leucaena leucocephala*;

<sup>1</sup>En base a la cantidad de ovejos consumiendo la leguminosa

No ramoneada = 0 consumo; Medianamente ramoneada= 1-2 animales consumiendo;

Altamente ramoneada = 3 o más animales consumiendo.

## 5.2 Ensayo Experimental 2

### 5.2.1 Selectividad y consumo de las tres leguminosas arbustivas henificadas

La composición química de las leguminosas henificadas y el heno de gramíneas tropicales utilizado (Cuadro 6) muestra un alto contenido protéico de las tres leguminosas, sobresaliendo entre ellas *L. leucocephala* con

21.4%, seguida de *C. argentea* (20.2%) y *C. calothyrsus* (17.7%). Se observó un mayor contenido de paredes celulares en el heno de *C. argentea* (68.1%) que en el heno de *C. calothyrsus* y *L. leucocephala* (61.2 y 58.6%, respectivamente). De hecho, el valor de *C. argentea* fue hasta más alto que el % FDN en el HGT (Cuadro 6). Estos resultados son cónsonos con los de Wilson y Lascano (1997), quienes al evaluar la suplementación de *C. argentea* a henos de baja calidad observaron contenidos de proteína y paredes celulares similares a las obtenidas en el presente estudio (19 y 67%, respectivamente). De igual manera Lascano (2002) observó altos contenidos proteicos (21.5%) y de paredes celulares (70.1%) en hojas maduras de *C. argentea*. Estos autores indicaron que ese alto contenido de paredes celulares era indicativo del alto grado de madurez que presentaba la planta. El heno de gramíneas tropicales (HGT) del presente estudio presentó un bajo contenido de PB (4.9%) y un alto contenido de FDN (67.2%), características típicas de los henos de esta clase. El contenido de PB observado en el HGT fue más bajo de lo esperado (6-8 %), esto basado en los resultados de investigaciones previas con gramíneas tropicales henificadas (Toranzos et al., 2000; Randel y Méndez, 1989).

**Cuadro 6. Composición química de los henos de leguminosas y el heno de gramíneas**

<b>Componente<sup>1</sup></b>	<b>CA</b>	<b>CC</b>	<b>LL</b>	<b>HGT</b>	<b>EEM<sup>2</sup></b>
<b>MS</b>	90.0 <sup>a</sup>	92.1 <sup>a</sup>	89.3 <sup>a</sup>	90.1 <sup>a</sup>	0.02
<b>MO</b>	93.2 <sup>a</sup>	92.6 <sup>a</sup>	93.1 <sup>a</sup>	88.3 <sup>b</sup>	0.10
<b>MI</b>	6.8 <sup>b</sup>	7.4 <sup>b</sup>	6.9 <sup>b</sup>	11.7 <sup>a</sup>	0.13
<b>PB</b>	20.2 <sup>a</sup>	17.7 <sup>b</sup>	21.4 <sup>a</sup>	4.9 <sup>c</sup>	4.8
<b>FDN</b>	68.1 <sup>a</sup>	61.2 <sup>b</sup>	58.6 <sup>b</sup>	67.2 <sup>a</sup>	3.4

CA= *Cratylia argentea*; CC= *Calliandra calothyrsus*; LL= *Leucaena leucocephala*;  
HGT= Heno de gramíneas tropicales  
Medias con letras diferentes en la misma fila difieren significativamente (P<0.05)  
<sup>1</sup>Base Seca, <sup>2</sup>Error estándar de la media

En el ensayo para determinar la selectividad y consumo de MS, PB y FDN, de las leguminosas *C. argentea*, *C. calothyrsus* y *L. leucocephala* en estado seco (heno), se detectaron diferencias (P<0.05) en las cantidades ofrecidas, rechazadas y consumidas de diversas fracciones químicas de los henos (Cuadro 7). Las cantidades de MS rechazada y consumida diariamente de *C. argentea* y *L. leucocephala* fueron similares (18 y 28 g, 1210 y 1214 g, respectivamente). Mientras con *C. calothyrsus* el rechazo fue mayor (426 g) y el consumo menor (802 g). Los animales consumieron aproximadamente 98.5 y 98.9% de la *C. argentea* y *L. leucocephala* ofrecida, respectivamente (Figuras 7 y 9), mientras el heno de *C. calothyrsus* consumido representó aproximadamente un 65% del ofrecimiento (Figura 8). Estas observaciones demuestran que el follaje henificado de *C. argentea* y *L. leucocephala* tienen mayor aceptación y consumo por los corderos que *C. calothyrsus*. El consumo de PB también fue similar entre *C. argentea* y *L. leucocephala*, e inferior en *C. calothyrsus* (Cuadro 7). En cambio, el consumo de FDN por corderos

alimentados con *C. argentea* fue mayor ( $P < 0.05$ ) que en aquellos alimentados con *C. calothyrsus* y *L. leucocephala*.

Hubo diferencias de poca magnitud pero significativas ( $P < 0.05$ ) en las cantidades de heno de gramíneas ofrecidas en asociación con las tres leguminosas, siendo mayores con *L. leucocephala* que con *C. calothyrsus* y *C. argentea*; mientras el consumo de HGT fue mayor en combinación con *C. calothyrsus* que con *C. argentea* y *L. leucocephala* henificadas (Apéndice 1). Los consumos totales de MS de 2374, 1998 y 2386 g/d por grupo de tres animales para los tratamientos de *C. argentea*, *C. calothyrsus* y *L. leucocephala* en combinación con HGT representaron aproximadamente 96%, 81% y 96% del ofrecimiento y 2.90, 2.43 y 2.88% diario del PV, respectivamente (Apéndice 2). En el caso del tratamiento de *C. calothyrsus* en combinación con HGT el consumo total difirió apreciablemente del nivel esperado de 3% del PV diariamente, mientras en los otros dos tratamientos hubo una relativa concordancia con lo esperado.

Las observaciones presentes concuerdan con lo informado por Avila y Lascano (2000), que vacas lecheras rechazaron el follaje fresco de *C. argentea*, pero lo consumieron en estado seco. Asimismo, Raaflaub y Lascano (1995) realizaron pruebas de consumo voluntario en ovinos y observaron que el consumo de *C. argentea* en estado fresco fue menor que cuando se ofreció en estado seco. Los resultados del presente estudio sugieren que la suplementación de *C. argentea* henificada a corderos alimentados con gramíneas de baja calidad puede contribuir a aliviar deficiencias de proteína en

la dieta. Por otro lado, Massama et al., (1997) evaluaron cuatro niveles de suplementación (0, 50, 100 y 150 g MS/d) de follaje seco de las leguminosas *Acacia angustissima*, *Cajanus cajan*, *C. calothyrsus* y *L. leucocephala*, en dietas de ovinos que consumían follaje de maíz *ad libitum*, y observaron que el consumo de *L. leucocephala* aumentó con la creciente oferta, mientras que el consumo total de materia seca aportada por *C. calothyrsus* no aumentó de dicho modo.

Lascano et al., (2002) investigaron el consumo por ovinos de *Calliandra calothyrsus* proveniente de dos localidades diferentes, observando consumos equivalentes a 41% y 63% de la oferta diaria de leguminosa. La baja selectividad y consumo de *C. calothyrsus* observada en diversos estudios, podría estar relacionado con la concentración de taninos condensados presentes en el forraje (Lascano et al., 2003; Norton y Waterfall, 2000; Flores et al., 1998; Norton y Ahn, 1997; Salawu, 1997). La literatura al respecto sugiere que la presencia de altos niveles de taninos condensados en *C. calothyrsus* contribuye a su bajo consumo y digestibilidad, aunque no está claro el mecanismo involucrado. Norton y Waterfall (2000), observaron que según aumentó el ofrecimiento de *C. calothyrsus* en combinación con henos de gramínea de baja calidad, aumentó inicialmente el consumo, siendo el aumento relativo de MS total de 18% y el de MS digerible de 19% al nivel más bajo de suplementación (0.8% PV). Estos autores atribuyeron una baja palatabilidad y digestibilidad a *C. calothyrsus* al suplirse a niveles altos de oferta. Asimismo, otros estudios demuestran que la variación en aceptabilidad de esta leguminosa

depende del nivel de oferta y el estado de desarrollo de la planta al momento de ofrecerla a los animales (Salawu et al., 1997).

**Cuadro 7. Consumo voluntario de las tres leguminosas arbustivas henificadas por parte del ganado ovino en confinamiento.**

Componente (g/d) <sup>1</sup>	Leguminosas			EEM <sup>2</sup>
	CA	CC	LL	
<b>Alimento ofrecido</b>				
MS	1228 <sup>b</sup>	1228 <sup>b</sup>	1242 <sup>a</sup>	0.0
PB	247.8 <sup>a</sup>	217.9 <sup>b</sup>	267.0 <sup>a</sup>	0.0
FDN	836.3 <sup>a</sup>	751.7 <sup>b</sup>	727.8 <sup>c</sup>	0.0
<b>Alimento rechazado</b>				
MS	18 <sup>b</sup>	426 <sup>a</sup>	28 <sup>b</sup>	15.3
PB	3.6 <sup>b</sup>	75.7 <sup>a</sup>	15.0 <sup>b</sup>	5.1
FDN	12.3 <sup>b</sup>	260.7 <sup>a</sup>	16.4 <sup>b</sup>	9.4
<b>Alimento consumido</b>				
MS	1210 <sup>a</sup>	802 <sup>b</sup>	1214 <sup>a</sup>	15.3
PB	244.4 <sup>a</sup>	142.3 <sup>b</sup>	252.0 <sup>a</sup>	5.1
FDN	824.0 <sup>a</sup>	490.8 <sup>c</sup>	711.4 <sup>b</sup>	9.4

CA= *Cratylia argentea*; CC= *Calliandra calothyrsus*; LL= *Leucaena leucocephala*;

Medias con letras diferentes en la misma fila difieren (P<0.05)

<sup>1</sup>Datos en Base Seca, <sup>2</sup>Error Estándar de la Media

### 5.3. Ensayo Experimental 3

#### 5.3.1 Selectividad y consumo de las leguminosas arbustivas en estado fresco-picado por ovinos en confinamiento.

La composición química de las leguminosas ofrecidas como corte fresco (Cuadro 8) muestra un mayor (P<0.05) contenido proteico de *L. leucocephala* que de *C. calothyrsus* (23.7 vs. 16.7%). De igual manera, se observó un menor contenido de FDN (50.6%) en *L. leucocephala* que en *C. calothyrsus* (59.8%),

pero estadísticamente no fue significativa. El HGT presentó un bajo contenido de PB (3.4%) y un alto contenido de FDN (74.4%) (Cuadro 8)

**Cuadro 8. Composición química de las leguminosas ofrecidas en estado fresco-picado y del heno de gramíneas tropicales.**

Componente <sup>1</sup>	CC	LL	HGT	EEM <sup>2</sup>
<b>MS</b>	36.0 <sup>b</sup>	28.8 <sup>b</sup>	89.1 <sup>a</sup>	3.6
<b>MO</b>	92.4 <sup>a</sup>	92.9 <sup>a</sup>	90.3 <sup>a</sup>	0.2
<b>MI</b>	7.6 <sup>a</sup>	7.1 <sup>a</sup>	8.7 <sup>a</sup>	0.3
<b>PB</b>	16.7 <sup>b</sup>	23.7 <sup>a</sup>	3.4 <sup>c</sup>	3.6
<b>FDN</b>	59.8 <sup>b</sup>	50.6 <sup>b</sup>	74.4 <sup>a</sup>	2.4

CA= *Cratylia argentea*; CC= *Calliandra calothyrsus*; LL= *Leucaena leucocephala*; HGT= Heno de gramíneas tropicales

Medias con letras diferentes en la misma fila difieren significativamente (P<0.05)

<sup>1</sup>Base Seca, <sup>2</sup>Error estándar de la media

En la prueba de consumo, no se observó diferencias (P<0.05) entre *C. calothyrsus* y *L. leucocephala* en las cantidades de MS ofrecidas, rechazadas y consumidas por los corderos al usar su forraje fresco en combinación con heno de gramíneas. Los animales consumieron diariamente casi idénticas cantidades (1032.4 y 1032.2g) de MS de *C. calothyrsus* y *L. leucocephala*, respectivamente (Cuadro 9) (Figuras 10 y 11). Estos consumos de *C. calothyrsus* y *L. leucocephala* representaron aproximadamente 99.6% y 99.5% de lo ofrecido, respectivamente. Es evidente que ambas leguminosas en estado fresco picado tuvieron un alto grado de aceptabilidad. El consumo de PB fue mayor (P<0.05) en corderos alimentados con *L. leucocephala* que con *C. calothyrsus* (244.6 vs. 173.4 g/d), debido a la alta concentración de PB en la primera. En cambio, el consumo de FDN fue mayor en corderos alimentados con *C. calothyrsus* (617.9

vs. 522.8 g/d), dado el mayor contenido de FDN en esta leguminosa que en *L. leucocephala*.

No hubo diferencias ( $P>0.05$ ) en las cantidades ofrecidas rechazadas y consumidas por los corderos del heno de gramíneas usado en combinación con *C. calothyrsus* y *L. leucocephala* (Apéndice 3). Estos consumos de gramíneas henificadas y leguminosas en estado fresco-picado por los corderos representaron aproximadamente 99.2% y 99.1% de la MS total ofrecida y 2.97 y 2.96% del PV por día para los tratamientos con *C. calothyrsus* y *L. leucocephala*, respectivamente (Apéndice 4). Estos resultados son cónsonos con los de Pamo et al., (2005) en estudios con ganado caprino. Dichos autores obtuvieron altos niveles de consumo de *C. calothyrsus* y *L. leucocephala* suplementarias ofrecidas en forma de corte fresco y dicha suplementación resultó en una reducción en la incidencia de abortos y un aumento en la producción de leche. Aquel estudio demostró claramente la alta aceptabilidad de *L. leucocephala* y *C. calothyrsus* por parte del ganado caprino. Merkel et al., (1999) evaluaron la suplementación con *C. calothyrsus* y otras dos leguminosas (Gliricidia y Falcataria) en estado fresco a niveles que aportaron 25 y 50% de la PB dietética, siendo la dieta basal de alimento concentrado. No observaron diferencias entre las tres leguminosas en el consumo de las mismas, ni en la ganancia en peso corporal.

**Cuadro 9. Consumo diario por grupo de tres animales de dos leguminosas arbustivas en estado fresco-picado y en mezcla con partes iguales a base seca de heno de gramíneas por corderos.**

Componente (g/d) <sup>1</sup>	Leguminosas		EEM <sup>2</sup>
	CC	LL	
<b>Alimento ofrecido</b>			
MS	1037 <sup>a</sup>	1037 <sup>a</sup>	0.0
PB	174.2 <sup>b</sup>	245.7 <sup>a</sup>	0.0
FDN	620.5 <sup>a</sup>	525.1 <sup>b</sup>	0.0
<b>Alimento rechazado</b>			
MS	4.3 <sup>a</sup>	4.6 <sup>a</sup>	1.75
PB	0.72 <sup>a</sup>	1.09 <sup>a</sup>	0.33
FDN	2.39 <sup>a</sup>	2.02 <sup>a</sup>	0.0
<b>Alimento consumido</b>			
MS	1032.4 <sup>a</sup>	1032.2 <sup>a</sup>	1.75
PB	173.4 <sup>b</sup>	244.6 <sup>a</sup>	0.33
FDN	617.9 <sup>a</sup>	522.8 <sup>b</sup>	0.99

CC= *Calliandra calothyrsus*; LL= *Leucaena leucocephala*

Medias con letras diferentes en la misma fila difieren (P<0.05)

<sup>1</sup>Datos en Base Seca, <sup>2</sup>Error Estándar de la Media



Figura 6. Corderos en pastoreo ramoneando la leguminosa arbustiva *Leucaena leucocephala*



Figura 7. Corderos consumiendo *Cratylia argentea* henificada



Figura 8. Cordero consumiendo *Calliandra calothyrsus* henificada.



Figura 9. Cordero consumiendo *Leucaena leucocephala* henificada



Figura 10. Cordero consumiendo *Leucaena leucocephala* en estado fresco-picado



Figura 11. Cordero consumiendo *Calliandra calothyrsus* en estado fresco-picado

## VI. CONCLUSIONES

- Se observaron mayor rendimiento de materia seca (kg/ha) y altura de las plantas a los 134d de transplantadas en las arbustivas *C. calothyrsus* y *L. leucocephala* que en *C. argentea*, siendo las primeras de mayor vigor y adaptabilidad a las condiciones climáticas y edáficas del sur de Puerto Rico.
- Las arbustivas *C. argentea* y *C. calothyrsus* le llevan la ventaja a la *L. leucocephala* en la mayor proporción de hojas a tallos, siendo así las de mayores proporciones de follaje comestible.
- La *L. leucocephala* sobresale en el contenido de PB en el follaje, aunque *C. argentea* y *C. calothyrsus* también son buenas fuentes proteicas. *C. calothyrsus* y *L. leucocephala* se caracterizan por menor proporción de pared celular (FDN) en el follaje que *Cratylia argentea*, pero no así en los tallos.
- *Leucaena leucocephala* es el arbusto con mayor aceptabilidad por corderos a pastoreo, mientras *C. calothyrsus* y *C. argentea* se muestran problemáticas para su uso en este sistema de explotación.
- La *C. argentea* y *L. leucocephala* se muestran como arbustivas de alto potencial para su uso como forraje henificado ofrecido a pequeños rumiantes.
- La *L. leucocephala* también mostró su alto potencial de uso como forraje de corte fresco suplementado a corderos. Aunque la *C. calothyrsus* no fue consumida bajo pastoreo y mostró un menor consumo que *L.*

*leucocephala* por corderos cuando se ofreció henificada, ésta podría ser utilizada en sistemas de suplementación de pequeños rumiantes al ofrecerla como corte fresco.

- La leguminosa arbustiva *Leucaena leucocephala* lució como la más versátil al mostrar su eficacia para uso en sistemas de pastoreo, bajo oferta directa en estado seco o corte fresco, como suplemento en dietas de rumiantes alimentados con heno de gramíneas de baja calidad.

## VII. IMPLICACIONES

Este trabajo aporta información alentadora sobre las características agronómicas, rendimiento de forraje, composición química, consumo y aceptabilidad por corderos de las leguminosas arbustivas *Calliandra calothyrsus* y *Leucaena leucocephala*, mientras que *Cratylia argentea* resultó muy poco productiva. Los productores de pequeños rumiantes en Puerto Rico deberían considerar el uso de *Leucaena leucocephala* o posiblemente *Calliandra calothyrsus*, ya que podrían contribuir a aliviar o evitar deficientes aportes de proteína. Su uso podría promover mayor producción animal y bajar los altos costos de alimentación, principalmente cuando el forraje basal ofrecido es de baja calidad o cuando la disponibilidad del mismo disminuye en época de sequía.

Deben realizarse estudios adicionales para evaluar diferentes niveles de suplementación en la dieta de pequeños rumiantes con estas leguminosas arbustivas y sus efectos sobre el consumo de materia seca, el desempeño y salud animal. Además, se precisa buscar la manera de lograr un más vigoroso crecimiento de *Cratylia argentea*.

## VIII. REFERENCIAS

- Aganga, A.A. and Tshwenyane, S. 2004. Potentials of guinea grass (*Panicum maximum*) as forage crop in livestock production. Pakistan J. Nutr. 3 (1): 1-4.
- Argel, P.J. y Lascano, C.E. 1998. *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze: una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas subhúmedas tropicales. Pasturas Trop. 20 (1) 37-43.
- Argel, P.J., Lobo di Palma, M., Romero, F., González, J., Lascano, C.E., Kerridge, P.C. and Holmann, F. 2000. Silage of *Cratylia argentea* as dry-season feeding alternative in Costa Rica. Proceedings of the FAO Electronic Conference on Tropical Silage. FAO Plant Production and Protection Paper 161. pp. 65-67.
- Arthington, J.D. and Brown, W.F. 2005. Estimation of feeding value of four tropical forage species at two stages of maturity. J. Anim. Sci. 83: 1726-1731.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA.
- Avila, P. y Lascano, C. 2000. Evaluación de dos sistemas de leguminosa *Cratylia argentea* para la producción de leche. CIAT. Tropileche Hoja Informativa No. 8 3-4.
- Broderick, G.A. 1995. Desirable characteristics of forage legumes for improving protein utilization in ruminants. J. Anim. Sci. 73(9): 2760-2773.
- Espinoza, F., Tejos, R., Chacón, E., Arriojas, L. y Argenti, P. 1999. Producción, valor nutritivo y consumo por ovinos de *Leucaena leucocephala*. Zootecnia Trop. 17(2):213-227.

- Flores, O.I., Bolivar, D.M.A., Botero, J.A, e Ibrahim, M.A. 1998. Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajero para la suplementación de ruminantes en el trópico. *Livest. Res. Rural Dev.* 10(1);7-14.
- Flores, O., Ibrahim, M., Kass, D. y Andrade, H. 1999. El efecto de los taninos en especies leñosas forrajeras sobre la utilización de nitrógeno por bovinos *Rev. Agrofor. Amér.* 6(23): 6-13.
- Franco, M., Ibrahim, M., Pezo, D. y Camero, A. 2000. Calidad nutricional de *Cratylia argentea* como suplemento en el sistema de producción de doble propósito en el trópico subhúmedo de Costa Rica. *CIAT Tropileche Hoja Informativa No 8*:4-5.
- García, D.E. y Medina, M.G., 2006. Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. *Zootecnia Trop.*, 24(3): 233-250.
- González-Gómez, J.C., Ayala-Burgos, A. y Guitiérrez-Vázquez, E. 2006. Determinación de fenoles totales y taninos condensados en especies arbóreas con potencial forrajero de la Región de Tierra Caliente Michoacán, México. *Livest. Res. Rural Dev. Volume 18, Article No. 152.*
- Guevarra, E. y Guenni, O. 2004. Acumulación y distribución de biomasa de *Leucaena leucocephala* (lam) de Wit., durante la fase de establecimiento. I. Repartición de biomasa. *Zootecnia Trop.* 22 (2): 147-156.
- Ibrahim, M., Franco, M., Pezo, D., Camero, A. y Anaya, J. 2000. Evaluación de *Cratylia argentea* como suplemento para la época seca para reemplazar pollinaza en ganado pastoreando *Hyparrhemia rufa* en los trópicos subhúmedos de Costa Rica. *CIAT Tropileche Hoja Informativa No 8*:1-2.
- Lascano, C.E. 2002. Caracterización de las pasturas para maximizar producción animal. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 10(2):126-132.

- Lascano, C. y Avila, P. 2002. Utilización de *Cratylia argentea* madura y joven como banco de proteína por vacas de leche. Revista Científica Vol. XII-Suplemento 2; 595-598.
- Lascano, C., Avila, P. and Stewart, J. 2003. Intake, digestibility and nitrogen utilization by sheep fed with provenances of *Calliandra calothyrsus* Meissner with different tannin structure. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 11: 21-28.
- Maass, B.L. 1995. Evaluación agronómica de *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze en Colombia. En Memorias del Taller sobre Cratylia, 19-20 de julio de 2005 Brasilia, DF. Brasil. p 62-74.
- Masama, E., Topps, J.H., Ngongoni, N.T. and Maasdorp, B.V. 1997. Effects of supplementation with foliage from the tree legumes *Acacia angustissima*, *Cajanus cajan*, *Calliandra calothyrsus* and *Leucaena leucocephala* on feed intake, digestibility and nitrogen metabolism of sheep given maize stover ad libitum. Anim. Feed Sci. Tech. 69: 233-240.
- Merkel, R.C., Pond, K.R., Burns, J.C. and Fisher, D.S. 1999. Intake, digestibility and nitrogen utilization of three tropical tree legumes. II. As protein supplements. Anim. Feed Sci. Tech. 30: 39-50.
- Mlay, P.S., Pereka, A., Phiri, E.C., Balthazary, S., Igusti, J., Hvelplund, T., Weisbjerg, M.R. and Madsen, J. 2006. Feed value of selected tropical grasses, legumes and concentrates. Vet. Archiv. 76 (1) 53-63.
- Norton, B.W. and Ahn, J.H. 1997. A comparison of fresh and dried *Calliandra calothyrsus* supplements for sheep given a basal diet of barley straw. J. Agric. Sci. 129: 485-494.
- Norton, B. W. and Waterfall, M.H. 2000. The nutritive value of *Tipuana tipu* and *Calliandra calothyrsus* as supplements to low-quality straw for goats. Small Rumin. Res. 38 175-182.

- Pamo, T.E., Tendonkeng, E., Kana, F., Boukila, J.R. and Nanda, A.S. 2005. Effects of *Calliandra calothyrsus* and *Leucaena leucocephala* supplementary feeding on goat production in Cameroon. Small Rumin. Res. 2005.05.023.
- Perdomo, P. 1991. Adaptación edáfica y valor nutritivo de 25 especies y accesiones de leguminosas arbóreas y arbustivas en dos suelos contrastantes. Trabajo dirigido de grado en Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira. 127p.
- Pizarro, E. y Coradin, L. 1995. Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. En Memorias del Taller de Trabajo sobre *Cratylia*. 19-20 de julio de 1995. Brasilia, DF. Brasil. p 98-106.
- Quiñonez, W., Avila, P. y Lascano C. 2000. Estudios in vivo sobre la complementariedad entre dietas basales de forraje y suplemento de leguminosas. CIAT Tropileche Hoja Informativa No. 8 2-3.
- Raaflaub, M. and Lascano, C.E. 1995. The effect of wilting and drying on intake rate and acceptability by sheep of the shrub legume *Cratylia argentea*. Trop. Grass. 29 (2): 97-101.
- Randel, P. F., y A. V. Méndez. 1989. Guía para la posible clasificación en Puerto Rico de henos comerciales de gramíneas. Estación Experimental Agrícola, Recinto Universitario de Mayagüez, UPR. Boletín 285.
- Rodríguez, I. y Guevara, E. 2002. Producción de materia seca y valor nutritivo de la leguminosa arbustiva *Cratylia argentea* en el sur del estado Anzoátegui, Venezuela. Revista Científica Vol. XII-Suplemento 2; 589-594.
- Salawu, M.B., Acamovic, T., Stewart, C.S., and Maasdorp, B. 1997. Assessment of the nutritive value of *Calliandra calothyrsus*: its chemical composition and the influence of tannins, piperolic acid and polyethylene glycol on in vitro organic matter digestibility. Anim. Feed Sci. Technol. 69: 207-217.

Sánchez, C. y García de H.M. 1998. Suplementación de *Leucaena leucocephala* en caprinos criados bajo sistemas tradicionales de explotación. *Zootecnia Trop.* 16(1):113-126.

SAS Institute. 1990. SAS User's Guide: Statistics. SAS Inst., Cary, N.C.

Sosa, R.E., Pérez, R.D., Ortega, R.L. y Zapata, B.G. 2004. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Téc. Pec. Méx.* 42(2):129-144.

Toranzos, M., Pérez, P.G., Díaz, A.M. y Cordileone, V. 2000. Criterios de evaluación de henos de pasturas tropicales. *Zootecnia Trop.*, 18(3):301-311.

Van Soest, P. J., Robertson J. B. and Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:473-481.

Wilson, Q. T. y Lascano, C. E. 1997. *Cratylia argentea* como suplemento de un heno de gramínea de baja calidad utilizado por ovinos. *Pasturas Trop.* 19(3):2-8.

Xavier, D. F., Carvalho, M. M. y Botrel, M. A. 1996. Niveles críticos externos e internos de fósforo de *Cratylia argentea* en un suelo ácido. *Pasturas Trop.* 18(3): 33-36.

## IX. APENDICE

### Apéndice 1. Consumo voluntario por parte del ganado ovino del heno de gramíneas ofrecido en combinación con leguminosas arbustivas en estado seco. (Ensayo experimental 2)

Componente (g/d) <sup>1</sup>	Tratamiento			EEM <sup>2</sup>
	HG-CA	HG-CC	HG-LL	
<b>Alimento ofrecido</b>				
MS	1228 <sup>b</sup>	1228 <sup>b</sup>	1242 <sup>a</sup>	0.0
PB	60.1 <sup>a</sup>	60.1 <sup>a</sup>	60.8 <sup>a</sup>	0.0
FDN	826.4 <sup>b</sup>	826.4 <sup>a</sup>	835.8 <sup>a</sup>	0.0
<b>Alimento rechazado</b>				
MS	64.0 <sup>a</sup>	32.0 <sup>a</sup>	70.0 <sup>a</sup>	11.0
PB	3.1 <sup>a</sup>	1.5 <sup>a</sup>	3.4 <sup>a</sup>	0.5
FDN	43.1 <sup>a</sup>	21.5 <sup>a</sup>	47.1 <sup>a</sup>	7.4
<b>Alimento consumido</b>				
MS	1164 <sup>b</sup>	1196 <sup>a</sup>	1172 <sup>b</sup>	11.0
PB	57.8 <sup>a</sup>	59.4 <sup>a</sup>	57.5 <sup>a</sup>	0.5
FDN	783.3 <sup>a</sup>	804.9 <sup>b</sup>	788.7 <sup>a</sup>	7.4

<sup>1</sup>Datos en Base Seca, <sup>2</sup>Error Estándar de la Media  
 HG-CA (Heno de gramíneas en el tratamiento con CA)  
 HG-CC (Heno de gramíneas en el tratamiento con CC)  
 HG-LL (Heno de gramíneas en el tratamiento con LL)

### Apéndice 2. Consumo total de materia seca por ovinos del heno de gramíneas ofrecido en combinación con leguminosas arbustivas en estado seco. (Ensayo experimental 2)

Leguminosa	PV	Consumo HLA (g/d)	Consumo HGT (g/d)	Consumo Total (g/d)	MS/PV (%)
CA	27.3	1210	1164	2374	2.90
CC	27.3	802	1196	1998	2.43
LL	27.6	1214	1172	2386	2.88

HLA= Heno de leguminosas arbustivas; HGT= Heno de gramíneas tropicales  
 Datos promedio de tres animales

**Apéndice 3. Consumo voluntario por parte del ganado ovino del heno de gramíneas ofrecido en combinación con leguminosas arbustivas en estado fresco. (Ensayo experimental 3)**

Componente (g/d) <sup>1</sup>	Leguminosas		EEM <sup>2</sup>
	H-CC	H-LL	
<b>Alimento ofrecido</b>			
MS	1038 <sup>a</sup>	1038 <sup>a</sup>	0.0
PB	35.7 <sup>a</sup>	35.7 <sup>a</sup>	0.0
FDN	772.1 <sup>a</sup>	772.1 <sup>a</sup>	0.0
<b>Alimento rechazado</b>			
MS	12.5 <sup>a</sup>	14.2 <sup>a</sup>	6.48
PB	0.42 <sup>a</sup>	0.48 <sup>a</sup>	0.22
FDN	9.27 <sup>a</sup>	10.59 <sup>a</sup>	4.82
<b>Alimento consumido</b>			
MS	1025.2 <sup>a</sup>	1023.5 <sup>a</sup>	6.48
PB	35.3 <sup>a</sup>	35.2 <sup>a</sup>	0.22
FDN	762.8 <sup>a</sup>	761.5 <sup>a</sup>	4.82

<sup>1</sup>Datos en Base Seca, <sup>2</sup>Error Estándar de la Media  
H-CC (Heno de gramíneas en el tratamiento con CC),  
H-LL (Heno de gramíneas en el tratamiento con LL)

**Apéndice 4. Consumo total de materia seca por ovinos del heno de gramíneas ofrecido en combinación con leguminosas arbustivas en estado fresco picado. (Ensayo experimental 3)**

Leguminosa	PV	Consumo LFP (g/d)	Consumo HGT (g/d)	Consumo Total (g/d)	MS/PV (%)
CC	23.1	1032.4	1025.2	2057.6	2.97
LL	23.1	1032.2	1023.5	2055.7	2.96

LFP= Leguminosas fresco-picado; HGT= Heno de gramíneas tropicales  
Datos promedio de tres animales