



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE TAMAULIPAS
UNIDAD ACADÉMICA MULTIDISCIPLINARIA
AGRONOMÍA Y CIENCIAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO E INVESTIGACIÓN

**“ESTABLECIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD
DE LEGUMINOSAS TROPICALES PARA SISTEMAS
GANADEROS DEL NORESTE DE MÉXICO”**

JUAN JOSÉ OSCAR VERDOLJAK VÁZQUEZ

TESIS

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN ANIMAL TROPICAL



CD. VICTORIA, TAMAULIPAS

2008



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE TAMAULIPAS

**UNIDAD ACADÉMICA MULTIDISCIPLINARIA
AGRONOMÍA Y CIENCIAS**

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO E INVESTIGACIÓN

**“ESTABLECIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD
DE LEGUMINOSAS TROPICALES PARA SISTEMAS
GANADEROS DEL NORESTE DE MÉXICO”**

JUAN JOSÉ OSCAR VERDOLJAK VÁZQUEZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN PRODUCCIÓN ANIMAL TROPICAL**

CD. VICTORIA, TAMAULIPAS

2008

La presente Tesis titulada: **“ESTABLECIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DE LEGUMINOSAS TROPICALES PARA SISTEMAS GANADEROS DEL NORESTE DE MÉXICO”**, fue realizada por: **Juan José Oscar Verdoljak Vázquez**, bajo la dirección del Comité Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

Maestro en Ciencias en Producción Animal Tropical

COMITE PARTICULAR

Consejero:

Dr. Pedro Zárate Fortuna

Asesor:

Dr. José Alberto López Santillán

Asesor:

Ph.D. Abelardo José Saldívar Fitzmaurice

Asesor:

Dr. Florencio Briones Encinia

Asesor:

Dr. Erasmo Gutiérrez Ornelas

CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	ii
RESUMEN	v
SUMMARY	viii
I. INTRODUCCIÓN	
1.1. Objetivo general	3
1.2. Objetivos específicos	3
1.3. Hipótesis	4
II. LITERATURA REVISADA	
2.1. Producción de forrajes en regiones tropicales	5
2.2. Gramíneas	5
2.3. Leguminosas	7
2.3.1. Utilización de leguminosas en la alimentación animal	8
2.4. Leguminosas forrajeras en el Noreste de México	10
2.4.1. <i>Desmanthus</i>	10
2.4.1.1. Distribución geográfica	10
2.4.1.2. Valor agronómico	11
2.4.1.3. Valor nutritivo	12
2.4.1.4. Producción de materia seca	12
2.4.2. <i>Leucaena</i>	13
2.4.2.1. Distribución geográfica	13
2.4.2.2. Valor agronómico	14
2.4.2.3. Valor nutritivo	14
2.4.2.4. Producción de materia seca	14

2.4.3. Clitoria	15
2.4.3.1. Distribución geográfica	15
2.4.3.1. Valor agronómico	15
2.4.3.2. Valor nutritivo	16
2.4.3.3. Producción de materia seca	16
III. ESCARIFICACIÓN DE SEMILLA EN LEGUMINOSAS TROPICALES	
3.1. Antecedentes	18
3.2. Materiales y Métodos	21
3.3. Resultados y Discusión	24
3.3.1. Germinación total (PGT)	24
3.3.2. Viabilidad de semilla	25
3.3.3. Escarificación química	26
3.3.4. Escarificación térmica	29
3.3.5. Escarificación física	33
3.3.6. Efecto de almacenamiento	35
3.4. Conclusiones	38
IV. CRECIMIENTO INICIAL DE LEGUMINOSAS TROPICALES, BAJO DIFERENTES DENSIDADES DE POBLACIÓN	
4.1. Antecedentes	39
4.2. Materiales y Métodos	41
4.3. Resultados y Discusión	43
4.3.1. Biomasa total	44
4.3.2. Área foliar	49
4.3.3. Índice de área foliar	50
4.3.4. Relación hoja tallo	54
4.4. Conclusiones	56
V. PRODUCCIÓN DE BIOMASA AÉREA EN LEGUMINOSAS TROPICALES	

5.1. Antecedentes	57
5.2. Materiales y Métodos	60
5.3. Resultados y Discusión	61
5.3.1. Producción de materia seca	61
5.3.2. Composición botánica	65
5.4. Conclusiones	67

VI. USO DE LEGUMINOSAS TROPICALES EN DIETAS PARA CORDERAS DE PELO

6.1. Antecedentes	68
6.2. Materiales y Métodos	71
6.3. Resultados y Discusión	76
6.3.1. Ganancia de pesos	76
6.3.2. Consumo de alimento	79
6.3.3. Eficiencia alimenticia	80
6.4. Conclusiones	82
VII. LITERATURA CITADA	83

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 3.1 Viabilidad (%) en semilla de leguminosas tropicales	26

sometidas a métodos de escarificación.

Cuadro 3.2	Porcentaje de germinación total en semilla de leguminosas tropicales sometidas a métodos de escarificación y períodos de almacenamiento.	37
Cuadro 4.1	Significancia estadística entre especies leguminosas para las diferentes variables evaluadas	44
Cuadro 6.1	Composición porcentual de las raciones experimentales utilizadas para evaluar el efecto de la inclusión de leguminosas tropicales en dietas de corderas de pelo.	74
Cuadro 6.2	Composición nutritiva del heno de leguminosas	78

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 3.1	Dinámica de germinación en semillas no escarificadas de <i>Desmanthus</i> (D), <i>Leucaena</i> (L) y <i>Clitoria</i> (C).	25
Figura 3.2	Efecto del tratamiento Químico (T=Testigo Q1=5, Q2=10, Q3=15, Q4=20 y Q5=25 minutos) sobre el porcentaje de germinación en semillas de <i>Clitoria</i> , <i>Desmanthus</i> y <i>Leucaena</i> .	29
Figura 3.3	Efecto del tratamiento Térmico (T=Testigo, A1=3, A2=6, A3=9, A4=12 y A5=15 minutos) sobre el porcentaje de germinación de semillas de <i>Clitoria</i> , <i>Desmanthus</i> y <i>Leucaena</i> .	32
Figura 3.4	Efecto del tratamiento Físico (T=Testigo, F1=5, F2=10, F3=15, F4=20 y F5=25 minutos) sobre el porcentaje de germinación de semillas de <i>Clitoria</i> , <i>Desmanthus</i> y <i>Leucaena</i> .	34
Figura 4.1	Acumulación de biomasa en planta entera durante el crecimiento inicial en leguminosas tropicales en el Noreste de México.	46

Figura 4.2	Acumulación de biomasa en hoja (a) y tallo (b) durante el crecimiento inicial en leguminosas tropicales en el Noreste de México.	47
Figura 4.3	Número de hojas por planta durante el crecimiento inicial de leguminosas tropicales en el Noreste de México.	48
Figura 4.4	Área foliar en leguminosas tropicales en el Noreste de México	50
Figura 4.5	Índice de área foliar en leguminosas tropicales en el Noreste de México.	52
Figura 4.6	Índice de área foliar en <i>Desmanthus bicornotus</i> (a) y <i>Leucaena leucocephala</i> (b) en dos densidades de población inicial durante el crecimiento inicial	53
Figura 4.7	Relación hoja-tallo en el crecimiento inicial en leguminosas tropicales en el Noreste de México.	55
Figura 5.1	Producción de biomasa aérea de leguminosas tropicales durante las épocas del año, V = verano; O = otoño; I = invierno y P = primavera.	63

- Figura 5.2 Producción de biomasa aérea de hoja y tallo en leguminosas tropicales durante las épocas del año (V = verano; O = otoño; I = invierno y P = primavera). 64
- Figura 5.3 Porcentaje de hoja y tallo en leguminosas tropicales durante la época del año (V = verano; O = otoño y P = primavera). 66
- Figura 6.1 Ganancia diaria de peso en borregas de pelo con distintos tratamientos Salvado (S), Alfalfa (A), *Leucaena* (L), *Desmanthus* (D), y *Clitoria* (C). 77
- Figura 6.2 Consumo diario en borregas con distintos tratamientos Salvado (S) Alfalfa (A), *Leucaena* (L), *Desmanthus* (D) y *Clitoria* (C). 80
- Figura 6.3 Eficiencia alimenticia en borregas con distintos tratamiento Salvado (S), Alfalfa (A), *Leucaena* (L), *Desmanthus* (D) y *Clitoria* (C). 81

RESUMEN

En la investigación se realizaron cuatro experimentos con el objetivo de evaluar el potencial de tres leguminosas tropicales (*Desmanthus bicornotus*, *Leucaena leucocephala* y *Clitoria ternatea*) para ser incorporadas en sistemas de alimentación para rumiantes bajo condiciones de trópico seco, en el Noreste de México. En el primero se estudió el efecto del método de escarificación (químico, térmico y físico, en cinco niveles cada uno) y el tiempo de almacenamiento sobre la capacidad germinativa en semilla de las leguminosas, para lo cual una vez aplicados los tratamientos de escarificación se realizaron cuatro períodos de evaluación (0, 30, 60 y 240 días), usando cajas Petri en estufa eléctrica a 30°C y observaciones cada doce horas. Los resultados mostraron que en *Desmanthus* y *Leucaena*, la semilla sin tratamiento presentó bajo porcentaje de germinación (5.0 y 14.2%) en comparación con *Clitoria* (44.7%), y que el método químico incrementó el porcentaje de germinación (91.8, 64.8% para *Desmanthus* y *Leucaena* con 25 minutos, y 52.6% para *Clitoria* con 10 minutos), mientras que el térmico lo redujo en *Clitoria* al incrementarse el tiempo de inmersión (51.3, 36.0, 36.7, 30.0 y 14.0% para 3, 6, 9, 12 y 15 minutos); así mismo, el tratamiento físico no provocó efecto significativo en las variables de respuesta. El tiempo de almacenamiento redujo el porcentaje de germinación en semilla tratada, a excepción de *Desmanthus* con tratamiento químico (89.8% a los 240 días). En el segundo experimento se estudió la dinámica del crecimiento inicial de las leguminosas debido al efecto de densidades de población inicial contrastantes,

una baja o D1 (150,000, 450,000 y 200,000 plantas ha⁻¹) y una alta o D2 (300,000, 900,000 y 400,000 plantas ha⁻¹, para *Leucaena*, *Clitoria* y *Desmanthus*, respectivamente). Los resultados mostraron que para acumulación de biomasa en planta entera (Biope), hoja (Bioho) y tallo (Biota) y área foliar (AF) no se observó efecto de la densidad de población, pero sí entre leguminosas ($P>0.05$), con mayor Biope al final del experimento en *Desmanthus* y *Leucaena* (18.2 y 12.0 g planta⁻¹). El índice de área foliar fue mayor (3.9) en *Clitoria* ($P>0.05$), mientras que en *Desmanthus* y *Leucaena* los valores más altos se obtuvieron D2 (1.0 y 1.3, respectivamente). En el tercer experimento se estudió la dinámica de la producción de biomasa aérea en lotes compactos de las leguminosas, para lo cual se realizaron seis evaluaciones con 45 días de rebrote, que cubrieron el crecimiento activo de las plantas. El rendimiento de biomasa aérea total y hoja fue mayor ($P>0.05$) en *Desmanthus* y *Leucaena* (8,618.3 y 8,320.5, y 4,367.3 y 4,385.9 kg MS ha⁻¹), pero *Clitoria* presentó mayor porcentaje de hoja (55.5%); así mismo, el rendimiento de biomasa aérea fue mayor en el verano (3,408.0, 5,882.8 y 5,556.0 kg MS ha⁻¹ para *Clitoria*, *Desmanthus* y *Leucaena*, respectivamente). En el cuarto experimento se evaluó el efecto de la inclusión del forraje de las leguminosas en la dietas de corderas de pelo, y donde los tratamientos experimentales consistieron en la sustitución total del salvado de trigo (25% de la MS total) por heno de alfalfa, *Clitoria*, *Desmanthus* y *Leucaena* en raciones con 2.2 Mcal EM kg y 12%PC. La ganancia de peso y el consumo fue menor ($P<0.05$) en *Clitoria* (0.153, 0.123, 0.162, 0.145 y 0.104 kg cordera⁻¹ día⁻¹, y 1.4, 1.3, 1.7, 1.5, 1.2 kg MS cordera⁻¹ día⁻¹, para Salvado, Alfalfa, *Leucaena*, *Desmanthus* y

Clitoria, respectivamente) mientras que la eficiencia alimenticia fueron iguales ($P>0.05$) para la inclusión de salvado de trigo (9.8 kg) y las leguminosas (11.1, 10.4, 10.0 y 11.9 kg para *Alfalfa*, *Leucaena*, *Desmanthus* y *Clitoria*, respectivamente). Con base en lo antes señalado, se concluye que las leguminosas estudiadas se pueden establecer como forrajeras en el Noreste de México, y ser incorporadas en la alimentación de rumiantes en sistemas de producción ganadera tropical.

SUMMARY

Four experiments were conducted to assess the potential of three tropical legumes (*Desmanthus bicornotus*, *Leucaena leucocephala* and *Clitoria ternatea*) to be incorporated into feeding systems for ruminants under conditions of the dry tropics, in Northeastern México. In the first experiment, the effect of the method of scarification (chemical, thermal and physical, into five levels each) and storage time on seed germination of legumes was studied. Once the treatment for scarification were applied, four evaluation periods (0, 30, 60 and 240 days), using Petri boxes on electric stove at 30°C and observations every twelve hours were conducted. The results showed that in *Desmanthus* and *Leucaena*, untreated seeds showed a low percentage of germination (5.0 and 14.2%) compared with *Clitoria* (44.7%) and that the chemical method increased the germination percentage (91.8, 64.8% for *Desmanthus* and *Leucaena* with 25 minutes, and 52.6% for *Clitoria* with 10 minutes). The heat treatment reduced the germination percentage in *Clitoria* due to the increase in the immersion time (51.3, 36.0, 36.7, 30.0 and 14.0% for 3, 6, 9, 12 and 15 minutes). Meanwhile, the physical treatment did not cause significant effects on response variables. Storage time reduced the percentage of germination in treated seeds, with the exception of *Desmanthus* with chemical treatment (89.8% at 240 days). In the second experiment, the dynamics of the early growth of legumes due to the effect in contrasting initial population densities: low density or D1 (150,000, 450,000 and 200,000 plants ha⁻¹) and a high density or D2 (300,000, 900,000 and 400,000 plants ha⁻¹ for

Leucaena, and *Clitoria Desmanthus*, respectively). Results showed that accumulation of biomass in the herb (Biope), leaf (Bioho) and stems (Biota) and leaf area (AF) was not effected by population density, but between pulses, with more Biope at the end of the experiment in *Desmanthus* and *Leucaena* (18.2 and 12.0 g plant⁻¹). The leaf area index was higher (3.9) in *Clitoria*, while in *Desmanthus* and *Leucaena*, the highest values were obtained in D2 (1.0 and 1.3, respectively). In the third experiment, the dynamics of the production of biomass in compact lots of legumes was studied. The experiment consisted of six evaluations with regrowths of 45 days covering the active growing period of the plants. Total aerial biomass and leaf yields were higher in *Desmanthus* and *Leucaena* (8,618.3 and 8,320.5 and 4,367.3 and 4,385.9 kg DM ha⁻¹), but *Clitoria* showed higher percentage of leaves (55.5%), likewise biomass yield was higher in summer (3,408.0, 5,882.8 and 5,556.0 kg DM ha⁻¹ for *Clitoria*, *Desmanthus* and *Leucaena*, respectively). In the fourth experiment, the effect of the inclusion of forage legumes in the diets of hairy lambs was evaluated, where experimental treatments consisted of the total replacement of wheat bran (25% of the total MS) by alfalfa hay, *Clitoria*, *Desmanthus* and *Leucaena* in rations of 2.2 Mcal ME kg and 12% CP. Weight gain and consumption was lower ($P < 0.05$) in *Clitoria* (0.153, 0.123, 0.162, 0.145 and 0.104 kg lamb⁻¹ day⁻¹ and 1.4, 1.3, 1.7, 1.5, 1.2 kg MS lamb⁻¹ day⁻¹, for wheat bran, Alfalfa, *Leucaena*, *Desmanthus* and *Clitoria*, respectively) feed efficiency were equal ($P > 0.05$) for the inclusion of wheat bran (9.8 kg) and legumes (11.1, 10.4, 10.0 and 11.9 kg for Alfalfa, *Leucaena*, *Desmanthus* and *Clitoria*, respectively), while. Based on the previous results, we

concluded that legumes can be established as fodder in Northeastern México, and they can be incorporated in the feeding of ruminants in tropical livestock production systems.

I. INTRODUCCIÓN

En regiones tropicales y subtropicales la producción de rumiantes se desarrolla mayoritariamente sobre extensas dotaciones de sabanas y bosques que son utilizables para la ganadería de estas regiones, actualmente existen alrededor de 602 millones de hectáreas permanentes de pasturas (Holmann *et al.*, 2003).

La ganadería de estas regiones presenta inconvenientes durante los períodos de déficit hídrico, lo que causa una disminución de la producción de forraje sobre todo de las gramíneas, afectando de forma negativa la productividad de los sistemas ganaderos. Así mismo, la alta radiación solar afecta la calidad de los forrajes ya que acelera el proceso de maduración y con ello un aumento de carbohidratos estructurales, incluyendo a la lignina.

Una alternativa de solución a esta problemática es la introducción de leguminosas adaptadas a las condiciones particulares de la región, con lo que se mejora el rendimiento, valor nutritivo y distribución de la producción de forraje a lo largo del año. Sin embargo, dada la relativamente escasa investigación que

existe sobre la autoecología de las especies disponibles, se cometen errores al introducirlas en sistemas de producción sin considerar las características particulares de suelo y prácticas de manejo.

Es importante señalar que las leguminosas mantienen un alto valor nutritivo por más tiempo que las gramíneas, en términos de proteína y digestibilidad, además de que cuentan con la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, que favorece a las plantas que la circundan, ya que al envejecer o morir la raíz, el elemento queda a disposición en el suelo, siendo fácilmente aprovechado. También, debido a que poseen una raíz con capacidad para explorar en el suelo a considerable profundidad, son tolerantes al déficit hídrico que periódicamente se presentan en estas regiones, ofreciendo de esta manera un mayor período de disponibilidad de forraje.

Para una incorporación exitosa de leguminosas en sistemas de producción es necesario tener en cuenta que la semilla de leguminosas tropicales generalmente presenta cubierta dura, lo que implica la utilización de algún método de escarificación para tener una germinación uniforme y en menor tiempo, y con ello favorecer su establecimiento. También, es necesario conocer el comportamiento en referencia al manejo a que son sometidas, con el propósito de obtener el máximo beneficio posible cuando son sembradas en bloques compactos o en asociación con gramíneas. Así mismo, además del comportamiento vegetal, es necesario establecer la magnitud de la respuesta

animal cuando las leguminosas son incluidas en sistemas de alimentación para rumiantes que se desarrollan en las zonas de trópico seco del Noreste de México.

1.1. Objetivo general

Por lo antes señalado, el objetivo general de la presente investigación fue evaluar el potencial de leguminosas tropicales para ser incorporadas en sistemas de producción con rumiantes bajo condiciones de trópico seco en el Noreste de México.

1.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de tratamientos pregerminativos y la relación con el período de almacenamiento, sobre la dinámica de la capacidad germinativa en semillas de leguminosas tropicales.
- Evaluar el efecto del genotipo y la densidad de población sobre la acumulación de biomasa aérea en el crecimiento inicial de leguminosas tropicales en el Noreste de México.
- Evaluar la dinámica del rendimiento forrajero en leguminosas tropicales sembradas en bloques compactos en el Noreste de México.

- Evaluar el efecto de la inclusión de leguminosas tropicales en la dieta de corderas de pelo, sobre la ganancia de peso, consumo de alimento y eficiencia alimenticia.

1.3 Hipótesis

- El tratamiento pregerminativo y el período de almacenamiento no modifican la capacidad germinativa de leguminosas tropicales.
- El genotipo y la densidad de población no afectan la dinámica en la acumulación de biomasa aérea durante el crecimiento inicial de leguminosas tropicales.
- La dinámica del rendimiento forrajero no es afectada por el genotipo de leguminosas tropicales.
- La inclusión de leguminosas tropicales en la dieta de corderas de pelo no afecta el comportamiento productivo.

II. LITERATURA REVISADA

2.1. Producción de forraje en regiones tropicales

Los altos niveles de producción de forraje en zonas con clima tropical, se manifiestan como un gran potencial para los sistemas de producción con rumiantes basados en el pastoreo (Lascano, 1991; Borowiecki, 2000). A pesar de lo anterior, la ganadería de los trópicos enfrenta problemas relacionados con la estacionalidad de la disponibilidad y calidad del forraje producido ya que muchas praderas están compuestas por gramíneas de baja productividad o con

problemas de adaptación, lo que se agrava en los períodos de restricción de humedad y temperatura, que se presentan en la región (Rivas y Holman, 2002).

Por otro lado, el desarrollo de variedades de gramíneas y leguminosas forrajeras altamente productivas es factible debido a la existencia de una gran diversidad genética de las mismas, lo cual hace posible que a partir de poblaciones nativas se seleccionen ecotipos con características deseables (Wege *et al.*, 1998).

2.2. Gramíneas

En las regiones tropicales, los sitios de pastizal se encuentran conformados mayormente por especies de gramíneas, por lo cual estas se constituyen en la base de la alimentación de los rumiantes en el trópico (Elizondo y Boschini, 2003). Sin embargo, en gran parte del año la oferta de forraje y el valor nutritivo del mismo, solo satisfacen los requerimientos mínimos de los animales en pastoreo (Razz y Clavero, 1997). También, las gramíneas tropicales contienen bajo porcentajes de proteína cruda en comparación con las de clima templado, con promedios inferiores al 10% (Reid *et al.*, 1988; Ramírez, 2007), además de presentar altos contenidos de fibra (Verdecia *et al.*, 2007), lo que provoca que los valores de digestibilidad sean menores al 55% (Van Soest, 1994).

Es claro que la situación indicada es determinada por las características

genéticas y morfológicas propias de las especies vegetales (Thomas y Miner, 1986; Topps, 1992), además de que en las regiones tropicales existe alta incidencia de radiación solar y temperatura elevada, condiciones que aceleran el desarrollo vegetal y provocan una rápida lignificación del forraje (Hess *et al.*, 1992). Lo anterior queda de manifiesto en lo observado por Verdecia *et al.* (2007) en *Panicum maximum* cv. Tanzania, quienes señalan que a medida que avanzó el desarrollo de la planta, el contenido de proteína cruda se redujo de 11.6 a 5.3%, mientras que el valor de la fibra bruta se incrementó de 28.8 a 35.2%.

En relación con lo anterior, Thomas y Miner (1986); Topps (1992) y Bustamante *et al.* (2002) indican que en la alimentación de rumiantes la obtención de proteína con base en el consumo de gramíneas no permite alcanzar el potencial productivo que pueda tener un rebaño, lo que resalta la necesidad de fuentes alternativas de proteína, siendo la más común la utilización de concentrados.

2.3. Leguminosas

Lascano y Ávila (1991) y Skerman *et al.* (1991) indican que con el uso de leguminosas en la alimentación de rumiantes se establece una alternativa viable, ya que estas se encuentran ampliamente distribuidas en el mundo, constituyendo una de las más extensas familias del reino vegetal, con un papel preponderante en la agricultura. Estas son utilizadas principalmente para

consumo humano, como abono verde, como cultivos de cobertura y como productoras de forraje (Eusse, 1994).

Una de las características más importantes de las leguminosas forrajeras es la capacidad para fijar nitrógeno atmosférico, en simbiosis con bacterias de género *Rhizobium* que se encuentran en los nódulos de las raíces (Bogdan, 1997). Esta cualidad le da a las leguminosas la facultad de habitar en suelos de fertilidad pobre, sin que esto les afecte significativamente en la calidad y cantidad de la biomasa que producen. El nitrógeno fijado por leguminosas puede variar de 20 a 560 kg ha⁻¹ año⁻¹, dependiendo del suelo y la humedad disponible en el medio (Sánchez, 1998). Al respecto, Loomis y Connors (2004) señalan que los cultivos forrajeros sometidos a cortes repetidos, tienden a tener las tasas más altas de fijación de nitrógeno, como el caso de alfalfa que se estima un aporte mayor a los 500 kg ha⁻¹ año⁻¹. Cabe señalar que, las leguminosas tropicales son menos efectivas para fijar nitrógeno que las de clima templado (Bogdan, 1997), pero su alto contenido de proteína cruda le permite representar el recurso forrajero con mayor potencial para aumentar la producción animal (Lascano y Avila 1991; Skerman *et al.*, 1991).

2.3.1. Utilización de leguminosas en la alimentación animal

Las leguminosas pueden ser utilizadas de distintas formas como elemento para mejorar la alimentación animal, ya sea en asociación con gramíneas en franjas o como banco de proteína (Hernández *et al.*, 2005) y el

forraje puede ser aprovechado mediante pastoreo directo o corte (Cadisch *et al.*, 1994).

Las asociaciones se pueden definir como la interrelación armónica y equilibrada entre dos o más especies de gramíneas y leguminosas, y representa una opción económica para mejorar la producción animal en las regiones tropicales. Hess y Lascano (1997) y Sánchez (1998) indican que las asociaciones se pueden realizar con leguminosas nativas que se encuentran en el pastizal, o bien con especies introducidas, y que también se utilizan como una alternativa para rehabilitar agostaderos o praderas degradadas (González *et al.*, 1996).

En trabajos realizados en zonas tropicales se ha observado el aumento significativo de la producción de leche de ganado bovino pastoreado en asociaciones de gramíneas con leguminosas, en comparación con lo observado en el ganado con acceso a praderas de gramíneas fertilizadas con nitrógeno, lo que se debe a una mayor concentración de proteína cruda en el forraje producido (Van Heurk, 1990; Espinoza *et al.*, 2001).

El establecimiento de asociaciones cuando se tienen gramíneas altamente competitivas, se logra sembrando la leguminosa en franjas, y cuidando de reducir la competencia entre especies (Enríquez *et al.*, 1999; Hernández *et al.*, 2005). Por otra parte, cuando las leguminosas son sembradas en bloques compactos (bancos de proteína) se requiere de especies con alta producción y

buen desarrollo durante las épocas de déficit hídrico (Camero y Ibrahim, 1995; Sánchez, 1998), pudiéndose usar especies herbáceas, arbustivas o arbóreas, que se aprovechan realizando cortes o bajo pastoreo (Hernández *et al.*, 2005).

Pérez *et al.* (2001) señalan que el acceso a un banco de proteínas de Kudzú (*Pueraria sp.*) por un lapso de una hora diaria, promovió un incremento del 50% en la ganancia de peso en toretes, en comparación con la obtenida cuando sólo consumieron gramíneas. También, al evaluar el comportamiento productivo de corderos recién destetados, Espinoza *et al.* (2001) determinaron que la ganancia diaria de peso fue mayor para el grupo de animales que ramonearon dos horas diarias en un banco de proteína de *L. leucocephala*, obteniendo una ganancia diaria de peso de 116 g, mientras que para el grupo que pastoreó solo la gramínea (*Cynodon nlemfuensis*) ésta fue de 77 g.

2.4. Leguminosas forrajeras en el Noreste de México

Existe un gran número de leguminosas de importancia forrajera, perteneciente a los géneros *Acacia*, *Aeschynomene*, *Centrosema*, *Desmanthus*, *Desmodium*, *Leucaena*, *Macroptilium*, *Phaseolus* y *Stylosantes* (Reid, 1983). En mayor o en menor medida, todas intervienen en los sistemas ganaderos, pero su utilización como praderas se encuentra limitada, entre otras causas por su dificultad de establecimiento y contenido de sustancias antinutricionales, por lo cual algunos géneros son más utilizados que otros (Skerman *et al.*, 1991; Rosales, 1998; Estrada *et al.*, 2005).

2.4.1. *Desmanthus*

2.4.1.1. Distribución geográfica

Las plantas de las especies pertenecientes al género *Desmanthus* presentan hábitos de crecimiento erecto o postrado, con gran número de vástagos, además de una alta persistencia. Se les encuentra en ambientes distintos, como sabanas y lomeríos, y pueden desarrollarse a 1,520 msnm y proliferar en suelos arcillosos con problemas de salinidad (Allen y Allen, 1981; Grichar *et al.*, 1998). Algunas especies de *Desmanthus* se adaptan a regiones climáticas con precipitaciones menores de 750 mm (Shelton *et al.*, 1991), debido a que presentan raíces capaces de almacenar agua y sobrevivir por largos períodos de tiempo (De Carvalho y De Mathus, 1974).

En México se han encontrado 14 especies de *Desmanthus*, de las cuales siete se han manifestado como endémicas de algunas regiones del territorio nacional (Luckow, 1993). En el Noreste del país se la puede encontrar desde el Centro del estado de Veracruz, con 1500 mm de precipitación y suelo arenoso con pH de 5.0, hasta la parte semiárida del Norte de Coahuila, con precipitaciones de 300 mm por año (Ortega *et al.*, 1997). En los matorrales de la región que comprende Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila, *D. virgatus* cv. *Depressus* se presenta de manera natural en los pastizales (De la Garza y Saldívar, 1996), mientras que en el Sur de Texas, *D. Illinoensis* var. *Sabine* se utiliza como forrajera cultivada (Latting, 1962; Muncrief y Heizer, 1985; Kulakow, 1999).

2.4.1.2. Valor agronómico

El *Desmanthus* es un arbusto persistente y tolerante al pastoreo ya que es rápido para rebrotar (Graham *et al.*, 1991). Para la ganadería extensiva es de gran importancia, ya que es altamente consumido por el ganado bovino, caprino y ovino y constituye parte de la dieta de la fauna silvestre (Benavides, 1989; Martínez, 1991; Jones *et al.*, 2000).

Schlink y Burt (1993) señalan que existen evidencias de que esta especie mejora la dieta del ganado durante la estación seca en el Sur de Texas y Noreste de México, pudiéndose utilizar en bancos de proteína o asociado con gramíneas, además de que representa una importante fuente de nutrientes para el suelo (Clement *et al.*, 1998). En este sentido, Topark *et al.* (1989) y Dasthagir y Suresh (1990) indicaron que se puede incorporar al suelo como abono verde, lo que favorece la acumulación de nitrógeno, de carbono orgánico y biomasa microbial en el suelo, y mejora el uso del agua, lo cual incrementa los rendimientos de cultivos como la soya, maíz, trigo y arroz.

2.4.1.3. Valor nutritivo

Abarca *et al.* (1999), señalan que esta especie presenta un valor nutritivo superior a las gramíneas que se desarrollan en regiones tropicales. Así mismo, Zamora *et al.* (2002) reportan valores de 20.0 y 8.4% para PC y cenizas en forraje seco, lo que se encuentra en el rango de valores (de 15.0 a 20.0% de PC y 7.0 a 9.0% de ceniza) señalado por Kharat (1980) y Villareal (1989), aunque otros

investigadores han reportado valores hasta de 26.0% de proteína cruda en hojas (González y Fierro, 1985).

2.4.1.4. Producción de materia seca

En un ensayo realizado por Zamora *et al.* (2002) en la Universidad Autónoma de Nuevo León con *D. virgatus* cv. Depressus se obtuvo un rendimiento de 466.6 g m⁻², con 8 plantas m⁻². También, en Australia al evaluar los cultivares, Bayamo, Marc, Uman y CPI-40071 se observó una gran capacidad de rebrote, y produjeron de 3.5 hasta 4.8 t ha⁻¹ de materia seca por año (Crosthwaite y Edwards, 1998).

En el caso de *D. Illinoensis*, se determinó que las diferencias en el comportamiento forrajero se debieron principalmente a la edad de la planta y al ambiente en las localidades donde se realizaron los ensayos. Los valores obtenidos para el rendimiento de forraje variaron de 2.3 a 4.9 t ha⁻¹ MS año⁻¹ (Springer *et al.*, 2001; DeHaan *et al.*, 2003; Fischbach *et al.*, 2005).

Por otra parte, Adjei y Pitman (1993) compararon producciones en genotipos de *Desmanthus*, a diferentes períodos de uso, reportaron que el rendimiento fue menor en la variedad Sabine de *D. illinoensis* (7.1 t ha⁻¹ MS año⁻¹), comparado con variedades de *D. virgatus* (que llegaron hasta 53.2 t ha⁻¹ MS año⁻¹). Así mismo, Thipa *et al.* (1994) observaron que *D. virgatus* presentó una

respuesta cuadrática cuando fue cosechado con diferentes períodos de rebrote, y que en el segundo año el rendimiento fue menor en todos los casos.

2.4.2. *Leucaena*

2.4.2.1. Distribución geográfica

La *Leucaena* tiene una amplia distribución en el mundo, cultivándose en regiones comprendidas entre las latitudes 25° N y 25° S (Parrotta, 1992), en sitios con 350 hasta 2,300 mm anuales y temperatura media anual de 22 a 30°C, así mismo, se adapta a una amplia variedad de suelos, presentando sólo susceptibilidad a condiciones de compactación, acidez y anegamientos (Zárate, 1987).

2.4.2.2. Valor agronómico

Es una planta muy apetecida por el ganado, donde hojas, tallos jóvenes y vainas constituyen una excelente fuente de proteínas y minerales. Cabe señalar que los aminoácidos están presentes en una proporción tal que puede compararse favorablemente con la alfalfa (Barreto, 1988).

En un ensayo realizado por Gagál *et al.* (2006), la inclusión de *Leucaena* en una pradera de pasto Señal (*Brachiaria decumbens*) produjo un efecto positivo sobre la ganancia diaria de peso vivo en bovinos. Por el contrario, en dietas con proporciones superiores al 10% de forraje de *Leucaena*, MacDicken (1988) observó efectos negativos sobre la ganancia de peso y alteraciones fisiológicas

en animales como cerdos, caballos, conejos y aves de corral, debido a la presencia de mimosina.

2.4.2.3 Valor nutritivo

En un ensayo realizado por Sánchez (1993) para evaluar ecotipos de *Leucaena*, observó que el contenido de proteína cruda presentó niveles estables durante su ciclo fenológico con promedios entre 24.4 y 28.1%, mientras que Espinoza *et al.* (2006) reportan valores promedio de fibra en detergente neutra de 41.9% y de fibra en detergente ácida del 31.7%.

2.4.2.4. Producción de materia seca

Según Sánchez (1991) *Leucaena* debe de ser considerada como la leguminosa de alto rendimiento de biomasa aérea, toda vez que se han observado rendimientos de forraje comestible (hojas y tallos tiernos no fibrosos) de 928,6 kg ha⁻¹ a los 60 días después de la siembra. En esta sentido, Quero *et al.* (1988); Eguiarte *et al.* (1993) y Román (1997) señalan que el rendimiento puede ser aumentado con una buena programación de cortes y la aplicación de fertilizantes durante la estación de crecimiento, alcanzándose promedios superiores a las 15 t ha⁻¹ MS año⁻¹.

2.4.3. *Clitoria*

2.4.3.1. Distribución geográfica

Clitoria es una leguminosa forrajera llamada comúnmente Conchita azul

y Zapatico de la reina en Costa Rica, Cunha en Brasil, Chícharo azul, Alfalfa del trópico o *Clitoria* en México (Fantz, 1990). Este género se encuentra ampliamente distribuido en las zonas tropicales de todo el mundo, de manera natural y cultivada, y su mejora genética como un cultivo forrajero ha sido escaso (Fantz, 1990).

2.4.3.2. Valor agronómico

De acuerdo a estudios agronómicos realizados en México, se determinó que *Clitoria* presenta características agronómicas favorables para el establecimiento, resistencia a sequía, pastoreo y enfermedades. También se ha observado que es una leguminosa altamente palatable para bovinos, ovinos y caprinos, lo que establece la importancia para los sistemas de producción ganadera (Córdova *et al.*, 1987). En el Sur de Tamaulipas, el cultivo de *Clitoria* se ha destacado en ensayos agronómicos por su adaptación y producción, por lo que se considera deseable su incorporación a las explotaciones ganaderas de la región (Gómez, 1992).

2.4.3.3. Valor nutritivo

Clitoria presenta características nutricionales similares a alfalfa (Barro y Ribeiro, 1983; Córdoba, 1986) observándose que en etapas iniciales de crecimiento y desarrollo, el contenido de proteína cruda fue de 20.5% y de fibra cruda en base seca de 28.0% (Córdoba y Ramírez, 1993). Por otro lado, en estudios realizados en ovejas se observó que la digestibilidad de la materia seca

fue de 74.2%, mientras que los contenidos de proteína cruda y fibra bruta fueron de 21.0 y 33.3%, respectivamente (Bogdan, 1977; Martínez y Peralta, 1988).

2.4.3.4. Producción de materia seca

Debido a que esta especie presenta una alta acumulación de biomasa se puede llegar a obtener hasta 24.0 t ha⁻¹ de forraje verde a los 60 días de la siembra (Bogdan, 1977). En el caso de siembras bajo temporal, la primera cosecha se realiza 80 días después de la siembra, y posteriormente se puede utilizar a partir de 45 días de rebrote, con un manejo adecuado y al inicio de la floración (Villanueva *et al.*, 2004).

En Brasil y en México se han obtenido rendimientos de materia seca superiores a las 30.0 t ha⁻¹ anuales en condiciones de riego, mientras que en condiciones de temporal se han producido 5.9 t ha⁻¹ por año (Barro y Ribeiro, 1983; Córdoba y Ramos, 1993; Sánchez *et al.*, 1991).

III. ESCARIFICACIÓN DE SEMILLA DE LEGUMINOSAS TROPICALES

3.1. Antecedentes.

Las leguminosas tropicales son una fuente importante de alimento para los rumiantes, toda vez que producen forraje de alta calidad (Machado y Roche, 1996), además de que en muchos de los casos, incrementan el contenido de nitrógeno en el suelo por medio de la fijación biológica (Ledezma, 2000). Cabe

señalar que la producción de forraje en ecosistemas tropicales requiere de especies adaptadas y que presenten condiciones para un fácil establecimiento, y el uso de semilla con alto porcentaje y uniformidad de germinación, es necesaria, para permitir el ahorro de recursos y mano de obra para su establecimiento, y la posibilidad de una cosecha más uniforme (Febles y Navarro, 1980).

Generalmente, las semillas de leguminosas tropicales presentan dormancia (Vázquez *et al.*, 1997), la que en condiciones naturales tiene como finalidad asegurar la supervivencia de las especies (Ronaldo y Ferguson, 1992), por lo que una vez cosechadas no germinan a pesar de encontrarse en condiciones óptimas de temperatura y humedad (Vázquez *et al.*, 1997). Cabe señalar que en los sistemas de producción pecuaria, la existencia de esta restricción produce inconvenientes no sólo en el retraso de utilización de las áreas de pastizal debido a poblaciones irregulares, sino también en la incidencia de malezas (Singer y Pitman, 1988; Corral *et al.*, 1990).

La causa de la dormancia en la semilla de leguminosas tropicales puede ser física, relacionada a la impermeabilidad de la testa para permitir el paso de agua y oxígeno, fisiológica, a causa de la existencia de procesos que bloquean el desarrollo del embrión, y morfológica, relacionada con embriones inmaduros (Seed News, 2005).

La dormancia física es una característica atribuida a las capas de células en empalizada que se encuentran en la testa, cuyas paredes celulares son

densas y se encuentran exteriormente cubiertas por una cutícula cerosa (Días y Brandao, 2006). Muchas de las leguminosas tropicales presentan porcentajes de dormancia física superiores al 80% (Andrade y Ferguson, 1991), como en el caso de *Centrosema pascuorum* en el que se han reportado valores del 89% (Thomson *et al.*, 1997).

Moreno (1996) indica que las condiciones del entorno a las que está sujeta la planta influyen en el tipo y grado de dormancia de la semilla. Al respecto se comprobó que la semilla de *Lactuca sativa* y *Stellaria media*, producidas con temperatura baja, presentaron dormancia más consistente que las semillas producidas durante épocas más cálidas. También se ha determinado que en zonas desérticas, la producción de semilla es afectada por las condiciones de humedad ambiental durante la maduración de las mismas, determinando el grado de dureza de la testa en algunas especies vegetales.

Existen diversos tratamientos para disminuir la dormancia física de la semilla, entre los que se encuentran la escarificación física, química y térmica, que son de especial valor para acelerar el proceso de germinación (Fariña *et al.*, 1997). Cabe señalar, que las leguminosas tropicales responden en forma diferente a dichos tratamientos, dependiendo además de su origen y época de cosecha, y particularmente del tiempo de almacenamiento (Corral *et al.*, 1990; Sanabria *et al.*, 2001).

Razz *et al.* (1996) indican que el uso del ácido sulfúrico resulta ser uno

de los métodos más eficientes, aunque señalan que cuenta con limitaciones prácticas. Al respecto, Duguma *et al.* (1988) y Pietrosemoli y Mendiri, (1997) reportaron que en semilla de *L. leucocephala* y *C. ternatea*, el porcentaje de germinación se incrementó al aumentar la pureza del ácido sulfúrico utilizado para la escarificación.

Román *et al.* (2004) evaluaron el efecto de la utilización de agua caliente y helada en el tratamiento de semilla de *Leucaena*, y observaron que el mejor tratamiento fue la inmersión de semilla en agua a 80°C durante 3 minutos, obteniéndose altos valores de germinación.

Otro de los métodos usados para la escarificación de semilla es el empleo de superficies abrasivas como lija y arena, las que provocan fisuras en la testa de la semilla al contacto con estos materiales. Según Faría *et al.* (1996), éste método produjo resultados satisfactorios en *C. ternatea* y *L. leucocephala*, incrementando de manera significativa el porcentaje de germinación.

Considerando que existe poca investigación sobre plantas nativas, y en especial sobre los tratamientos más apropiados para su propagación, el objetivo del presente experimento fue evaluar el efecto del método de escarificación sobre la dinámica de la germinación en semillas de leguminosas tropicales, y el período de almacenamiento.

3.2. Materiales y Métodos.

Este estudio se realizó en el laboratorio de Producción Animal de la Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias, de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, en Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

Las leguminosas estudiadas fueron *Leucaena leucocephala* var. Cuningham, *Desmanthus bicornotus*, y *Clitoria ternatea* var. Tehuana. En el caso de *Desmanthus*, la semilla utilizada en el ensayo fue obtenida de lotes experimentales existentes en el Campo Experimental "Posta Zootécnica", de la UAM Agronomía y Ciencias-UAT, y fue cosechada durante el Otoño del 2007. En el caso de *Leucaena* y *Clitoria*, la semilla fue adquirida en el comercio especializado de la región.

Los tratamientos experimentales fueron determinados por la utilización de tres métodos de escarificación (químico, térmico y físico) aplicados cada uno en cinco niveles y el período de almacenamiento después de tratada la semilla. En todas las leguminosas, la escarificación química se realizó por inmersión de la semilla en ácido sulfúrico tipo reactivo durante 5, 10, 15, 20 y 25 minutos, después de lo cual fue lavada con agua corriente durante 10 minutos y secada a temperatura ambiente. En la escarificación térmica la semilla fue tratada con inmersión en agua a 85°C, durante 3, 6, 9, 12 y 15 minutos, y secada a temperatura ambiente. Para la escarificación física se utilizó un cilindro de lámina cuyas paredes fueron cubiertas con lija para madera N° 60, y fue agitado

manualmente durante 5, 10, 15, 20 y 25 minutos, una vez que la semilla fue colocada en su interior. Además de los niveles de aplicación de los métodos de escarificación, para cada leguminosa se incluyó un tratamiento en el que la semilla fue mantenida intacta, con el propósito de contar con un tratamiento referente (testigo).

Para valorar el efecto de los tratamientos experimentales en función del período de almacenamiento de la semilla después de la escarificación, se realizaron pruebas de germinación con 0 (evaluación inicial), 30, 60 y 240 días. Para cada tratamiento se realizaron tres repeticiones, para lo cual se trataron muestras de 250 g cada una obtenidas aleatoriamente, y se conservaron en bolsas de papel a temperatura y humedad controlada, y de las cuales se tomaron submuestras para cada período de evaluación.

En las evaluaciones se utilizaron cajas Petri previamente lavadas con una solución de cloro al 1%, y esterilizadas en autoclave. En cada caja se colocaron 50 semillas y se utilizó papel filtro para mantener la humedad. En cada prueba las cajas fueron colocadas en estufa eléctrica, y mantenidas a 30°C durante 152 horas (período total de observaciones). Para evaluar la dinámica de la germinación se realizaron observaciones cada 12 horas, contándose el número de semillas germinadas calculándose el porcentaje de germinación en cada período (PG) y el total (PGT). El criterio que se empleó para establecer que la semilla había germinado, fue la presencia de la radícula de al menos dos mm de largo.

Con la finalidad de tener información de la viabilidad de la semilla una vez aplicados los métodos de escarificación, se aplicó la prueba de tetrazolio (ISTA ,1999), en muestras de semillas de cada tratamiento experimental.

La distribución y el manejo de las unidades experimentales durante las pruebas de germinación se realizó con base en los lineamientos indicados para un diseño completamente al azar, con tres repeticiones por tratamiento, y el análisis estadístico de los datos obtenido se realizó con análisis de varianza y prueba de comparación de medias por Tukey ($P=0.05$), y el ajuste de modelos de comportamiento se realizó con regresión.

3.3. Resultados y Discusión

3.3.1 Dormancia de semilla no escarificada

Los resultados mostraron que la semilla no escarificada de *Desmanthus* y *Leucaena* presentaron un mayor porcentaje con dormancia física con respecto a *Clitoria* ($P<0.01$), observándose que los porcentajes de germinación fueron de 5.0, 14.2 y 44.7%, respectivamente (Figura 3.1). Estos resultados muestran niveles de dormancia física similar a la reportada por Faría *et al.* (1996); Sánchez y Ramírez (2006) y Zárate *et al.* (1996); lo que pone de manifiesto la importancia de aplicar algún tratamiento de escarificación con el objetivo de favorecer el inicio del proceso de la germinación.

Al evaluar la dinámica de germinación de la semilla no escarificada se observó una mayor velocidad de germinación (20 horas) en *Desmanthus* en comparación a *Clitoria* y *Leucaena* (Figura 3.1).

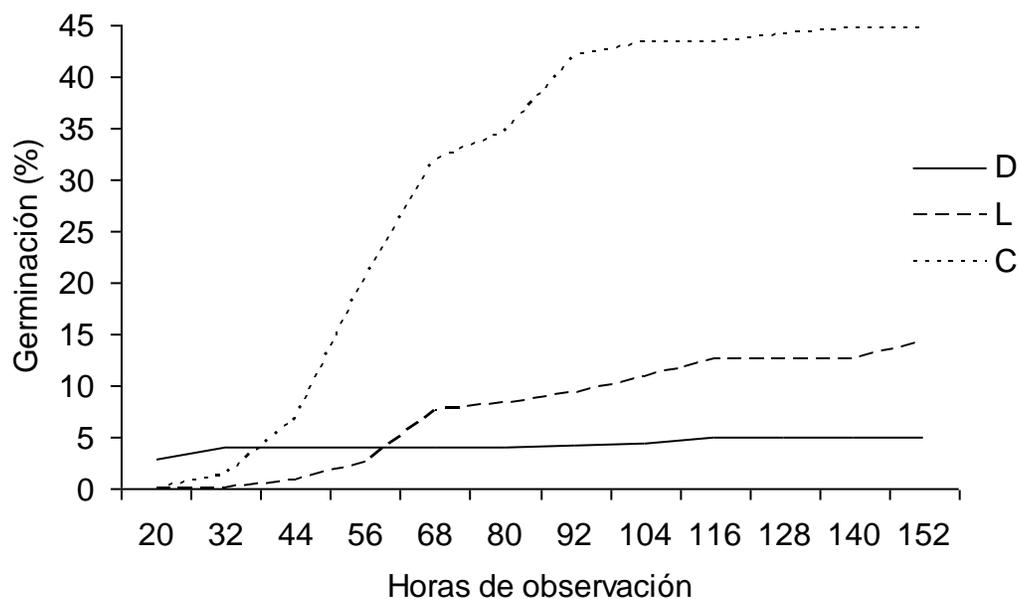


Figura 3.1 Dinámica de germinación en semillas no escarificadas de *Desmanthus* (D), *Leucaena* (L) y *Clitoria* (C).

3.3.2 Viabilidad de semilla

En relación con el efecto de los tratamientos de escarificación sobre la viabilidad de semilla, los resultados mostraron que la escarificación química y física no afectaron el porcentaje de germinación en las tres leguminosas (Cuadro 3.1); lo que es contrario a lo reportado por Sanabria *et al.* (2004), quienes observaron un efecto negativo del método químico de escarificación en la viabilidad de la semilla en algunas leguminosas. Por otra parte, el tratamiento

térmico afectó negativamente la viabilidad tanto de la semilla de *Desmanthus* y *Clitoria*, observándose que conforme aumentó el tiempo de inmersión de la semilla en agua, se redujo el porcentaje de semilla viva, observándose valores mínimos (9.3 y 1.7%) con 15 minutos. Por el contrario, en *Leucaena* se observó que la temperatura no afectó la viabilidad de la semilla.

Cuadro 3.1. Viabilidad (%) en semilla de leguminosas tropicales sometidas a métodos de escarificación.

	<i>Clitoria</i>	<i>Desmanthus</i>	<i>Leucaena</i>
Tratamientos			
Sin Escarificar	75.8	84.7	81.7
<i>Químico</i>			
5 minutos	74.2	88.0	84.2
10 minutos	77.5	82.0	82.5
15 minutos	76.7	91.3	87.5
20 minutos	74.2	82.7	84.2
25 minutos	73.3	92.0	85.0
<i>Térmico</i>			
3 minutos	63.3	68.0	81.7
6 minutos	59.2	66.7	85.0
9 minutos	39.2	46.7	82.5
12 minutos	11.7	15.3	82.5
15 minutos	1.7	9.3	80.8
<i>Físico</i>			
5 minutos	75.0	78.7	78.3
10 minutos	76.7	76.0	81.7
15 minutos	75.0	84.7	76.7
20 minutos	74.2	86.0	80.8
25 minutos	76.7	82.0	80.0

3.3.3. Escarificación química

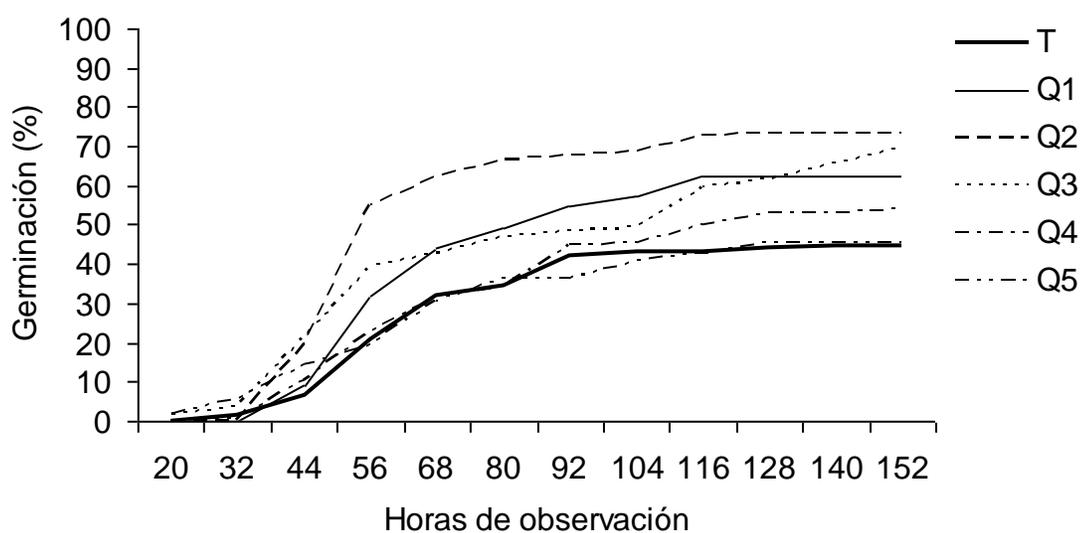
La escarificación química produjo respuesta diferente en la semilla de

las leguminosas evaluadas. En el caso de *Clitoria* este tratamiento no produjo cambios en el PGT y fue similar al observado en el testigo, esto difiere de lo reportado por Pietrosevoli y Mendiri (1997) en esta leguminosa, quienes indican que la inmersión en ácido sulfúrico incrementó significativamente el PGT. En otro sentido, esta leguminosa presentó la mayor tasa de germinación entre las 44 y 56 horas de iniciado el experimento (Figura 3.2c).

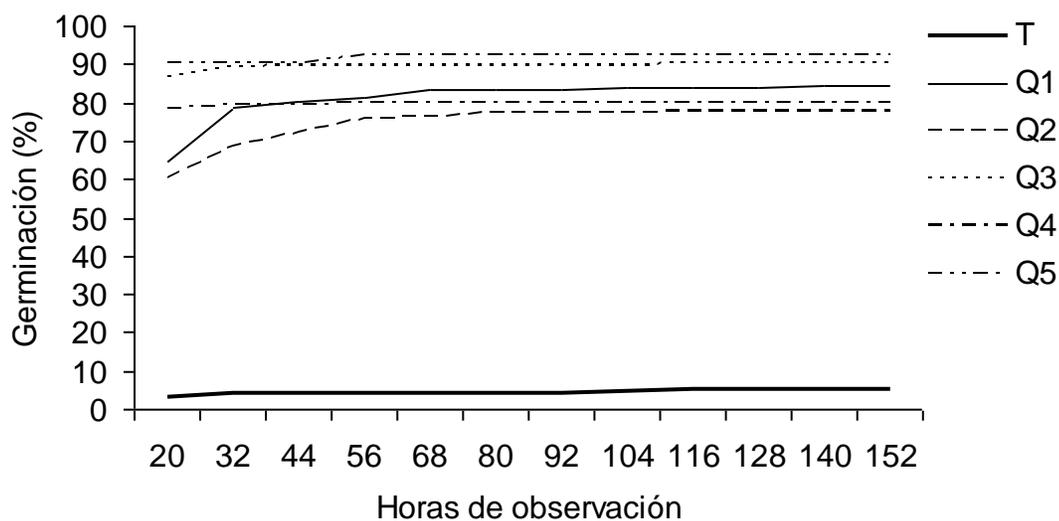
Para el caso de *Desmanthus* la escarificación química provocó la eliminación de la dormancia física en el total de la semilla viable (Cuadro 3.1), con un promedio de PGT del 85.0%, sin observarse diferencias entre los niveles de tiempo de inmersión de la semilla. Entre los niveles de tiempo de inmersión sólo se observó una menor velocidad de germinación con 5 y 10 minutos, observándose que con niveles superiores a 10 minutos la germinación del total de la semilla viable ocurrió a 20 horas de iniciado el experimento (Figura 3.2a), lo que indicaría que la inmersión de semilla de esta leguminosa en ácido sulfúrico en un tiempo inferior a los 10 minutos provoca una eliminación parcial de la impermeabilidad de la testa la cual retrasa el proceso de imbibición.

En el caso de *Leucaena*, la escarificación química incrementó significativamente el PGT, observándose que el tratamiento testigo presentó el menor valor, en comparación a todos los niveles de inmersión, dentro de estos los niveles de 5 y 10 minutos no mostraron diferencia significativa entre ellos, diferenciándose del resto de los niveles de inmersión. Se observó que el PGT

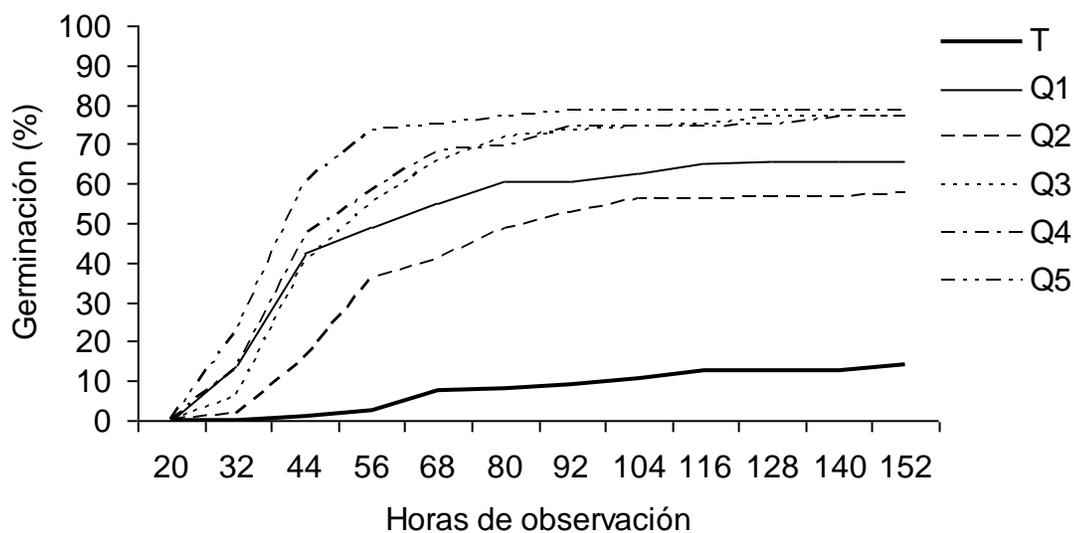
aumentó a medida que fue mayor el tiempo de inmersión de la semilla en ácido sulfúrico (Figura 3.2c), lo cual fue reportado también por Teles *et al.* (2000) para esta misma especie. En el mismo sentido, un mayor tiempo de inmersión provoca una mayor velocidad de germinación ya que la semilla escarificada con un nivel de inmersión de 25 minutos presentó el máximo PGT en un menor tiempo (56 horas). En este sentido, Madueño *et al.* (2006), al evaluar distintos niveles de tiempo de inmersión en ácido sulfúrico, señalan que la mayor velocidad de germinación en *Rhinchosia minima* (L) DC., se obtuvo con los mayores niveles de inmersión.



a) *Clitoria*



b) *Desmanthus*



c) *Leucaena*

Figura 3.2. Efecto del tratamiento Químico (T=Testigo, Q1=5, Q2=10, Q3=15, Q4=20 y Q5=25 minutos) sobre el porcentaje de germinación en semillas de *Clitoria*, *Desmanthus* y *Leucaena*.

3.3.4. Escarificación térmica

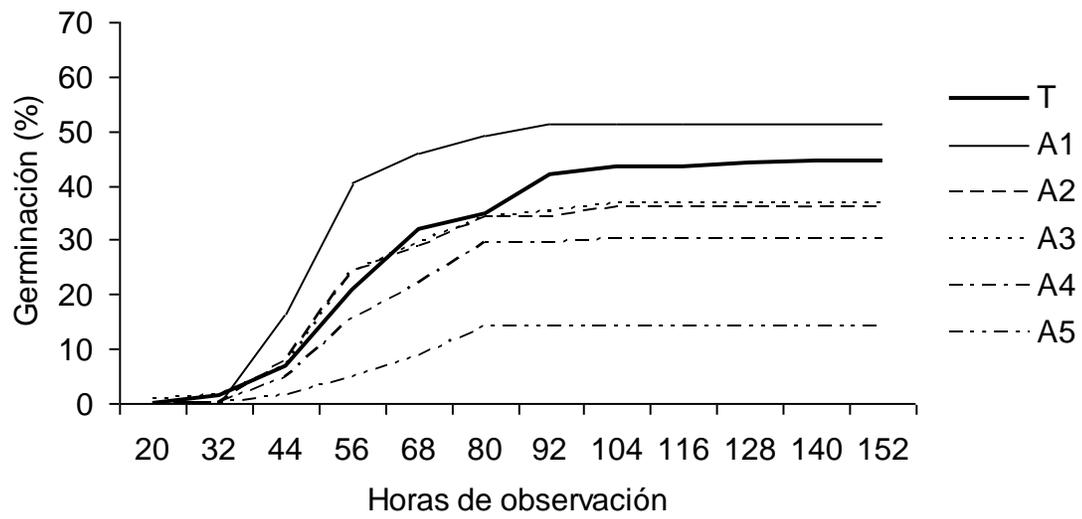
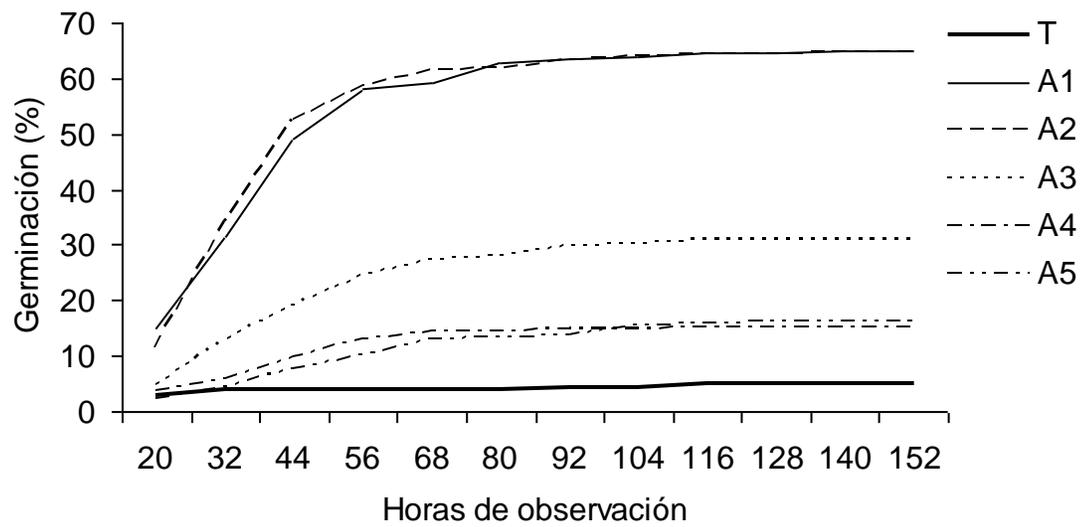
Al escarificar la semilla de *Clitoria* con agua a temperatura de 85°C, no

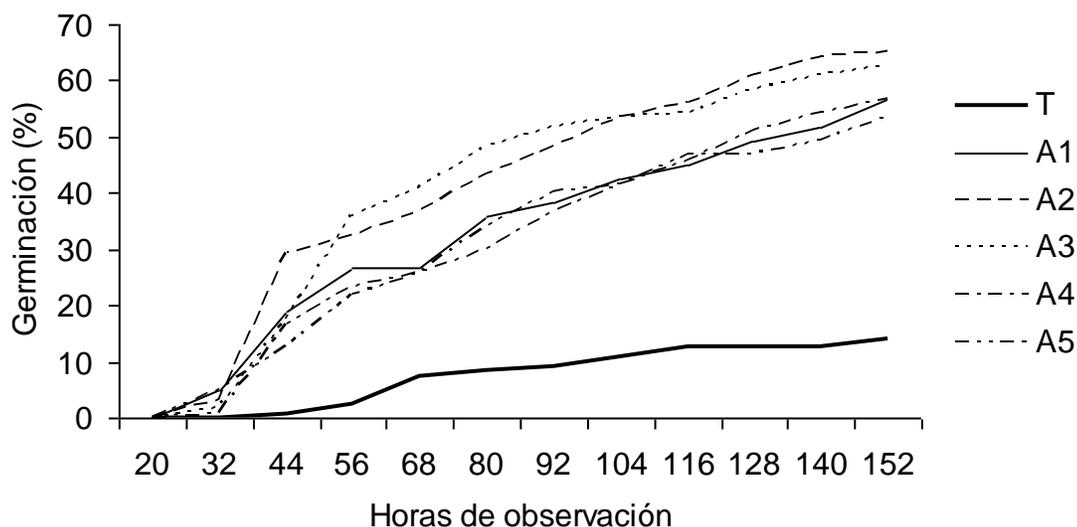
se observó un aumento significativo en el PGT, posiblemente debido al nivel bajo de dormancia que presentó la semilla de esta especie (Figura 3.1). En este sentido sólo se observó una mayor velocidad de germinación con 3 minutos de inmersión entre las 32 y 56 horas (Figura 3.3a). Así mismo, se observó que el incremento del tiempo de inmersión redujo el PGT, existiendo diferencia significativa ($P < 0.05$), entre los 3 minutos y 15 minutos de inmersión, presentando un PGT de 51.3 y 14.0%, respectivamente. Esta disminución del PGT (Figura 3.3a) a medida que aumenta el tiempo de inmersión se debió al daño causado al embrión por la exposición prolongada a una temperatura alta durante el tratamiento de escarificación, lo que fue confirmado con la prueba de viabilidad realizada (Cuadro 3.1). Esto indica que la escarificación de semilla mediante la inmersión en agua a 85°C, no es recomendable para esta especie. Respuestas similares fueron reportadas por Villalobos *et al.* (1987) con semilla de *Pueraria phaseoloides*, los que señalaron que elevadas temperaturas y tiempos de inmersión, causan mortalidad de los embriones.

En el caso de la semilla de *Desmanthus*, se encontró diferencia significativa ($P < 0.01$) entre los tiempos de inmersión de la semilla (Figura 3.3b), donde entre los 3 y 6 minutos se presentó el mayor PGT (64.8 y 64.7%, respectivamente) mientras que entre con 12 y 15 minutos se obtuvo el menor PGT (15 y 16%, respectivamente). Sin embargo, también se observó que todos los niveles de tiempos de inmersión causaron pérdidas de viabilidad en la semilla (Cuadro 3.1). Este comportamiento fue observado por Ávila *et al.* (1992), quienes

al evaluar la germinación de semillas escarificadas con agua a 80°C, de dos variedades de *Desmanthus virgatus*, reportaron los mayores PGT en los niveles inferiores de inmersión de la semilla. Por otro lado, al evaluar la velocidad de germinación se observó que la mayor se presentó con niveles de inmersión de 5 y 10 minutos entre las 32 las 44 horas de iniciado el experimento.

La escarificación térmica de la semilla de *Leucaena* provocó un aumento significativo del PGT, no existiendo diferencias entre los distintos niveles de tiempo de inmersión, y en todos los casos aumentó hasta finalizar el período de observación, esto difiere de lo reportado por Teles (2000) quien encontró que al tratar semilla de *Leucaena* con agua a 80°C, causó una disminución en el PGT a medida que aumentó el tiempo de inmersión. Al evaluar la tasa de germinación se observó una tendencia a mantenerse una velocidad de germinación constante a partir de las 32 horas de iniciado el experimento hasta su finalización (Figura 3.3c). Comportamientos similares fueron reportados por Gonzáles y Mendoza (1995) quienes indicaron que el agua a 80°C permitió mayor velocidad de germinación y eliminó completamente la latencia en las semillas de *Leucaena*. En este sentido, en el presente trabajo la eliminación total de la dormancia física de la semilla de esta especie no se corroboró ya que al término del experimento existía semilla en proceso de germinación (Figura 3.3c).

a) *Clitoria*b) *Desmanthus*



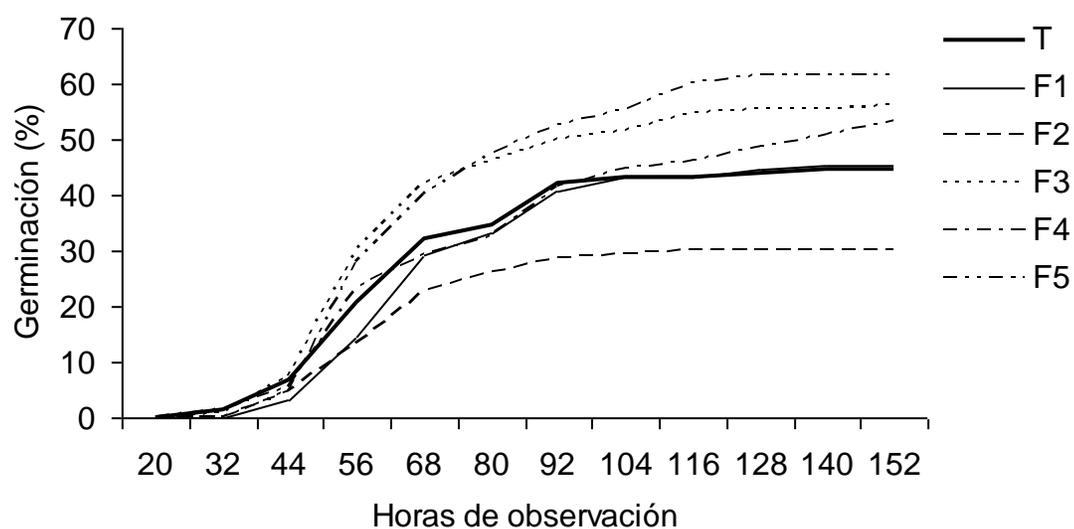
c) *Leucaena*

Figura 3.3 Efecto del tratamiento Térmico (T=Testigo, A1=3, A2=6, A3=9, A4=12 y A5=15 minutos) sobre el porcentaje de germinación de semillas de *Clitoria*, *Desmanthus* y *Leucaena*.

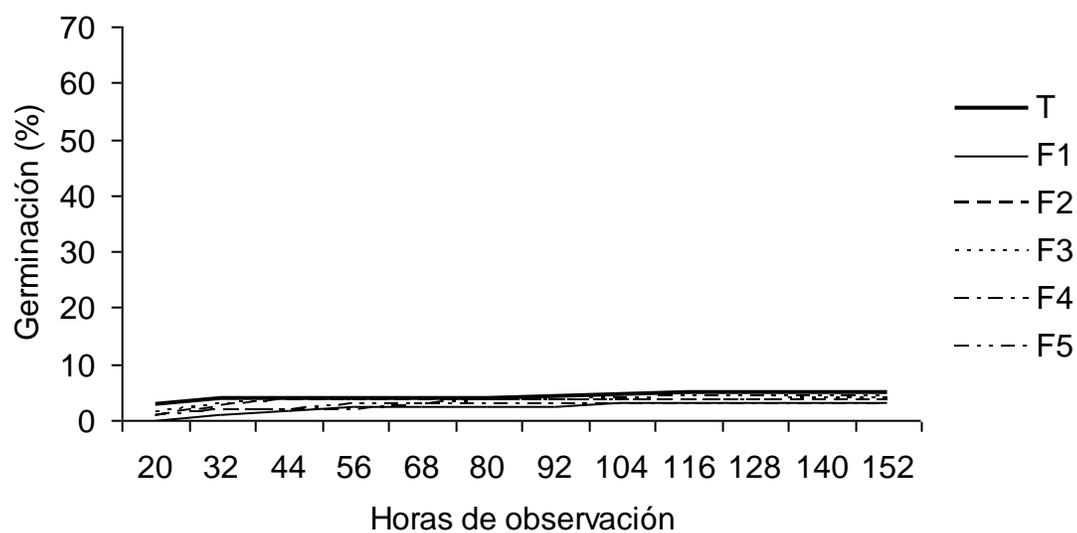
3.3.5. Escarificación física

Por su parte, la semilla escarificada mediante el procedimiento físico tuvo una velocidad de germinación y PGT similar a la semilla no escarificada de las tres leguminosas evaluadas (Figura 3.4), indicando que este procedimiento no eliminó la dormancia física al no afectar la cubierta externa de la semilla como para permitir el paso de agua y oxígeno permitiendo el inicio del proceso de germinación. Estos resultados difieren de los mostrados por Atencio *et al.* (2003) quienes reportan que el mejor porcentaje de germinación en acacia se obtuvo con el uso de papel de lija N° 80 por 20 minutos, también Faría *et al.* (1996)

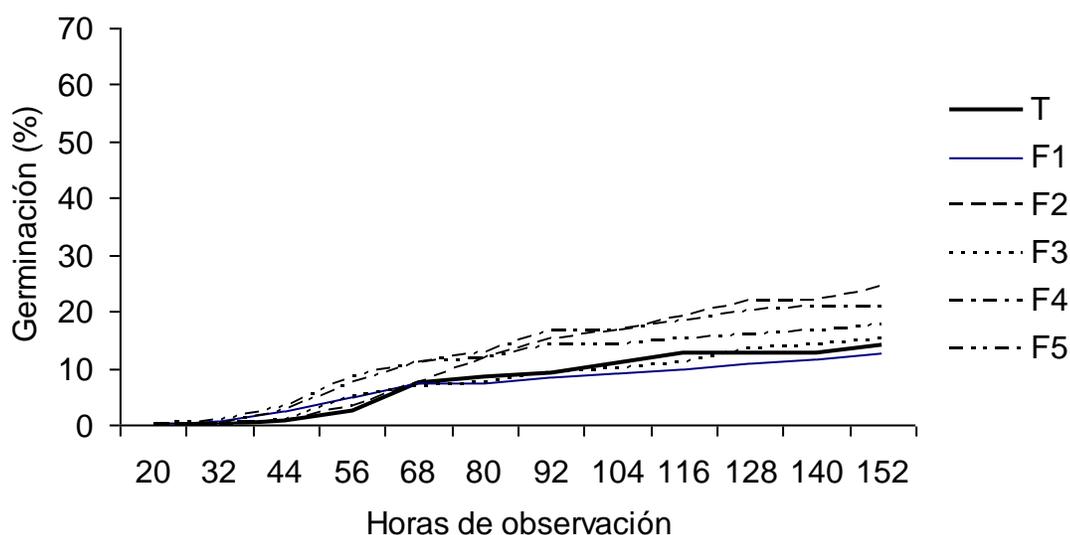
hallaron resultados similares con 15 minutos y lija N° 400 en *Clitoria* y *Leucaena*.



a) *Clitoria*



a) *Desmanthus*



c) *Leucaena*

Figura 3.4 Efecto del tratamiento Físico (T=Testigo, F1=5, F2=10, F3=15, F4=20 y F5=25 minutos) sobre el porcentaje de germinación de semillas de *Clitoria*, *Desmanthus* y *Leucaena*.

3.3.6. Efecto de almacenamiento

En el caso de *Clitoria* los valores de PGT de la semilla no escarificada fueron mayores que los de *Desmanthus* y *Leucaena*, lo que pudo deberse a una mayor edad de la semilla, que provocó cambios en la testa que permitieron la imbibición y entrada de oxígeno, necesarios para la germinación. Cabe señalar que el PGT se redujo significativamente por efecto del tiempo de almacenamiento (Cuadro 3.2) (18.1% a los 240 ddt= días después del tratamiento). Según Taylorson y Hendricks (1979), las semilla almacenadas, pierden la

impermeabilidad de la testa luego de un tiempo, lo que la pone en condiciones de germinar sin necesidad de ser tratada por algún método de escarificación.

En el caso de la semilla escarificada con el tratamiento químico, se observó que la respuesta obtenida por efecto del almacenamiento fue distinta entre las leguminosas, en *Clitoria* se observó que el almacenamiento tuvo un efecto negativo sobresaliente sobre el PGT de la semilla obteniéndose valores inferiores a 3.6% a los 240 días ($y = -0.2047x + 49.172$, $R^2 = 0.82$), por el contrario en *Desmanthus* el PGT de la semilla no fue modificado en gran medida por el almacenamiento, manteniéndose valores similares de germinación aún a los 240 ddt ($y = -0.006x + 84.13$, $R^2 = 0.60$), en este sentido, de forma contraria Saldívar *et al.* (1995), reportaron que *Desmanthus virgatus* cv. Depressus, al ser tratado con ácido sulfúrico por 30 minutos redujo su porcentaje de emergencia después de los 105 días de realizado el tratamiento de escarificación de 95.1 a 87.5%. En *Leucaena* se provocó una disminución mayor ($y = -0.0919x + 69.185$, $R^2 = 0.82$).

En el caso de la semilla con tratamiento térmico, el período de almacenamiento provocó un mayor impacto para todas las leguminosas, con reducciones de 0.04 día^{-1} en *Desmanthus* ($y = 0.0007x^2 - 0.2075x + 36.345$, $R^2 = 0.67$), $0.09\% \text{ día}^{-1}$ en *Leucaena* ($y = -0.0958x + 52.84$, $R^2 = 0.67$) y $0.06\% \text{ día}^{-1}$ en *Clitoria* ($y = -0.0679x + 29.055$, $R^2 = 0.53$). Lo anterior, indica que la eliminación de la impermeabilidad de los tejidos de la cubierta de la semilla expone a los tejidos de reserva y al embrión a efectos ambientales los cuales disminuyen la viabilidad

de la misma.

Desde la respuesta inicial al tratamiento físico, tanto *Desmanthus* como *Leucaena* no fueron contemplados para la evaluación del efecto causado por el período de almacenaje. En el caso de *Clitoria* ($y = -0.0711x + 50.408$, $R^2 = 0.85$), la semilla presentó un PGT superior al 25% a los 240 ddt, similar al obtenido en la semilla sin escarificar, lo cual indica que dicho tratamiento no produjo cambios significativos en la testa de la semilla. Este comportamiento se debió a que la semilla se encontraba en condiciones de germinar sin requerir tratamientos de escarificación, cabe aclarar que la edad de la semilla no se conoce con precisión ya que se utilizó semilla comercial.

Cuadro 3.2. Porcentaje de germinación total en semilla de leguminosas tropicales sometidas a métodos de escarificación y períodos de almacenamiento.

Fechas	<i>Clitoria</i>				<i>Desmanthus</i>				<i>Leucaena</i>			
	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4	F1	F2	F3	F4
Tratamientos												
Sin Escarificar	29.8 bc*	24.8 abcd	27.2 ab	18.1 abcd	4.3 fg	1.3 f	2.9 h	1.5 g	7.6 d	4.6 d	4.3 d	0.5 d
<i>Químico</i>												
5 minutos	41.4 ab	19.2 bcd	12.9 de	2.5 ef	81.4 bc	78.5 ab	82.5 bc	79.5 b	50.7 ab	44.2 ab	46.4 a	24.0 abc
10 minutos	52.6 a	10.6 d	9.9 e	3.1 ef	74.4 c	73.9 b	74.0 d	70.6 c	39.8 bc	30.9 bc	23.9 bc	19.1 bc
15 minutos	42.3 ab	32.0 abc	18.9 bcde	0.6 f	89.5 ab	83.8 a	91.1 a	82.7 b	57.6 a	48.5 ab	46.0 a	31.5 ab
20 minutos	33.2 bc	23.8 abcd	9.6 e	3.6 ef	79.7 c	81.6 ab	78.1 cd	84.0 ab	58.9 a	48.4 ab	42.8 a	32.2 a
25 minutos	30.2 bc	18.2 cd	14.6 cde	0.0 f	91.8 a	86.0 a	88.3 ab	89.8 a	64.8 a	53.0 a	42.9 a	16.7 c
<i>Térmico</i>												
3 minutos	38.4 ab	24.5 abcd	10.6 de	11.3 cde	55.2 d	30.7 c	48.6 e	44.8 d	33.0 c	36.9 abc	31.9 ab	21.0 abc
6 minutos	25.8 bcd	16.4 cd	12.6 de	9.4 def	55.5 d	32.9 c	36.9 f	32.0 e	41.0 bc	32.0 bc	22.0 bc	14.7 c
9 minutos	26.2 bcd	16.2 cd	7.1 e	3.5 ef	25.0 e	19.4 d	19.6 g	18.3 f	40.4 bc	31.9 bc	24.8 bc	13.3 cd
12 minutos	20.9 cd	--	--	--	12.5 f	7.8 ef	6.6 h	6.6 g	31.9 c	30.4 bc	13.2 cd	12.9 cd
15 minutos	9.39 d	--	--	--	11.9 f	10.3 e	9.1 h	8.1 g	31.4 c	22.9 cd	23.9 bc	15.9 c
<i>Físico</i>												
5 minutos	28.6 bc	27.4 abc	34.2 a	27.5 a	2.4 g	--	--	--	7.1 d	--	--	--
10 minutos	25.6 bcd	25.0 abcd	27.4 ab	13.4 bcd	3.1 g	--	--	--	11.8 d	--	--	--
15 minutos	37.4 abc	35.5 ab	25.9 abc	21.7 ab	3.3 g	--	--	--	7.7 d	--	--	--
20 minutos	31.4 bc	30.1 abc	22.3 abcd	14.8 bcd	2.3 g	--	--	--	12.2 d	--	--	--
25 minutos	39.3 ab	37.2 a	33.4 a	19.6 abc	3.1 g	--	--	--	10.7 d	--	--	--

* Para cada columna valores con distinta literal son estadísticamente diferentes (Tukey, P=0.05).

F1 = 0 días después del tratamiento; F2 = 30 días después del tratamiento; F3 = 60 días después del tratamiento y F4 = 240 días después del tratamiento.

3.4. Conclusiones.

Por lo anteriormente discutido se concluye lo siguiente:

- La escarificación química y térmica incrementó la germinación total en semilla de las leguminosas evaluadas.
- La escarificación térmica redujo la viabilidad en *Clitoria* y *Desmanthus*.
- En todas las leguminosas el tratamiento físico no produjo cambios en el porcentaje de germinación.
- El mayor porcentaje de germinación se obtuvo con tratamientos de 10 a 15 minutos para escarificación química y de 3 a 6 minutos con escarificación térmica.
- El almacenamiento de semilla escarificada redujo la viabilidad en *Clitoria* y *Leucaena*, pero no en *Desmanthus* cuando fue tratado con ácido.

IV CRECIMIENTO INICIAL DE LEGUMINOSAS TROPICALES BAJO DIFERENTE DENSIDAD DE POBLACIÓN

4.1 Antecedentes

En las regiones con clima tropical y subtropical de México la alimentación de los rumiantes en pastoreo, se basa principalmente en el uso de gramíneas que presentan fluctuaciones estacionales en la cantidad y calidad del forraje, debido a que las condiciones de humedad y radiación solar provocan una rápida lignificación, disminución de digestibilidad y reducción en el contenido de proteína cruda, lo cual impacta de forma negativa en la productividad de los sistemas ganaderos (Minson, 1990; Lascano, 1991; Hess *et al.*, 1992; Pérez *et al.*, 2001). La ineficiencia productiva de estos sistemas se agudiza con la introducción de especies no adaptadas a los suelos y factores bióticos prevalecientes (Lascano, 1991).

Una alternativa de solución de esta problemática, es el uso de leguminosas forrajeras adaptadas a las condiciones particulares de cada región, solas o en asociación con gramíneas, con lo que se mejora el rendimiento de las praderas, el valor nutritivo y la distribución estacional de la producción de forraje (t'Mannetje, 1997; Shelton, 1998).

En las regiones tropicales existe una gran diversidad de leguminosas, identificándose aproximadamente unos 750 géneros y casi 20 000 especies (Flores y Schultze-Kraft, 1994). Dentro de éstos, el género *Desmanthus* es uno de los mejor adaptados a las condiciones prevalecientes en el Noreste de México, pudiéndose encontrar desde el Centro del Estado de Veracruz, con 1500

mm de precipitación y suelos arenosos con pH de 5.0, hasta la parte semiárida de Coahuila, con una precipitación anual inferior a los 300 mm (Ortega *et al.*, 1997). Así mismo, existen evidencias de su capacidad para resistir períodos prolongados de sequía, destacándose además por tener un rápido rebrote luego de ser cortado por el pastoreo o cosecha mecánica (Cantú, 1989).

Otras de las leguminosas nativas de México, importantes para la ganadería es *Leucaena*, la cual se cultiva en las zonas tropicales de todo el mundo (Parrotta, 1992) y puede alcanzar una altura hasta de 20 m. Las plantas de esta especie presentan resistencia a la restricción de humedad gracias a su sistema radicular, por lo que se desarrolla muy bien con precipitaciones que oscilan desde los 500 mm. Esta especie es apreciada por su alto rendimiento de follaje, capacidad para resistir la defoliación continua, y por crecer en una amplia diversidad de suelos, incluyendo los pocos fértiles (Barreto, 1988; Diannelis y Dávila, 1995; Bogdan, 1997).

Además de las especies de hábito de crecimiento arbóreo y arbustivo, existen leguminosas de crecimiento herbáceo como *Clitoria*, la que se encuentra ampliamente distribuida en zonas de clima tropical (Fantz, 1990; Villanueva *et al.*, 2004). Esta forrajera posee excelente capacidad de rebrote por lo cual permite que sea cosechada con frecuencia durante toda la estación de crecimiento (Barro *et al.*, 1983); además, es considerada como una de las leguminosas con mayor precocidad y potencial de rendimiento para condiciones de trópico seco (Ordaz *et al.*, 1993).

Pese al alto potencial de estas especies, el mejoramiento genético como cultivo forrajero ha sido escaso, y el conocimiento técnico sobre su utilización es escaso, existiendo poca información en relación a los primeros estadíos de la planta (Guenni *et al.*, 2000).

Por lo anterior, y con base en el interés que tienen las leguminosas forrajeras para los sistemas ganaderos en el trópico seco del Noreste de México, el objetivo del presente experimento fue evaluar el efecto de la densidad de siembra en la dinámica del crecimiento inicial en *Clitoria*, *Desmanthus* y *Leucaena*.

4.2. Materiales y métodos

Esta investigación se realizó en la Posta Zootécnica “Ing. Herminio García González”, perteneciente a la Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias, de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, localizada en el km 23.0 de la carretera Victoria-Monterrey en el municipio de Güemez, Tamaulipas (23° 56' 26.5" latitud Norte y 99° 05' 59.9" longitud Oeste, y 193 msnm).

Se evaluó la dinámica del crecimiento inicial de *Leucaena leucocephala* var. Cuningham (crecimiento arbóreo), *Desmanthus bicornotus* S. Watson (crecimiento arbustivo) y *Clitoria ternatea* var. Tehuana (crecimiento herbáceo), que son leguminosas con características sobresalientes para la producción de forraje. Las tres leguminosas fueron sembradas para tener dos poblaciones iniciales contrastantes, una considerada como baja o D1 (200 000, 150 000 y 400 000 plantas ha⁻¹ para *Leucaena*, *Desmanthus* y *Clitoria*, respectivamente)

una alta o D2 (400 000, 300 000 y 800 000 plantas ha⁻¹).

Para evaluar el comportamiento de las leguminosas durante el crecimiento inicial, se realizaron muestreos de cinco plantas seleccionadas al azar por parcela experimental, con una periodicidad de diez días a partir del día 30 después de la emergencia (dde) de las plántulas. Las variables medidas fueron número de hojas por planta (Hopla), y la biomasa acumulada en la parte aérea en planta entera (Biope), hoja (Bioho) y tallo (Biota). Las determinaciones de la acumulación de biomasa se realizaron con base en la cantidad de materia seca (MS) a 60°C. El experimento tuvo una duración de 100 días desde la siembra. También se determinó área foliar por planta (AF), utilizando un integrador portátil de área foliar LI-COR-3000. Hasta el día 60 después de la emergencia se determinó el AF de la totalidad de las hojas de cada planta incluida en la muestra, y después de esta fecha la estimación se hizo con base en la Bioho de la planta. Así mismo, se calculó la tasa de acumulación de biomasa por planta (TAB), utilizando la relación $((\text{Biomasa}_2 - \text{Biomasa}_1)/\text{números de días}) * 1000$ y el índice de área foliar (IAF) con la relación existente entre AF y superficie del suelo donde se desarrolló la planta, por último se determinó la relación Hoja-Tallo (H/T), mediante la ecuación Bioho/Biota.

El trabajo se estableció bajo los lineamientos para un diseño en bloques completos al azar con arreglo de parcelas divididas, donde la leguminosa fue colocada en la parcela chica y la densidad de población en la parcela grande. Cada parcela experimental chica tuvo una superficie de 100 m² (10 * 10 m).

Los datos obtenidos para cada variable fueron analizados estadísticamente con el análisis de varianza para el diseño establecido y la comparación de medias con Tukey al 0.05 de probabilidad.

4.3. Resultados y discusión

El análisis estadístico mostró que la densidad de población no produjo diferencia significativa ($P > 0.05$) para Biope, Bioho, Biota, Hopla, AF y TAB en las tres leguminosas estudiadas. Tomando en cuenta que la densidad de población establecida fue contrastante para las tres leguminosas, el comportamiento citado manifiesta que la acumulación de biomasa y el crecimiento en sí, no fueron afectados por la competencia entre plantas, lo que según Bolio *et al.* (2006) esto se debe a que en fases iniciales del ciclo biológico, las plantas presentan un tamaño reducido y su disposición espacial en el terreno le permite no establecer competencia por radiación solar, humedad y/o nutrientes.

4.3.1. Biomasa total

En referencia a la edad de la planta, se determinó que la acumulación de Biope mostró diferencia ($P < 0.05$) entre las leguminosas estudiadas, donde *Desmanthus* presentó una mayor biomasa acumulada, la que al finalizar el período de evaluación fue de 18.3 g planta⁻¹ siguiendo *Leucaena* con 12.0 y *Clitoria* mostró la menor biomasa con 5.0 g planta⁻¹ (Figura 4.1).

Cuadro 4.1. Significancia estadística entre especies leguminosas para las diferentes variables evaluadas.

	Días Después de Emergencia						
	30	40	50	60	70	80	90
AF	**	**	**	**	**	**	**
IAF	**	**	**	**	**	**	**

Biope	**	*	*	**	**	**	**
Bioho	**	NS	*	**	**	**	**
Biota	**	*	**	**	**	**	**
TAB	**	NS	*	**	*	*	**
H/T	NS	NS	NS	*	**	**	*
Hopla	NS	NS	**	**	**	**	**

NS = no significativo; * y ** = significativo al 0.05 y al 0.01 respectivamente; AF = área foliar; IAF = índice de área foliar; Biope = biomasa de planta entera; Bioho = biomasa de hoja; Biota = biomasa de tallo; TAB = tasa de acumulación de biomasa; H/T = relación hoja/tallo, Hopla = hojas por planta.

Cabe señalar que el comportamiento anterior, es debido a que a partir de los 50 dde, *Desmanthus* mostró una mayor TAB ($0.475x^2 - 0.7999x + 0.4169$; $R^2 = 0.99$) en comparación a *Leucaena* ($y = 0.2429x^2 + 0.0908x - 0.1661$; $R^2 = 0.99$) y *Clitoria* ($y = 0.1046x^2 - 0.0851x + 0.3227$; $R^2 = 0.99$) (Figura 4.1), con promedios de 397.4, 116.4 y 49.7 mg día⁻¹, respectivamente, lo que se explica por el hábito de crecimiento diferencial entre las leguminosas incluidas en el experimento, toda vez que de acuerdo con Argel y Lascano (1998) las leguminosas arbustivas presentan una mayor tasa de acumulación que las herbáceas. Cabe señalar que la mayor acumulación de biomasa se hizo manifiesto por un mayor número de ramificaciones, (44.0, 15.1 y 22.8 *Desmanthus*, *Leucaena* y *Clitoria*, respectivamente). Así mismo, en el caso de *Leucaena*, la mayor tasa de acumulación de biomasa con respecto a *Clitoria*, se debió a una mayor acumulación de biomasa en tallo, el cual fue de 6.2 y 2.3 g planta⁻¹ al final del ensayo, respectivamente.

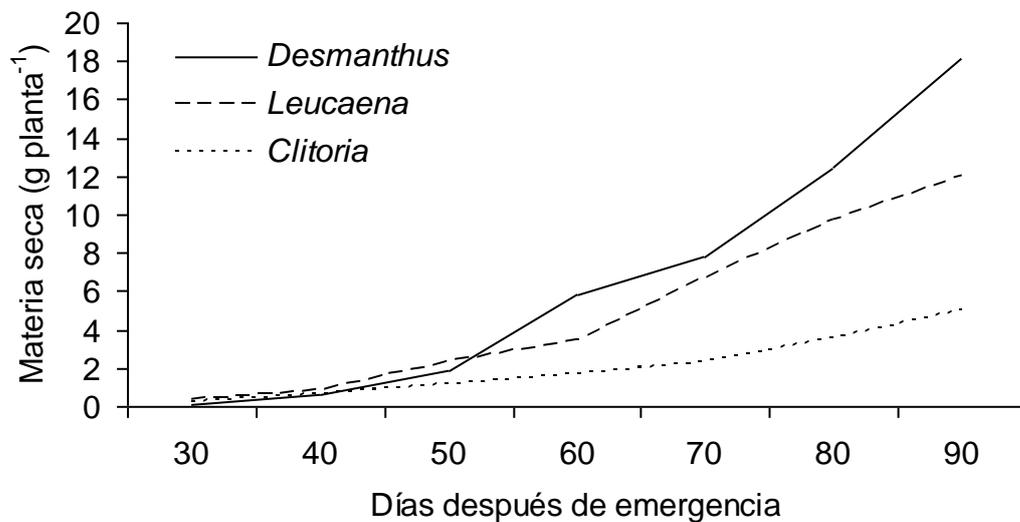
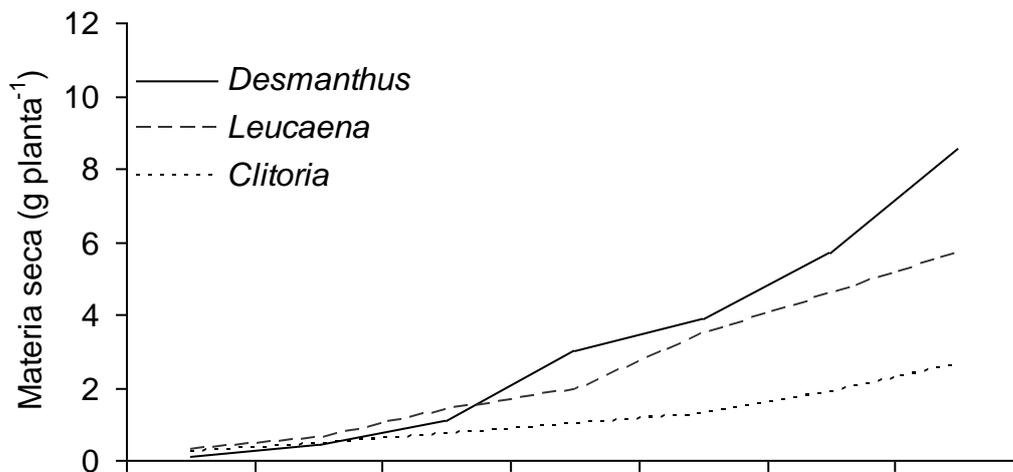
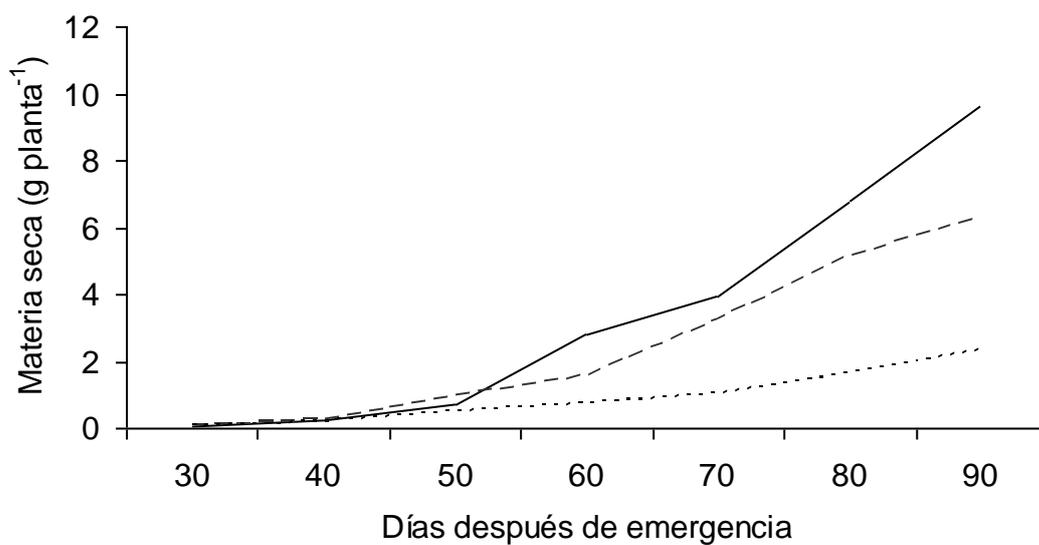


Figura 4.1. Acumulación de biomasa en planta entera durante el crecimiento inicial en leguminosas tropicales en el Noreste de México.

Lo anterior también se reflejó en el comportamiento de la biomasa acumulada en hoja y tallo, en las que se presentó diferencia significativas ($P < 0.05$) para las leguminosas (Cuadro 4.1), observándose que ambas presentaron una dinámica de acumulación similar con un comportamiento cuadrático, dentro de cada una de las leguminosas evaluadas (Figura 4.2).



a) Biomasa de hoja



b) Biomasa de tallo

Figura 4.2. Acumulación de biomasa en hoja (a) y tallo (b) durante el crecimiento inicial en leguminosas tropicales en el Noreste de México.

Por otro lado, también se observó diferencia ($P < 0.01$) entre las leguminosas evaluadas, para Hopla, donde *Desmanthus* presentó el mayor Hopla ($y = 2.7732x^2 - 5.2393x + 11.557$; $R^2 = 0.99$); entre *Leucaena* ($y = 0.2786x^2$

$-0.0107x + 8.5964$; $R^2 = 0.96$) y *Clitoria* ($y = 1.064x^2 - 3.511x + 10.421$; $R^2 = 0.96$) no se observó diferencia significativa. En la Figura 4.3 se observa que el Hopla en *Desmanthus* se incrementó notablemente a partir de los 50 dde, observándose 113 hojas al final del ensayo, mientras que *Leucaena* y *Clitoria* solamente presentan 23 y 39 hojas por planta, respectivamente. El anterior comportamiento explica en parte la dinámica de acumulación de biomasa de cada leguminosa que se observa en la Figura 4.1.

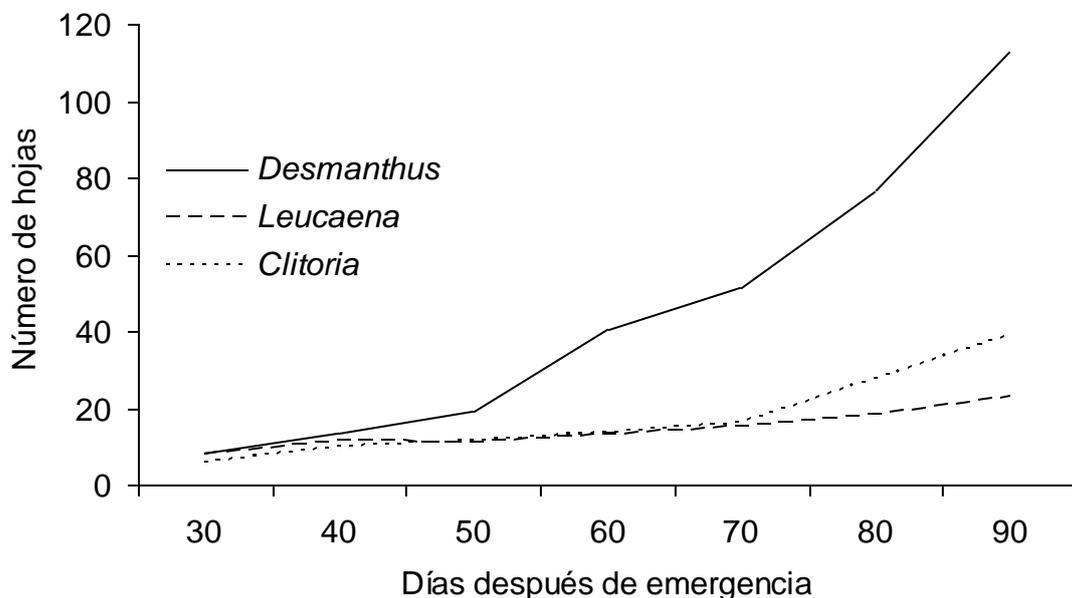


Figura 4.3. Número de hojas por planta durante el crecimiento inicial de leguminosas tropicales en el Noreste de México.

4.3.2. Área foliar

Para el AF se observó diferencia entre leguminosas donde *Clitoria* presentó una mayor AF la que se hizo notable a partir de los 50 dde (Figura 4.4). En el caso de esta leguminosa, la menor acumulación de Biope, (Figura 4.1) y mayor AF, pone de manifiesto una menor eficiencia foliar para la producción de biomasa (3.7 mg cm^{-2} de hoja) en comparación con *Desmanthus* y *Leucaena*

(35.6 y 22.0 mg cm⁻² de hoja, respectivamente).

Al observar la Figura 4.4 es notorio, a partir de 40 dde que *Clitoria* muestra una disminución en la tasa de aumento de AF hasta los 70 dde, para posteriormente incrementar dicha tasa ($y = 15.436x^2 - 28.915x + 118.1$; $R^2 = 0.95$). Por otro lado, *Leucaena* ($y = 2.3804x^2 + 8.874x + 85.824$; $R^2 = 0.94$) y *Desmanthus* ($y = 7.8263x^2 - 24.718x + 60.569$; $R^2 = 0.95$) mostraron un comportamiento similar durante todo el período de evaluación (Figura 4.4). Estas disminuciones de la tasa de aumento de AF puede deberse a condiciones climáticas adversas como restricción de humedad y temperatura alta (Figura 1A), demostrándose que el crecimiento y desarrollo foliar es sensible a estas condiciones, de esta manera cuando los cultivos presentan una condición de estrés, la tasa de expansión foliar desciende rápidamente, lo cual permite el uso eficiente del agua por el cultivo, debido a una menor carga respiratoria, favoreciendo el crecimiento y la supervivencia durante estos períodos (Loomis y Connors, 2004), por otro lado Baruch y Fisher (1991) indican que la temperatura óptima para leguminosas tropicales, se encuentra entre los 30 y 35°C, mientras que Pollock y Eagles (1988) reportan que por encima de esta temperatura se reduce sustancialmente el crecimiento, debido a una disminución en la actividad fotosintética, por inactivación enzimática y un incremento en la actividad respiratoria. Además, bajo estas condiciones aumenta la tasa de transpiración y se crea un balance hídrico negativo que reduce la expansión celular y, por consiguiente el crecimiento (Pozo, 2004).

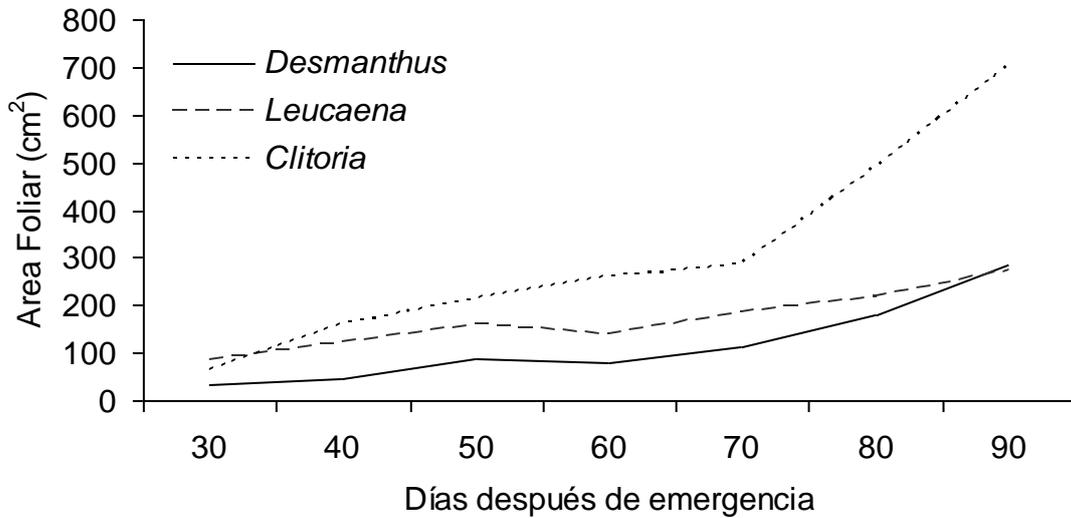


Figura 4.4 Área foliar en leguminosas tropicales en el Noreste de México.

4.3.3. Índice de área foliar

Para el caso del IAF, *Clitoria* se diferenció ($P < 0.05$) de *Leucaena* y *Desmanthus*, alcanzando un valor máximo de 3.9 en comparación con 0.8 y 0.7 para *Leucaena* y *Desmanthus* a los 90 dde (Figura 4.5). Según Sosa *et al.* (1996) y Sierra, (2005) esto se debe a la mayor precocidad de *Clitoria* dado su crecimiento herbáceo mientras que *Desmanthus* y *Leucaena* por ser de crecimiento arbustivo y arbóreo presentar mayores valores de IAF en etapas fenológicas más avanzadas (Parrota, 1992).

Según Sierra (2005), esto se debe a que la cobertura de cultivos rastreros, como es el caso de *Clitoria*, alcanzan valores para IAF próximos a 1, ya que una sola capa de hojas puede cubrir enteramente el suelo. Por el contrario las plantas erectas no completan su cobertura sino con valores de IAF de 3 ó 4.

Así mismo, en la Figura 4.5 se observa que a partir de los 40 hasta los 70 dde, la tasa del IAF en *Clitoria* disminuyó ($y = 0.0796x^2 - 0.1061x + 0.6903$; $R^2 = 0.96$), lo que probablemente se debió a que durante este período se presentaron tensiones ambientales como déficit hídrico y temperatura alta (Figura 1A), lo cual redujo la tasa de incremento del IAF, como una respuesta de la planta para reducir el efecto de la escasez de agua (Loomis y Connors, 2004).

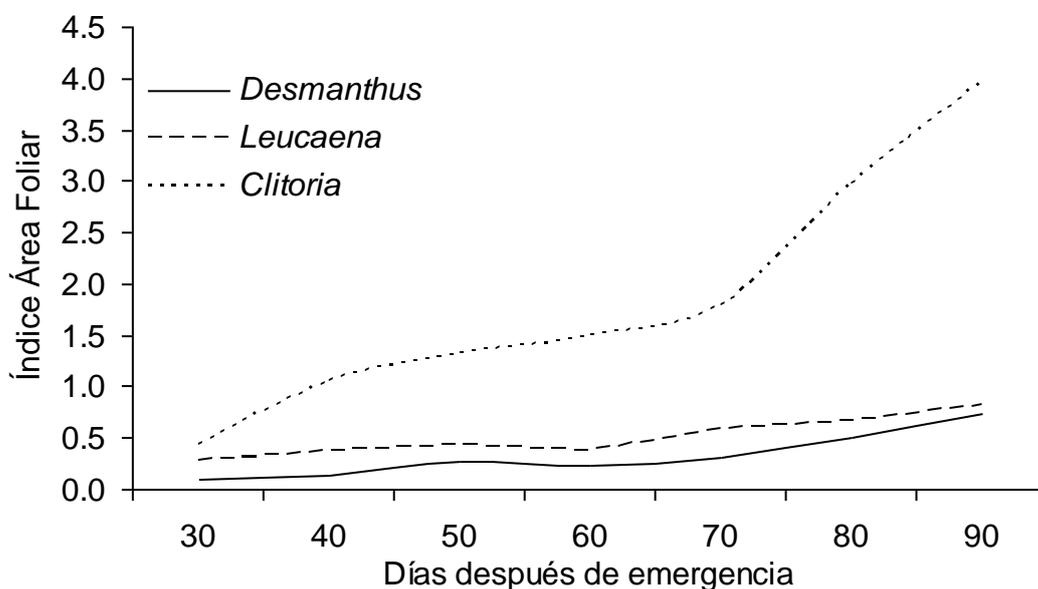


Figura 4.5. Índice de área foliar en leguminosas tropicales en el Noreste de México.

Al evaluar de manera independiente la densidad de población dentro de cada leguminosa, se observó diferencia significativa ($P < 0.05$) entre las densidades evaluadas para *Desmanthus* y *Leucaena*, pero no para *Clitoria*. En la Figura 4.6a se observa que en *Desmanthus* la mayor densidad de población muestra un mayor IAF durante todo el período evaluado ($y = 0.0184x^2 - 0.0117x + 0.1578$; $R^2 = 0.96$).

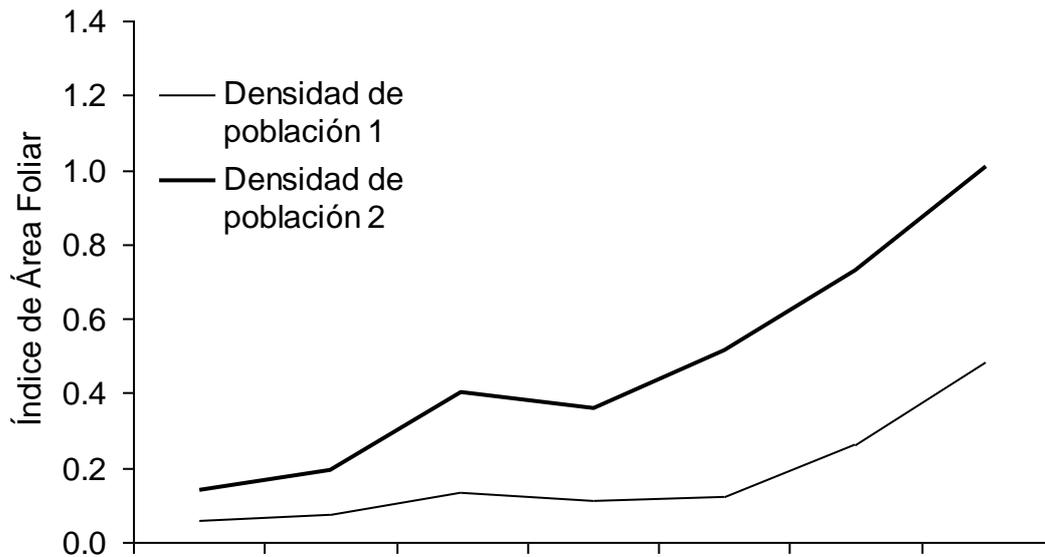
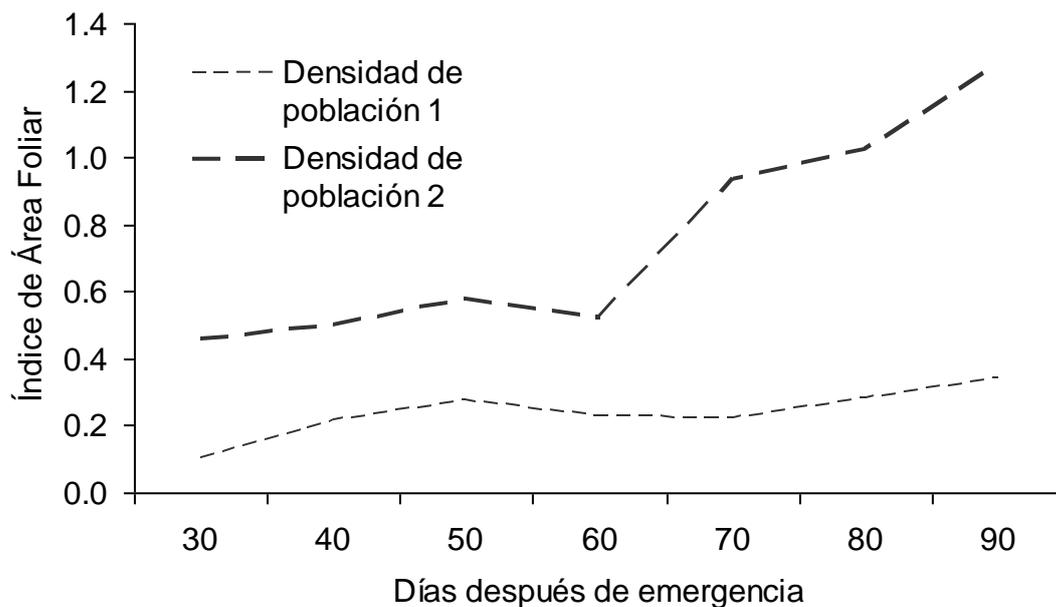
a) *Desmanthus*b) *Leucaena*

Figura 4.6. Índice de área foliar en *Desmanthus bicornotus* (a) y *Leucaena leucocephala* (b) en dos densidades de población inicial durante el crecimiento inicial.

En el caso de *Leucaena*, la diferencia entre las dos densidades se mantuvo hasta el final del período de evaluación (Figura 4.6b); hasta los 60 dde la tasa de incremento de IAF es similar entre las dos densidades ($y = 0.0244x^2 -$

$0.0578x + 0.4998$; $R^2 = 0.94$ e $y = 0.0023x^2 + 0.0467 + 0.0954$; $R^2 = 0.68$), luego de este período es la densidad mayor la que aumenta la tasa de IAF. El comportamiento observado en *Desmanthus* y *Leucaena* es definido según Gardner *et al.* (1985) y Espinoza *et al.* (2004) a que una mayor densidad población cubre más rápido la superficie donde se desarrolla, incrementando con esto la intercepción de la luz, mostrándose un mayor IAF en menor tiempo. Por otro lado no se observa (Figuras 4.6) que la dinámica de incremento del IAF alcance un punto de estabilización, esto es debido a que la competencia entre plantas a causa de una mayor densidad de población no fue superior a la óptima, a causa principalmente del estado inicial de crecimiento y desarrollo en el que se evaluaron las leguminosas (Loomis y Connors, 2004).

4.3.4. Relación hoja tallo

Las tres leguminosas mostraron una dinámica similar con un comportamiento cuadrático para la relación H/T (Figura 4.7), observándose que ésta se redujo con la edad de la planta (dde), debido al aumento en la acumulación de biomasa en el tallo, sobre todo en *Leucaena* y *Desmanthus*, dado el tipo de crecimiento que presentan, arbóreo y arbustivo, respectivamente. A partir de los 60 dde se observó que la relación H/T se estabilizó (Figura 4.7).

Cabe señalar que solamente se observaron diferencias para H/T a partir de 60 dde (Cuadro 4.1), sobresaliendo *Clitoria* con un mayor promedio. Dicho comportamiento es común en especies de crecimiento herbáceo, donde valores superiores de H/T son indicativos de un mayor valor nutritivo en el forraje producido, debido a que las hojas presentan mayor concentración de proteína cruda que los tallos (Stobbs, 1973; Sánchez, 1993).

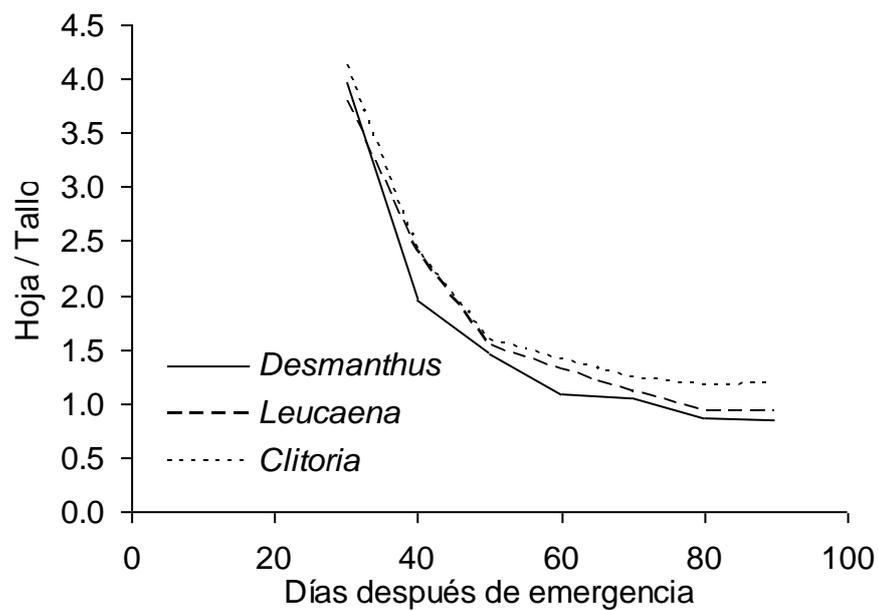


Figura 4.7. Relación hoja-tallo en el crecimiento inicial en leguminosas tropicales en el Noreste de México.

4.4 Conclusiones

De acuerdo a lo anterior se puede concluir que:

- La producción de biomasa en planta entera no fue afectada por la densidad de población inicial.
- La acumulación de biomasa en planta entera fue mayor en *Desmanthus* y *Leucaena*.

- El aumento de la densidad de población incrementó el índice de área foliar para *Desmanthus* y *Leucaena*.
- *Clitoria* presentó la mayor relación hoja-tallo, pero una menor eficiencia para producción de biomasa.

V. PRODUCCIÓN DE BIOMASA AÉREA EN LEGUMINOSAS TROPICALES

5.1. Antecedentes.

La gran cantidad de biomasa vegetal que se produce en las regiones tropicales representa una importante fuente de alimento para animales en los sistemas ganaderos basados en el pastoreo (Lascano, 1991; Borowiecki, 2000), sin embargo durante los períodos con déficit de humedad, las gramíneas pierden rápida y progresivamente su valor nutricional (Araujo *et al.*, 1990).

El uso de leguminosas forrajeras significa una alternativa viable para mejorar la calidad y cantidad de los forrajes (Tergas *et al.*, 1983), ya que, además de su alto valor nutritivo, son capaces de fijar nitrógeno atmosférico, lo cual es benéfico cuando las praderas no son fertilizadas (Liu *et al.*, 2001). Esta fijación de nitrógeno se fundamenta en la simbiosis que se sucede en los pelos absorbentes de las raíces que han sido infectadas por bacterias del género *Rhizobium*, donde se forman conglomerados celulares denominados nódulos. El nitrógeno fijado de esta forma es aportado al suelo una vez envejecidas o muertas las raíces, donde es aprovechado por otras plantas, con lo que se reduce la necesidad de aplicar fertilizantes nitrogenados (Bogdan, 1997).

Dentro de este contexto la producción de materia seca es influenciada por el manejo a que son sometidas las plantas, y es reconocido que al reducir el período de rebrote debido a una mayor frecuencia de corte, se provoca una disminución en la producción de materia seca; pero se cosecha en mayor proporción tejidos vegetales en desarrollo, por lo que el contenido nutritivo del forraje es mayor. Lo anterior fue observado por Higuera *et al.* (1998) en *Cajanus*

cajan (L.) Millsp. y Angulo *et al.* (2005) en *Acacia mangium* Willd., quienes además indican que debe encontrarse un equilibrio entre cantidad y calidad de forraje.

A pesar de las características deseables que presentan las leguminosas, éstas no son utilizadas en gran escala, debido al desconocimiento en relación con la siembra, contenido de sustancias antinutricionales y su respuesta al manejo, por lo cual las asociaciones y los bancos de proteínas generalmente no perduran en el tiempo, debido a la aplicación de técnicas inadecuadas (Reátogui, 1990; Argel, 1996; Juárez, 2004).

Se debe tener en cuenta que las leguminosas en general se comportan con una tasa de crecimiento baja, dado que poseen un metabolismo que las hace poco eficientes en la conversión de CO₂ a compuestos carbonados necesarios para la formación de tejido y órganos en las plantas (Olivares *et al.*, 2005). En el caso particular de *Leucaena*, se ha demostrado que durante la época de lluvia, el rebrote registra crecimientos de hasta de 3.0 cm día⁻¹ (Sánchez, 1993).

Trujillo *et al.* (1996) señalan que cuando los factores ambientales se mantienen constantes, la altura y la frecuencia de corte son los factores más importantes en la producción de forraje de las especies tropicales. En este sentido, cabe señalar que debido a la manifestación de bajas tasas de crecimiento de las leguminosas, se requiere de un mayor tiempo de descanso entre cortes, ya que las defoliaciones frecuentes conducen a un descenso de reservas en la planta, debido a que estas son requeridas para respiración y

crecimiento, y por ello a una menor producción de forraje (Teague, 1989). También, Clavero *et al.* (1999) reportan que en *Gliricidia sepium* se obtuvieron los mejores rendimientos de materia seca con cortes cada 12 semanas, mientras que para *Cratylia argentea* Enríquez *et al.* (2003) determinaron que el mayor rendimiento de forraje se produjo con rebrotes mayores a 120 días.

Thipa *et al.* (1994) determinaron que *D. virgatus* presentó una respuesta cuadrática cuando fue cosechado con 30, 45 y 60 días de rebrote, produciendo 2.6, 2.9 y 2.5 t MS ha⁻¹ en el primer año de su crecimiento, mientras que en el segundo año, aunque el comportamiento fue similar, los rendimientos fueron menores. Así mismo, Gonzáles *et al.* (2003) reportaron que el rendimiento de materia seca en *Leucaena leucocephala* disminuyó en un 25.8% cuando se acortó la frecuencia de corte, de 49 a 21 días de rebrote, lo que permite afirmar que los mayores rendimientos se obtienen con frecuencias de cortes más largas. En este sentido, Clavero (1998) señala que este comportamiento está asociado a una disminución en la relación hoja-tallo.

Con base en lo anterior, el objetivo del presente experimento fue evaluar la dinámica en la producción anual de biomasa aérea y la composición botánica del forraje en leguminosas tropicales sembradas en el Noreste de México.

5.2. Materiales y métodos.

El experimento se realizó en las instalaciones de la Posta Zootécnica "Ing. Herminio García González" perteneciente a la Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, en Güemez, Tamaulipas, y para el estudio se utilizó el lote

experimental donde fue realizado el experimento para evaluar el crecimiento inicial de *L. leucocephala* var. Cuningham, *D. bicornotus* y *C. ternatea* var. Tehuana.

Al inicio del experimento todas las plantas del lote experimental fueron cortadas a 15 cm de altura, y para evaluar el rendimiento forrajero se tomaron muestras de forraje con 45 días de rebrote, cosechándose el forraje contenido en dos metros lineales por parcela. En el laboratorio de Producción Animal las muestras fueron separadas en hoja y tallo, y se secaron en estufa eléctrica a 60°C, hasta peso constante.

La toma de muestras se realizó en el período comprendido entre Septiembre de 2007 y Agosto del 2008, realizándose seis cortes evaluativos, sin incluirse la época de invierno, dado que en dicha época la producción de las plantas presentaron latencia en el crecimiento. Después de cada corte, la altura de las plantas en el lote experimental fue homogeneizada mecánicamente a 15 cm, e irrigada hasta capacidad de campo.

Con los datos obtenidos se calcularon los porcentajes de hoja y tallo, así como el rendimiento de materia seca en planta entera, hoja y tallo. Los datos obtenidos fueron evaluados estadísticamente con el análisis de varianza para un diseño en bloques completos al azar con arreglo de parcelas divididas, y la comparación de medias con Tukey al 0.05 de probabilidad.

5.3. Resultados y Discusión

5.3.1. Producción de materia seca

Al evaluar el rendimiento de materia seca para el período total del estudio, se determinó que *Leucaena* y *Desmanthus* presentaron la mayor producción (8,320.5 y 8,618.3 kg ha⁻¹, respectivamente), y superaron ($P < 0.01$) a *Clitoria* (5,270.4 kg ha⁻¹), lo que según Argel y Lascano (1998) se debe a que las leguminosas forrajeras con hábito de crecimiento arbustivo y arbóreo presentan un mayor rendimiento de materia seca que las de tipo herbáceas. Así mismo, el comportamiento anterior fue similar al reportado por Sosa *et al.* (2008), quienes obtuvieron los mayores rendimientos con especies de tipo arbustivo (*Cratylia argentea* y *Crotalaria juncácea*) cuando fueron cortadas cada 12 semanas, comparadas con especies de crecimiento herbáceo (*Clitoria ternatea* y *Vigna umbellata*).

También, la producción de materia seca varió conforme a la época del año, observándose que el mayor rendimiento para las tres leguminosas se registró en el verano (Figura 5.1), y menores en otoño y primavera. Esto coincide con lo reportado por Zárate (2003), quien señala que *Desmanthus bicornotus* presentó mayor rendimiento de materia seca en el verano (1,616.6 kg ha⁻¹). Dicho comportamiento se debe, según Hanna (1990), a que en las zonas tropicales uno de los factores más importantes que determinan el rendimiento de forraje es la estación del año, presentándose producciones más altas durante los meses de mayor longitud de día, toda vez que la radiación solar proporciona la energía requerida para el crecimiento del vegetal, energía que es aprovechada por las especies forrajeras tropicales para tener mayor acumulación de materia seca.

Al compararse la producción de materia seca entre las leguminosas evaluadas se observó una fluctuación a través de los cortes realizados en las diferentes épocas del año. No existiendo diferencias en la materia seca producida entre los genotipos en los cortes realizados en otoño, inicio de primavera, e inicio de verano, mientras que en el resto de las épocas del año *Clitoria* presentó una menor cantidad de materia seca producida mientras que *Leucaena* y *Desmanthus* mostraron rendimientos superiores (Figura 5.1)

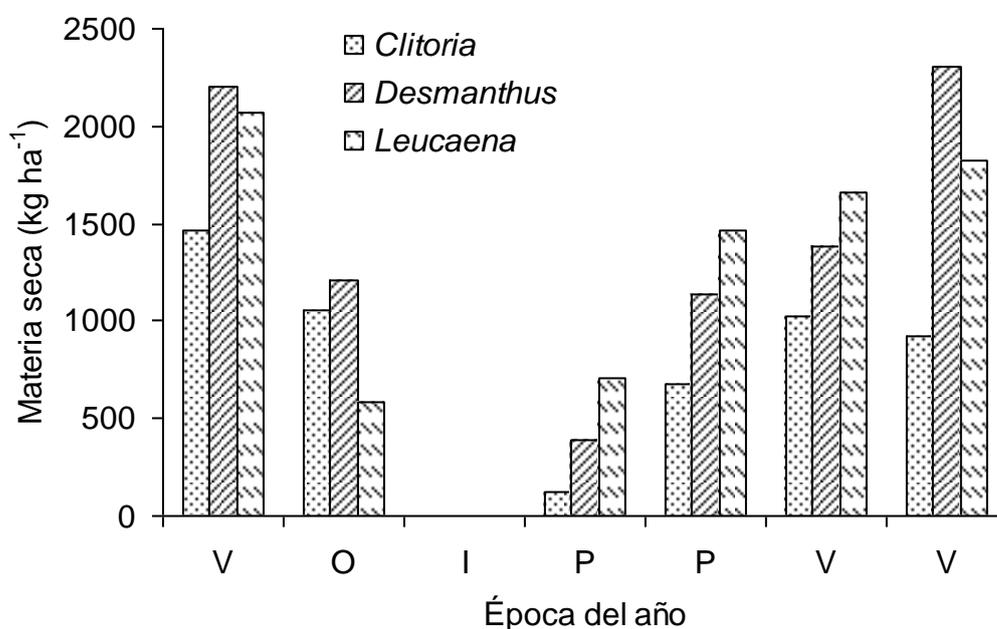
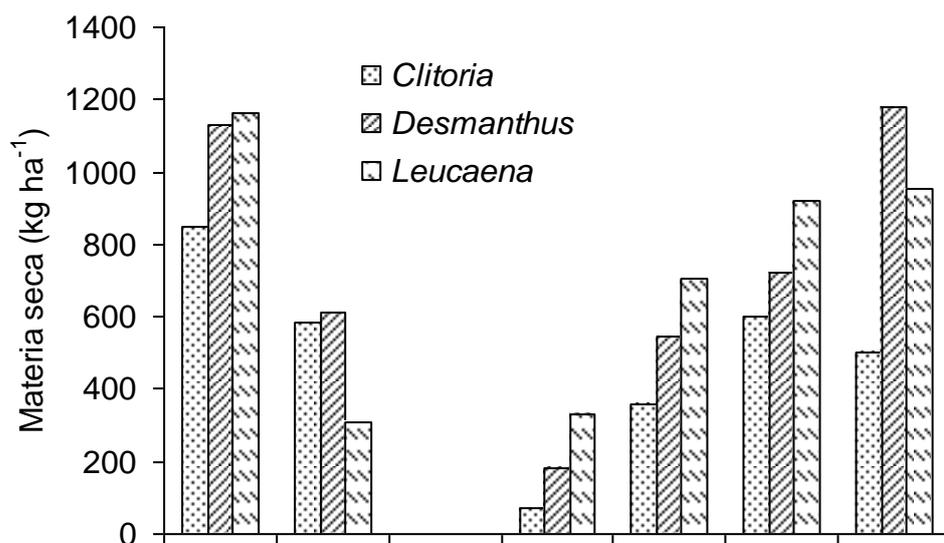
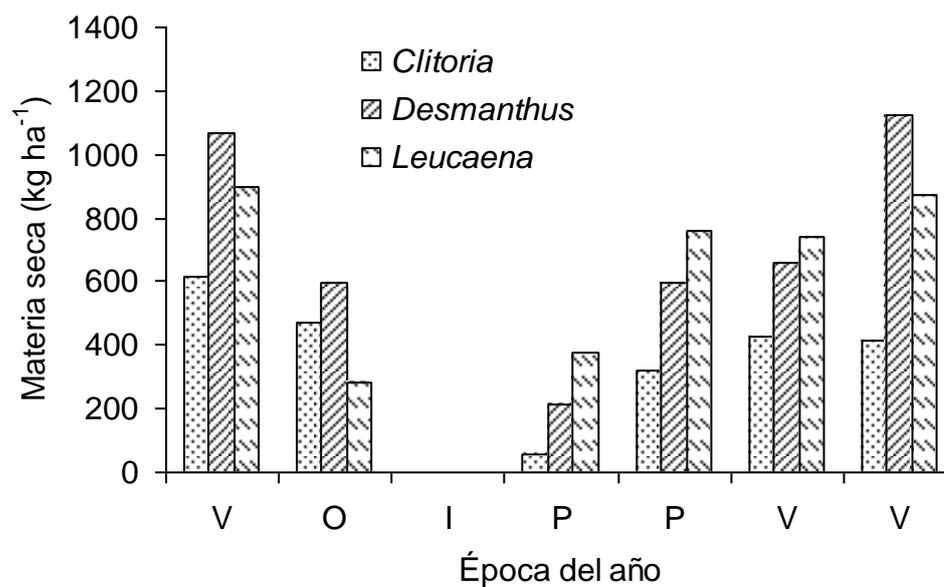


Figura 5.1. Producción de biomasa aérea de leguminosas tropicales durante las épocas del año, (V = verano; O = otoño; I = invierno y P = primavera).

En relación con el rendimiento de hoja en el forraje también se observó un comportamiento diferente con las estaciones del año, en las que los mayores rendimientos se observaron en verano (Figura 5.2a) y los menores en otoño y primavera. Un comportamiento similar fue observado para la producción de tallos (Figura 5.2b).



a) Hoja



b) Tallo

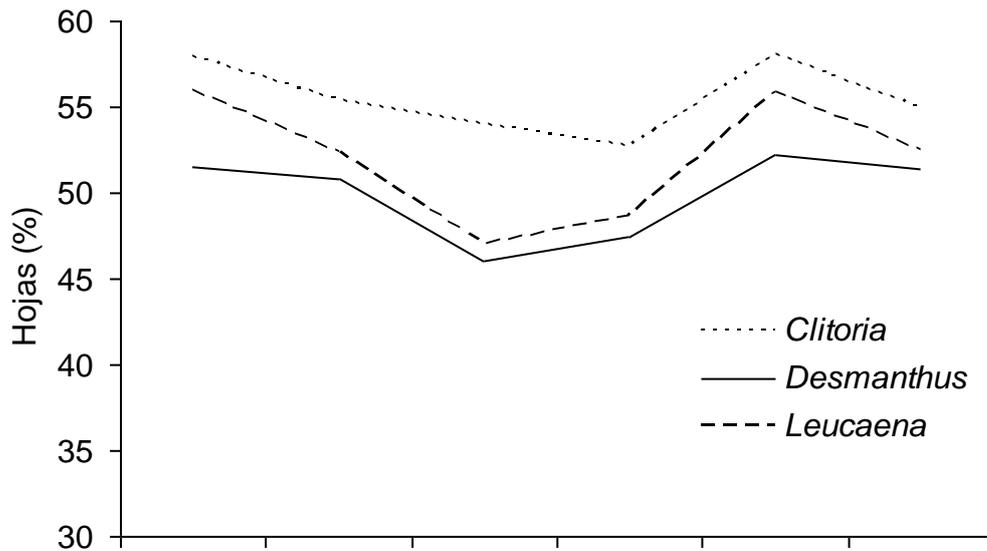
Figura 5.2. Producción de biomasa aérea de hoja y tallo en leguminosas tropicales durante las épocas del año (V = verano; O = otoño; I = invierno y P = primavera).

5.3.2. Composición botánica

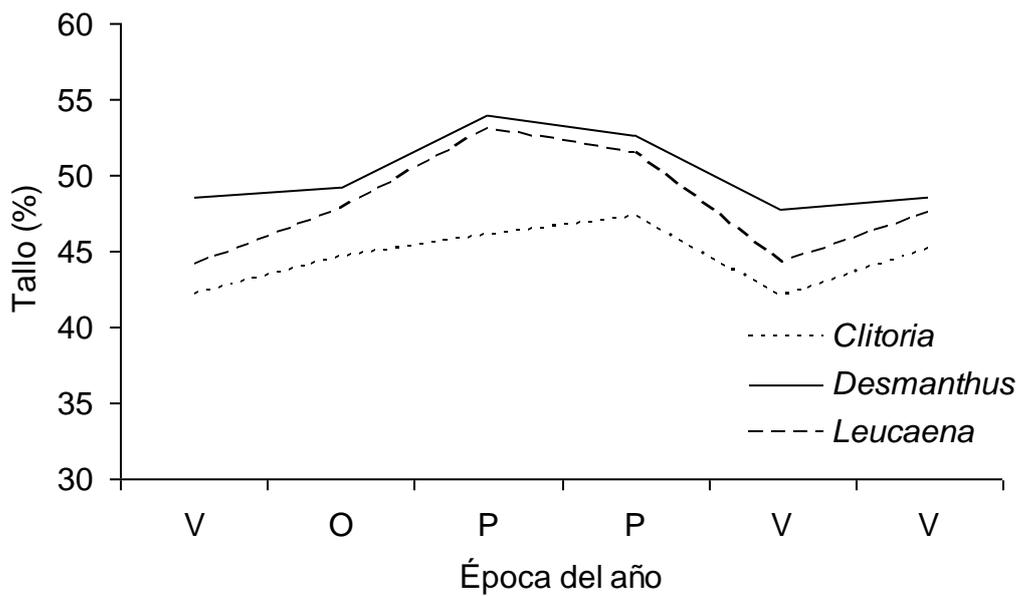
Los resultados mostraron un comportamiento diferente ($P < 0.01$) entre las leguminosas, con valores promedios de mayor magnitud en hoja para *Clitoria*

(55.5%), y similares entre *Leucaena* y *Desmanthus*, (52.0 y 49.9%, respectivamente). El comportamiento anterior se debe a que *Clitoria* por ser de crecimiento herbáceo presenta una menor acumulación de materia seca en el tallo, lo que permite que la materia seca acumulada en las hojas sea más influyente en la composición botánica y la materia seca total, esto no ocurre con las otras especies, ya que por tener hábitos de crecimiento arbóreos y arbustivos presentan mayor acumulación de materia seca en tallo.

Por otro lado, el comportamiento de las leguminosas fue diferente ($P < 0.01$) en las estaciones del año, observándose que el mayor porcentaje de hoja (Figura 5.3a) se presentó en verano y de tallo (Figura 5.3b) en primavera. Resultados similares a obtenidos por Zárate (2003) y Escamilla *et al.* (2002) en variedades de *Desmanthus spp.*, quienes reportaron que el porcentaje de hoja fue mayor al finalizar el verano. Sin embargo, los valores de esta relación encontrados por Zárate (2003) y Escamilla *et al.* (2002) (65% y 43 %, respectivamente) difieren de los resultados del presente trabajo (52%) debido principalmente a los diferentes sistemas de manejo establecidos en cada uno.



a) Hoja



b) Tallo

Figura 5.3. Porcentaje de hoja y tallo en leguminosas tropicales durante la época del año (V = verano; O = otoño y P = primavera).

5.4 Conclusiones

Por lo anterior discutido se concluye que:

- En las tres leguminosas, el mayor rendimiento de materia seca en planta entera y los mayores porcentajes de hojas se obtuvieron al final del verano.
- Para todas las épocas del año, *Clitoria* presentó el mayor porcentaje de hoja en la materia seca producida.

VI. USO DE LEGUMINOSAS TROPICALES EN DIETAS PARA CORDERAS DE PELO

6.1. Antecedentes

La alimentación de los rumiantes en regiones tropicales se basa en el uso de recursos forrajeros, que se caracterizan por marcadas fluctuaciones estacionales en cantidad y calidad (Lascano, 1991), lo que se manifiesta porque en los períodos de escasa precipitación y/o temperaturas bajas es imposible la renovación de las praderas, y los remanentes reducen rápidamente el valor nutricional debido al proceso de lignificación, lo que causa disminución en el consumo de forraje, y pérdida de peso en los animales (Minson, 1990). En este sentido, Combellas *et al.* (1999) señalan que con la utilización de sólo gramíneas tropicales, difícilmente se cumplan los requerimientos de los animales en etapas de alta demanda, como el crecimiento y lactación, obteniéndose índices productivos y reproductivos bajos.

Para reducir el efecto negativo cuando se usan forrajes de baja calidad, tradicionalmente se hace uso de la suplementación con base en alimentos concentrados, lo que en la actualidad resulta poco viable, debido al elevado costo. Así mismo, dada la capacidad de los rumiantes para la obtención de fuentes nutritivas a partir de especies vegetales, es conveniente establecer alternativas que permitan el aporte de nutrientes a bajo costo (Cáceres y González, 1996; Combellas, 1999).

Tomando en cuenta lo anterior, una alternativa viable es el uso de leguminosas con capacidad forrajera, ya que al incorporarlas en los sistemas ganaderos se reduce el costo de producción, se incrementa la estabilidad del

sistema, disminuyendo la dependencia externa de nitrógeno ya que este se obtiene por fijación biológica, y tienen un papel importante en la conservación de los ecosistemas agrícolas (Combella, 1999; Bustamante *et al.*, 2002; Soto, 2003).

Además de especies como alfalfa, que se utilizan en gran escala, en el trópico de México existe una gran variedad de especies nativas con potencial para ser incorporadas en los sistemas de producción con rumiantes (Ku *et al.*, 1998). Un ejemplo de lo anterior, es el caso de *Gliricidia sepium*, *L. eucaena leucocephala* y *Erithrina spp* que se utilizan como suplemento para los animales que se alimentan con gramíneas tropicales, mejorándose con ello el consumo y la digestibilidad de la materia seca. En este sentido Wilson y Lascano (1997) observaron que al incrementar el contenido de *Cratylia argentea* en la dieta de vacas lecheras, también se aumentó el consumo de materia seca por kilogramo de peso vivo de animal, lo que no sucedió cuando se utilizó alimento concentrado.

En el caso de las zonas tropicales, *C. ternatea* ha mostrado ser precoz y altamente productiva. En un ensayo realizado con bovinos, Bustamante *et al.* (2002) observaron que al incrementar el nivel de *Clitoria* en la dieta, el consumo de materia seca fue mayor, y reportan que al utilizar el 100% de la leguminosa, la producción de leche fue similar a la obtenida con el uso de concentrados, sin detrimento de la condición corporal del animal. También, Villanueva *et al.* (1996) reportan que al incluir 50% de *Clitoria* en el alimento balanceado para vacas en lactación, se redujo en 30% el costo de producción.

Olivares *et al.* (2005) indica que al incorporar leguminosas tropicales a los sistemas de producción ganadera, es necesario que estas presenten ventajas, tanto en términos nutricionales como de producción y versatilidad agronómica, es decir que su consumo por los animales produzca cambios positivos en la respuesta animal. En este sentido, Sánchez (1993) indica que en gramíneas tropicales el valor nutritivo es alto hasta los 30 días de la etapa de rebrote, presentándose una reducción importante con el inicio de la floración, incrementándose los niveles de fibra en el crecimiento posterior. Dicho autor señala que por el contrario, las leguminosas se caracterizan por presentar un alto valor nutritivo y mantenerlo al incrementarse la edad de la planta, como en el caso de *Leucaena*, en la que con períodos de rebrote de 85 y 125 días, el porcentaje de proteína cruda en el forraje se redujo de 28.1 a 24.4%.

Rosales (1998) y Olivares *et al.* (2005) señalan que las leguminosas presentan compuestos antinutricionales que pueden causar trastornos en los animales que las consumen. Uno de estos compuestos son los taninos, que tienen como característica la de formar complejos químicos con proteínas, polisacáridos, ácidos nucleicos, esteroides, alcaloides y saponinas, pero sus consecuencias en la alimentación animal no son bastantes claras.

En el caso de *Leucaena*, la mimosina es un compuesto que ha mostrado producir efectos negativos en los animales que consumen abundantes cantidades de forraje. En este sentido, Razz *et al.* (1992) reportan que en *L. leucocephala* a medida que se incrementó la edad y la altura de corte, disminuyó

su nivel de mimosina en el forraje. También, se ha observado que el efecto de la mimosina no es el mismo para todas las especies, ya que mientras en el caso de corderos que consumieron una dieta con 28% de *Leucaena* no se presentaron indicios de toxicidad (Mahecha *et al.*, 1998), ésta si se observó en aves con niveles del 5% (León *et al.*, 1991).

Debido a la importancia que representan las leguminosas en los sistemas de alimentación para el desarrollo de la ganadería ovina, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la inclusión de *Leucaena*, *Desmanthus* y *Clitoria* en la dieta de corderas de pelo, sobre la ganancia de peso, consumo de alimento y la eficiencia alimenticia.

6.2. Materiales y métodos

El experimento se realizó en las instalaciones de la Posta Zootécnica "Ing. Herminio García González" de la Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, en Güemez, Tamaulipas.

Para el experimento se utilizaron 20 corderas de pelo (Dorper - Kathadin), que provenían de un lote de producción de la citada Unidad Académica, y fueron seleccionadas teniendo en cuenta que no hubieran estado expuestas al semental y el peso vivo. Con base en lo anterior se conformaron cinco grupos de cuatro animales cada uno, con un peso promedio inicial por cordera de 24.5 kg.

Con el propósito de realizar un manejo individual de las corderas se utilizaron corraletas (1.0 x 1.5 m), construidas de malla y estructura metálica, con comedero y bebedero individuales, las que fueron colocadas bajo techo, con piso de concreto.

Todas las corderas fueron sometidas a un período pre-experimental de 10 días, donde recibieron una dieta similar a las utilizadas en el estudio, y en el que el concentrado fue incluido gradualmente hasta obtener el consumo requerido. El manejo señalado tuvo como finalidad que los animales modificaran gradualmente su flora microbiana y tener condiciones adecuadas para el aprovechamiento de las dietas experimentales. Así mismo, al inicio del experimento las corderas fueron vacunadas y tratadas para parásitos internos y externos, con la finalidad de tener condiciones de salud que permitiera a los animales expresar su capacidad para ganar peso.

Con base en los datos reportados por el NRC (1985) para energía metabolizable (EM) y proteína cruda (PC) se calculó una ración con 2.2 Mcal EM kg^{-1} de MS y 12.0% PC, para tener un incremento de peso por cordera de 150 g día^{-1} , quedando conformada como se muestra en el Cuadro 6.1. En el mismo cuadro se observa que los tratamientos experimentales fueron definidos por la sustitución total de salvado de trigo por las leguminosas *Alfalfa*, *Clitoria*, *Desmanthus* y *Leucaena*. De esta manera, el salvado de trigo y *Alfalfa* fueron incluidos como tratamientos referenciales para la evaluación del comportamiento producido por las leguminosas tropicales, dada la similitud en el contenido porcentual de PC.

El forraje de las leguminosas tropicales fue cosechado en lotes experimentales donde se evaluó el rendimiento de forraje y en el caso de alfalfa, se adquirió como henificado de la variedad CUF-101. Así mismo, a las leguminosas tropicales se les realizó una prueba en laboratorio para determinar el contenido de proteína cruda por el método de Kiedjal y de fibra cruda (Van Soest *et al.*, 1991).

Cuadro 6.1. Composición porcentual de las raciones experimentales utilizadas para evaluar el efecto de la inclusión de leguminosas tropicales en dietas de corderas de pelo.

Ingredientes*	Tratamientos experimentales				
	S**	A	L	D	C
Heno de buffel	50	50	50	50	50
Harinolina de algodón	10	10	10	10	10
Grano de sorgo molido	6	6	6	6	6
Melaza de caña	7	7	7	7	7
Premezcla*	2	2	2	2	2
Tratamientos experimentales					
Salvado de trigo	25	-	-	-	-
Alfalfa	-	25	-	-	-
<i>Leucaena</i>	-	-	25	-	-
<i>Desmanthus</i>	-	-	-	25	-
<i>Clitoria</i>	-	-	-	-	25

* % Base seca.

****S= Salvado de trigo, A= Alfalfa, L=Leucaena, D=Desmanthus y C=Clitoria.**

*****Premezcla de con minerales y vitaminas para ovinos.**

Durante todo el experimento, el alimento fue ofrecido diariamente (8.00 a.m.), colocando 2.0 kg de MS cordera⁻¹, lo que significo una disponibilidad del 8.0% del peso vivo inicial. De la misma manera, el agua se ofreció a libre acceso.

Con el propósito de determinar el comportamiento del peso de las corderas y su relación con el consumo de alimento, cada 10 días se pesaron individualmente las corderas, previo ayuno de 12 horas donde los animales no tuvieron acceso a alimento y agua. El incremento de peso diario fue determinado con la siguiente relación:

$$\text{Ganancia de peso diario (kg cordera}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Peso final (kg) - Peso inicial (kg)}}{\text{Duración del período(día)}}$$

La cantidad de materia seca consumida diariamente por cordera fue determinada pesando el alimento ofrecido y rechazado en cada período de pesaje, secándose muestras representativas a 65°C en estufa eléctrica hasta peso constante. El cálculo del consumo de materia seca es referido como cantidad de materia seca consumida por día. El cálculo se realizó mediante la siguiente relación:

$$\text{Consumo diario de alimento (kg MS día}^{-1}\text{ cordera}^{-1}\text{)} = \frac{\text{MS ofrecida(kg) - MS rechazada (kg)}}{\text{Duración del período(días)}}$$

Considerando los datos determinados para la ganancia diaria de peso y el consumo de materia seca, se calculó la eficiencia alimenticia:

$$\text{Eficiencia alimenticia (kg MS kg}^{-1}\text{ aumento)} = \frac{\text{Consumo diario de alimento (kg MS día}^{-1}\text{ cordero}^{-1})}{\text{ganancia diaria de peso (kg día}^{-1}\text{ cordero}^{-1})}$$

Los datos obtenidos para ganancia diaria de peso, consumo de alimento y eficiencia alimenticia fueron analizados estadísticamente con el análisis de varianza y contrastes ortogonales para un diseño completamente al azar (Martínez, 1998; Herrera y Barreras, 2000), utilizando el software de SAS (SAS, 1998). Los contrastes realizados fueron:

$$\text{Ef(S)} = \frac{\text{Ef(A)} + \text{Ef(L)} + \text{Ef(D)} + \text{Ef(C)}}{4}$$

$$\text{Ef(A)} = \frac{\text{Ef(L)} + \text{Ef(D)} + \text{Ef(C)}}{3}$$

$$\text{Ef(C)} = \frac{\text{Ef(L)} + \text{Ef(D)}}{2}$$

$$\text{Ef(D)} = \text{Ef(L)}$$

6.3. Resultados y discusión

6.3.1. Ganancia de peso

Los resultados mostraron que no existió diferencia ($P > 0.05$) en la ganancia de peso de las corderas que recibieron las raciones con salvado de trigo y aquellas en las que éste fue sustituido por las leguminosas (Figura 6.1). Lo anterior muestra que desde el punto de vista biológico es factible la utilización de leguminosas como suplemento proteínico en la alimentación de corderas de pelo. Un comportamiento similar es reportado por Combellas *et al.* (1999), en

corderas suplementadas con heno de *Leucaena* y harina de ajonjolí.

Las ganancias de peso similares entre las leguminosas de clima templado (alfalfa) y las de clima tropical (*Clitoria*, *Desmanthus* y *Leucaena*) son atribuibles, según Van Soest (1982), a la similitud en la digestibilidad de la materia seca de estas leguminosas. Lo anterior se manifiesta como una ventaja, debido a que en el trópico no siempre es posible encontrar condiciones agroclimatológicas para el cultivo de alfalfa, mientras que *Clitoria*, *Desmanthus* y *Leucaena* presentan características de adaptación a las condiciones tropicales, por lo que son más factibles de ser incorporadas en los sistemas de producción con rumiantes en el Noreste de México.

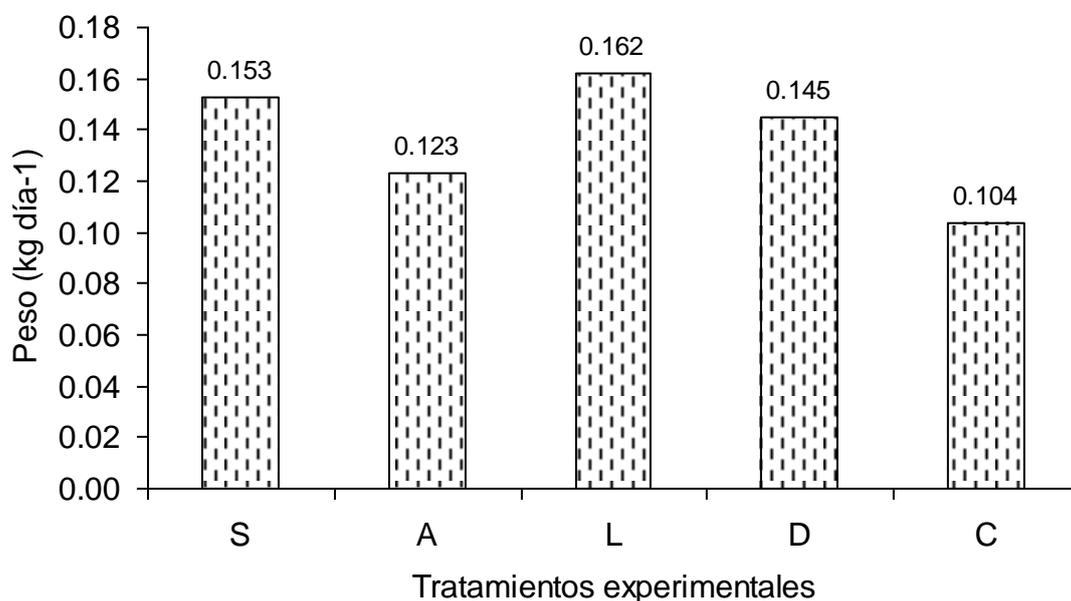


Figura 6.1. Ganancia diaria de peso en borregas de pelo con distintos tratamientos Salvado (S), Alfalfa (A), *Leucaena* (L), *Desmanthus* (D), y *Clitoria* (C).

Al establecer una comparación en el comportamiento producido por la inclusión de leguminosas tropicales en la dieta de corderas de pelo, las especies *Leucaena* y *Desmanthus* produjeron incrementos superiores cuando se compararon con *Clitoria*, lo que es atribuible a las diferencias en valor nutritivo del forraje (Cuadro 6.2), las que tuvieron origen en el hecho de que para *Leucaena* y *Desmanthus* solamente se incluyó hoja, mientras que para *Clitoria* se utilizó la totalidad de la parte aérea de la planta (hoja y tallo). Al respecto, Buxadé (1995) señala que las hojas contienen mayor cantidad de materia nitrogenada que el tallo y menor proporción de carbohidratos estructurales y de sustancias indigestibles, por lo que la relación hoja-tallo modificó la composición química de la dieta.

Cuadro 6.2. Composición nutritiva del heno de leguminosas.

	PC	FDN	FDA	Lig	Cel	Hemi
	%					
Leguminosas						
a) Tropicales						
<i>Clitoria</i>	14.4	41.8	29.5	5.3	24.1	12.3
<i>Desmanthus</i>	19.7	40.4	11.2	4.6	6.5	6.2
<i>Leucaena</i>	21.2	40.3	17.8	6.0	11.8	22.5
b) Templadas						
Alfalfa*	19.4	40.9	30.4	8.5	21.7	11.4

PC = proteína cruda; FDN = fibra detergente neutra; FDA = fibra detergente ácida; Lig = lignina; Cel = celulosa; Hemi = hemicelulosa.

*NRC (1985).

Así mismo, las ganancias de peso obtenidas en este experimento (Figura 6.1) son similares a las reportadas por Palma y Huerta (1999) quienes evaluaron la inclusión de *Leucaena* en dietas para corderos, con la cual

obtuvieron ganancias de 170.0 g cordero⁻¹ día⁻¹. También, Espinoza *et al.* (2001), determinaron que la ganancia diaria de peso fue mayor en corderos que ramonearon dos horas diarias en un banco de proteína de *L. leucocephala*, obteniendo una ganancia diaria de peso de 116 g.

6.3.2. Consumo de alimento

El consumo de materia seca por cordera solo manifestó diferencia ($P < 0.01$) al comparar las leguminosas tropicales, determinándose que las raciones que contenían *Leucaena* y *Desmanthus* fueron consumidas en mayor cantidad que las que incluyeron *Clitoria* (Figura 6.2), esto puede deberse según Hodgson (1994) a que esta última especie contenía tallos en la ración, los que presentan una estructura distinta a la de hoja y son digeridos más lentamente.

Así mismo Castro *et al.* (2007) reportaron que las dietas que contenían hojas de *Leucaena* en su composición, presentaron el mayor consumo por borregos, que aquellas que contenían otros concentrados proteínicos. Lo anterior coincide con lo reportado por Toral *et al.* (1996), Massama *et al.* (1997) y Crespo (2007), quienes determinaron que *Leucaena* fue la especie más consumida por rumiantes en pastoreo o que la recibieron como suplemento y que el efecto benéfico se incrementó al hacerlo el nivel de la leguminosa en la dieta.

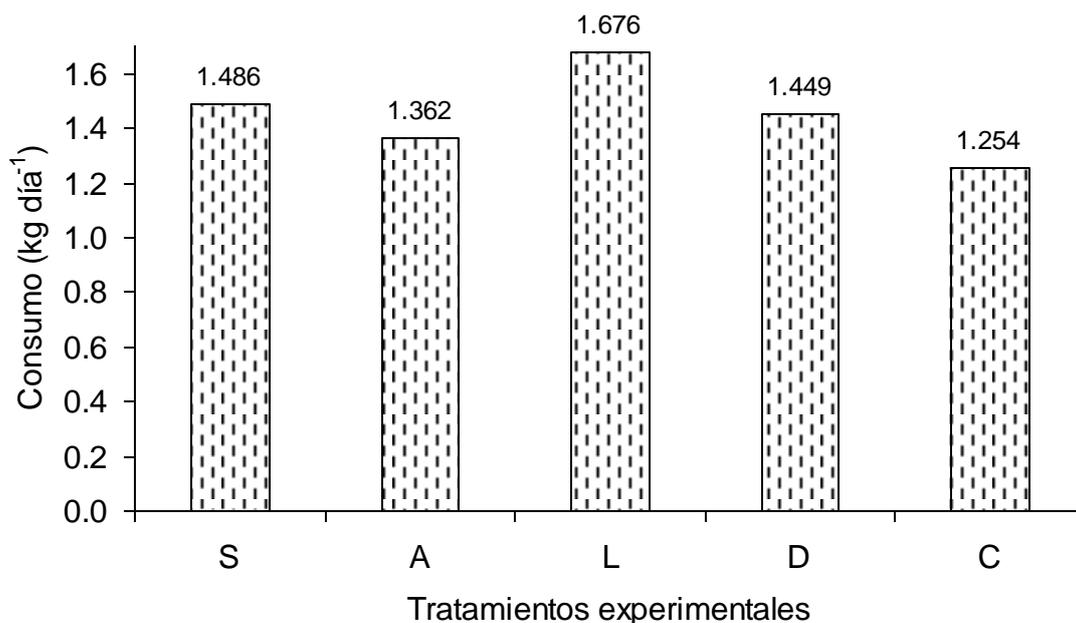


Figura 6.2 Consumo diario en borregas con distintos tratamientos Salvado (S) Alfalfa (A), *Leucaena* (L), *Desmanthus* (D) y *Clitoria* (C).

6.3.3. Eficiencia alimenticia

Al comparar la eficiencia alimenticia no se observó diferencia entre los tratamientos evaluados con conversiones promedio de 10.6 kg MS kg⁻¹ de aumento obtenido, con lo que se corrobora la factibilidad de incluir leguminosas tropicales en dietas, sustituyendo subproductos industriales con alto contenido proteico o leguminosas de zonas templadas.

Los valores encontrados para la eficiencia alimenticia en este experimento (Figura 6.3) son superiores a los obtenidos por Bartolomé (1988), quien reporta conversiones de 4.8 a 7.0 kg MS por kg de aumento en corderos alimentados con dietas que contenían heno de alfalfa entre 25 y 95% de la ración, y Michailos *et al.* (2001) al incorporar 30% de *Gliricidia septum* en la dieta de corderos, con eficiencia alimenticia de 6.0 kg.

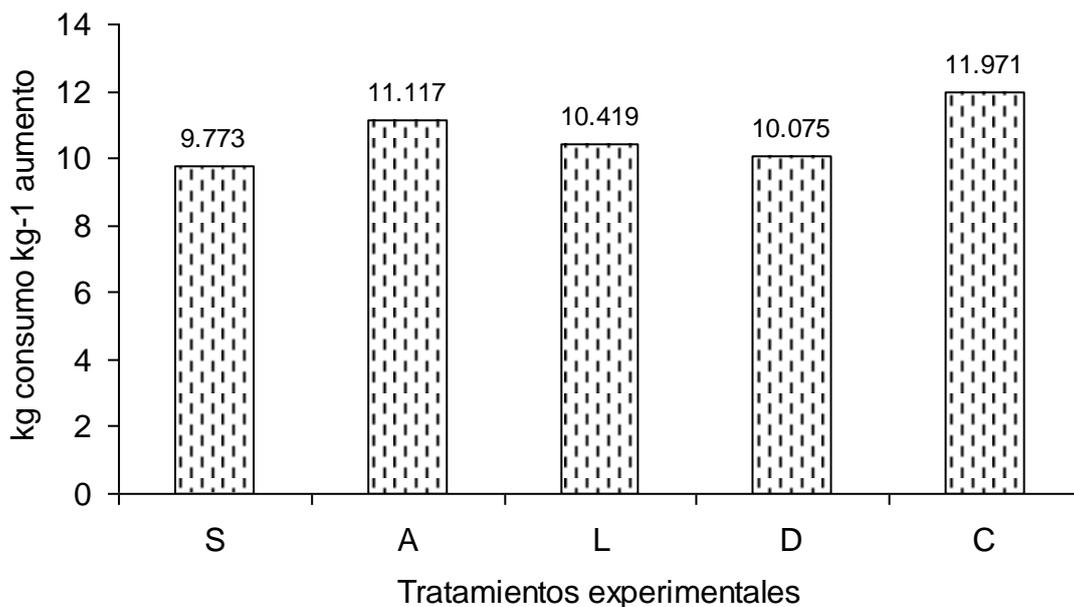


Figura 6.3. Eficiencia alimenticia en borregas con distintos tratamientos Salvado (S), Alfalfa (A), *Leucaena* (L), *Desmanthus* (D) y *Clitoria* (C).

Cabe señalar que la magnitud de valores obtenidos para la eficiencia alimenticia fueron determinados por el valor nutricional del henificado de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* var. H-17) incluido como la mayor proporción en las raciones (50%).

6.4. Conclusiones

Con base en lo anteriormente discutido se concluye que:

- Las leguminosas tropicales pueden ser incorporadas favorablemente en la dieta de corderas de pelo.
- La inclusión de *Leucaena* y *Desmanthus* en la dieta de las corderas produjo incrementos de pesos similares a los obtenidos con el uso de salvado de trigo.

- La inclusión de *Leucaena* y *Desmanthus* incrementó el consumo de materia seca en dietas para corderas de pelo.
- La eficiencia alimenticia fue similar al incluir leguminosas tropicales, que la obtenida en raciones con alfalfa y salvado de trigo.

VII. LITERATURA CITADA

- Abarca, S.M., L.T. Mannelje, M. Ibrahim y M. Franco. 1999. Parámetros de fermentación ruminal de animales en pasturas mezcladas gramíneas-leguminosa para el trópico húmedo de Costa Rica. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*. 16: 548-552.
- Adjei, M.B., and W.D. Pitman. 1993. Response of *Desmanthus* to clipping on a phosphatic clay mine-soil. *Tropical Grasslands*. 27:94–99.
- Allen, O.N. and E.K. Allen. 1981. *The leguminosae. A source book of characteristics, uses and nodulation*. The University of Wisconsin Press. Madison. Wisconsin. USA. 227 p.
- Andrade, R.P. y J.E. Ferguson. 1991. La calidad de la semilla en el establecimiento de las pasturas. En: Lascano C. E. y J. M. Spain (Eds.) *Establecimiento y Renovación de Pasturas. Conceptos, Experiencias y Enfoque de la Investigación*. CIAT. Cali, Colombia. pp. 19-58.
- Angulo, J., I. Rodríguez y L. Mahecha. 2005. Producción y calidad de follaje de *Acacia manigium* Willd bajo tres frecuencias de corte en dos épocas del año. *Livestock Research for Rural Development*. Colombia.
www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/5/angu17052.htm
- Araújo F., J.A., E.R. Leite e R.C. Mesquita. 1990. Dieta e desempenho de caprinos em bancos de proteína na região de Sobral, Ceará. EMBRAPA/CNPC. Brasil. 14 p.
- Argel, J.P. 1996. Contribución de las leguminosas forrajeras tropicales a la producción animal en sistemas semi-intensivos de pastoreo. *Pastoreo intensivo en zonas tropicales*. Foro Internacional. Banco de México.

FIRA. Veracruz, México.

Argel, P.J. y C.E. Lascano. 1998. *Cratylia argentea* (Desvaux) O Kuntze: una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas subhúmedas tropicales. *Pasturas Tropicales*. 20:37-43.

Atencio, L., R. Colmenares, M. Ramírez V. y D. Marcano. 2003. Tratamientos pregerminativos en Acacia San Francisco (*Peltophorum pterocarpum*) Fabaceae. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*. 20:63-71.

Ávila, C., J.A. Ortega S., y M.A. Flores 1992. Efecto de la escarificación con agua en la germinación de semillas de *Desmanthus virgatus* (L) Willd. Reunión Nacional de Investigación pecuaria. p. 26.

Barreto, L.A. 1988 *Leucaena leucocephala*. Leguminosa forrajera promisoría para el estado de Guarico. FONAIAP DIVULGA 29. www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd29/texto/laucaena.htm

Barro, C. and A. Ribeiro. 1983. The study of *Clitoria ternatea* L. hay as a forage alternative in tropical countries. Evolution of the chemical composition at four different growth stages. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 34:780-782.

Bartolomé B., J.P. 1988. Destete precoz de corderos. II. Engorda de corderos en confinamiento con niveles de heno de alfalfa en la ración. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Chillán, Chile. 54 p.

Baruch, Z. y M.J. Fisher. 1991. Factores climáticos de competencia que afectan

el desarrollo de la planta en el crecimiento. En: Establecimiento y renovación de pasturas. Conceptos, Experiencia y Enfoques de la Investigación. Red de Investigación y Evaluación de Pastos Tropicales. CIAT. Colombia. pp. 103-142.

Benavides, G.T. 1989. Experiencia en el manejo de producción de zacate buffel y otras opciones en el Norte de Nuevo León. Manejo de Pastizales 3:33-39.

Bogdan, A.V. 1997. Pastos Tropicales y Plantas de Forrajes (Pastos y Leguminosas). Primera edición. AGT Editor S.A. México, D.F. 480 p.

Bolio O., R.E., P.E. Lara L., M.A. Magaña M. y J.R. Sanginés G. 2006. Producción forrajera del tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*) según intervalo de corte y densidad de siembra. Técnica Pecuaria en México. 44:379-388.

Borowiecki, J. 2000. Legume-grass mixture in the field forage production. Postepy Nauk Rolniezych (Poland). 1:83-94.

Bustamante G., J.J., J.F. Villanueva A., J.A. Bonilla C., y J.V. Rubio C. 2002. Utilización del heno de clitoria (*Clitoria ternatea* L.) en la alimentación de vacas Suizo pardo en lactación. Técnica Pecuaria en México. 42:477-487.

Buxadé C., C. 1995. Alimentos y Racionamientos. Madrid, España. Mundi-Prensa. pp. 17-25.

Cáceres, O., y E. González. 1996. Valor nutritivo del follaje de árboles y arbustos tropicales. II *Leucaena leucocephala* cv. CNIA-250. Pastos y Forrajes 19:277-281.

Cadisch, G., R.M. Schunke and K.E. Giller. 1994. Nitrogen cycling in a pure pasture and grass-legume mixture on a red latosol in Brazil. Tropical

- Grasslands. 28:43-52.
- Camero R., L. A. e I. Muhammad A. 1995. Bancos de Proteína de Poró (*Erythrina berteroana*) y Madero Negro (*Gliricidia sepium*). Agroforesteria en las Américas. Costa Rica. 2:31-33.
- Cantú, J.E. 1989. Apuntes de Cultivos Forrajeros. Departamento de Fitomejoramiento. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México. pp. 7-8.
- Castro, K. J., G.M.B. Moreno, M.A.B. Cavalcante, J.N.M. Neiva, M.J.D. Cândido, H.A.V. Carneiro e P.M.L. Cidrão. 2007. Consumo de nutrientes e desempenho produtivo de ovinos alimentados com dietas orgânicas. Revista Archivos de Zootecnia. Universidad de Córdoba. España. 214:203-214.
- Cernuda J., J. 1995. Características de crecimiento vegetativo y su relación con la reproducción en variedades de *Desmanthus virgatus* (L) Willd. Tesis de Maestría en Producción Animal Tropical. División de Estudios de Posgrado. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria, Tamaulipas. 96 p.
- Clavero, T. 1998. Alternativa para la alimentación animal. *Leucaena leucocephala*. Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. La Universidad del Zulia, Venezuela. p. 78.
- Clavero, T., R. Razz y A. Rodríguez P. 1999. Efecto de la densidad de siembra y la frecuencia de corte sobre la producción de biomasa y energía bruta en *Gliricidia sepium*. Revista de la Facultad de Agronomía. Venezuela. 1:226-230.

- Clement, A., J.K. Ladha and F.P. Chalifour. 1998. Nitrogen dynamics of various green manure species and the relationship to lowland rice production. *Agronomy Journal* 90:149-54.
- Combellas, J. 1999. Comportamiento productivo de ovejas West African pastoreando pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y leucaena (*Leucaena leucocephala*). *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*. 16:204-210.
- Combellas, J., L. Ríos, A. Osea y J. Rojas. 1999. Efecto de la suplementación con follaje de leguminosas sobre la ganancia en peso de corderas recibiendo una dieta basal de pasto de corte. *Revista de la Facultad Agronomía (LUZ)*. 16: 211-216.
- Córdoba, B.A. 1986. Estudio de empacado de *Clitoria ternatea* L. bajo riego a diferentes etapas fenológicas y tres tiempos de deshidratado. Informe Anual de Resultados. Campo Agrícola Experimental Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. INIFAP-SAGAR. México.
- Córdoba, B.A., y Z.R. Ramírez. 1993. Conchita azul *Clitoria ternatea* cv tehuana, leguminosa forrajera para el Istmo de Tehuantepec. Folleto técnico N°2. CIR-PS. Campo Experimental Istmo de Tehuantepec INIFAP-SAGAR. México.
- Córdoba, A. y A. Ramos. 1993. Efecto del intervalo de pastoreo de la carga animal sobre la persistencia de la asociación *Digitaria decumbens/Clitoria ternatea* linn. bajo riego. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. 16 p.
- Córdoba, A., A. Peralta y A. Ramos. 1987. Producción estacional de la asociación *Digitaria decumbens / Clitoria ternatea* con tres cargas

- animales y dos sistemas de utilización. *Pasturas Tropicales*. 9:27-31.
- Corral, R., J.M. Pita and Y. Pérez G. 1990. Some aspects of seed germination in four species of *Cistus* L. *Seed Science and Technology*. 18:321-325.
- Crespo C., M. 2007. Características agronómicas, composición química y selectividad ingestiva por ganado ovino de tres leguminosas arbustivas: *Cratylia argentea* (Desv.) Kunze, *Calliandra calothyrsus* Meisn. y *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. Tesis de Maestro en Ciencias. Recinto Universitario de Mayagüez. Universidad de Puerto Rico. 56 p.
- Crosthwaite, I. and W. Edwards. 1998. Sowing legumes into grass pasture. Department of Primary Industries. Queensland Beef Industry Institute
- Cruz C., G. 2005. Productividad forrajera en asociaciones de huizachillo y zacate buffel. Tesis de Maestría en Ciencias en Producción Animal tropical. Unidad académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria, México. 70 p.
- Dasthagir, M.G. and K.K. Suresh 1990. Fodder production under fruit trees in a hortipastoral system. *My forest*. 26:8-12.
- De Carvalho, J.H. and H.B. De Mathus. 1974. *Desmanthus virgatus* a promising forages legumes for dry regions. *Zootecnia*. 12:171-176.
- DeHaan, L.R., N.J. Ehlke, C.C. Sheaffer, R. Dehaan, and D.L. Wyse. 2003. Evaluation of diversity among and within accessions of Illinois bundleflower. *Crop Science*. 43:1528–1537.
- De la Garza, F. y A. Saldívar. 1996. Evaluación bromatológica de leguminosas con potencial forrajero para el estado de Tamaulipas. En: XII Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. SOMMAP. Zacatecas. Zacatecas. México. 23 p.

- Diannelis, U. y C. Dávila. 1995. Leucaena una alternativa forrajera en la zona Sur del lago Maracaibo. Universidad de los Andes. FONAIAP Divulga 48. <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd48/texto/leucaena.htm>
- Dias S., A. e L. Brandão F. 2006. Superação de dormência e metodologias para testes de germinação em sementes de *Trifolium riograndense* Burkart e *Desmanthus depressus* Humb. Revista Brasileira de Sementes. 28:29-36.
- Duguma, B., B. Kang and D. Okali 1988. Factors affecting germination of leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit) Seed. Seed Science and Technology. 16:489-500.
- Eguiarte, J.A., A. González y R. Hernández. 1993. *Leucaena* o huaje. Recomendaciones para su establecimiento y manejo. CIPEJ, INIFAP, SAGAR No. 8. México.
- Elizondo, J. y C. Boschini. 2003. Valoración nutricional de dos variedades de maíz usadas en la producción de forraje para bovinos. Pastos y Forrajes. 26:347-353.
- Enríquez Q., F.J., N.F. Meléndez, y A.E. Bolaños. 1999. Tecnología para la Producción y Manejo de Forrajes Tropicales en México. INIFAP. Libro Técnico No. 7. México. 261 p.
- Enríquez Q., J.F., A. Hernández G., J. Pérez P., A.R. Quero C. y J.G. Moreno C. 2003. Densidad de siembra y frecuencia de corte en el rendimiento de *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze en el Sur de Veracruz. Técnica Pecuaria en México. 41:75-84.
- Escamilla G., O.S., P. Zárate F., A. Saldívar F., E. Gutiérrez O., J.C. Martínez G. y F. Briones E. 2002. Rendimiento de forraje en praderas mixtas de zacate bermuda Tifton 68 y huizachillo pastoreadas por ovinos Pelibuey.

- En: II Taller sobre Sistema de Producción Ovina del Noreste y Golfo de México. Universidad Autónoma de Tamaulipas.
- Espinoza, F., C. Aranque., L. León., H. Quintana y E. Perdomo. 2001. Efecto del banco de proteína sobre la utilización de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en pastoreo con ovinos. *Zootecnia Tropical*. 19:307-318.
- Espinoza, F., P. Argenti, J.L. Gil, L. León y E. Perdomo. 2001. Evaluación del pasto king grass (*Pennisetum purpureun* cv. king grass) en asociación con leguminosas forrajeras. *Zootecnia Tropical*. 19:59-71.
- Espinoza T., E., M.C. Mendoza C. y J. Ortiz C. 2004. Producción de mazorca por plantas en poblaciones ahijadoras de maíz bajo dos densidades de población. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 27:19-21.
- Espinoza, F., A. Torres y D. Urbano. 2006. *Leucaena leucocephala*: especie arbórea multipropósito en sistemas agroforestales. En: Simposio – Taller Experiencias en agroforestería ejecutadas o en procesos por INIA. Maracay. pp 146-173.
- www.ceniap.gov.ve/pbd/Congresos/agroforesteria/Tabla%20de%20contenido.htm
- Estrada C., E., J.A. Villareal Q. y E. Jurado. 2005. Leguminosas del Norte del Estado de Nuevo León, México. *Acta Botánica Mexicana*. 73:1-18.
- Eusse, B.J. 1994. Pastos y Forrajes Tropicales. 3a edición. Banco Ganadero, Santa Fé de Bogotá, D.C., Colombia. pp. 320-420.
- Fantz, P.R. 1990. *Clitoria* (*Leguminosae*) taxonomy of ornamental plant utilizing micromorphological and micromorphological characters. *Antillarum Mocosa*. 6:152-166.
- Faría M., J., L. García A, y B. González 1996. Métodos de escarificación de

- cuatro leguminosas forrajeras tropicales. Nota técnica. Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ). 13: 573-579.
- Fariña, J., M.V. Damelys S. y R. Silva A. 1997. Escarificación química de semillas de tres especies de *Centrosema* para sabanas bien drenadas. Zootecnia Tropical. 15:221-237.
- Febles, G. y G. Navarro. 1980. Producción de Semillas de Gramíneas y Leguminosas. En: Los Pastos en Cuba. Tomo I. Producción. EDICA. La Habana. pp. 469-533.
- Flores, A.J. y R. Schultze-Kraft. 1994. Recolección de recursos genéticos de leguminosas forrajeras tropicales en Venezuela. Agronomía Tropical. 44:357-371.
- Fischbach, J.A., P.R. Peterson, C.C. Sheaffer, N.J. Ehlke, J. Byun, and D.L. Wyse. 2005. Illinois Bundleflower forage potential in the Upper Midwestern USA: I. Yield, regrowth, and persistence. Agronomy Journal. 97:886–894.
- Galgal, K.K., H.M. Shelton, B.F. Mullen and R.C. Gutteridge. 2006. Animal production potential of some new *Leucaena* accessions in the Markham valley, Papua New Guinea. Tropical Grasslands. 40:70-78.
- Gardner, F.P., R.P. Brent, and R.L. Mitchel. 1985. Physiology of Crop Plants. Iowa State University Press. First Edition. USA. 325 p.
- Gómez, E. 1992. Producción de semilla de *Clitoria ternatea* (L.) bajo diferentes densidades de siembra y distancia entre surcos. Tesis de Maestría en Ciencias en Producción Animal Tropical. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Ciudad Victoria. Tamaulipas. México. 60 p.

- González M., H. y L.C. Fierro. 1985. Estado actual de los pastizales y posibles soluciones para la ganadería del Norte de México. En: Manejo y Transformación de Pastizales. R de Luna, J.G. Medina y L.C. Fierro (eds.). SEDUE. Saltillo, Coahuila. México. pp. 31-43.
- González, Y. y F. Mendoza. 1995. Efecto del agua caliente en la germinación de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. Pastos y Forrajes. 18:59-65.
- González, M.S., L.M. Van Heurck, F. Romero, D.A. Pezo y P.J. Argel. 1996. Producción de leche en pasturas de Estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) solo y asociado con *Arachis pintoii* o *Desmodium ovalifolium*. Pasturas Tropicales. 18: 2-12.
- González, I., J. Faría M., D. Morillo, O. Mavarez, N. Noguera y E. Fuenmayor. 2003. Efecto de frecuencias de riego y corte sobre el rendimiento de materia seca en *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit. Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ). 20:364-375.
- Graham, W.G., R.L. Clem, J. May, F. J. Porter, M.F. Quirk and C.M. Warrian. 1991. *Desmanthus virgatus* a summer legume for clay soil. Tropical Grasslands. 25:239-246.
- Grichar, W.J., W.R. Ocumpaugh, A. Abrameit, M.A. Hussey, M.K. Owens, N.J. Rahmes, L.E. Reed, J.L. Reilley, M.A. Sanderson and D.C. Sestak. 1998. Adaptation of *Desmanthus virgatus* to South Texas. In: Proceedings of American Forages and Grassland Council. M. Phillips (ed.). Indiana. USA. pp. 46-49.
- Guenni, O., D. Cameron, †L. A. Ede y C. Rose. 2000. Variación en el crecimiento dentro de *Stylosanthes hamata* como respuesta a la temperatura y expansión del área foliar. Agronomía Tropical. 50:361-390.

- Hanna, W.W. 1990. Mejoramiento genético de zacates tropicales. En: IV Conferencia Internacional sobre Ganadería Tropical. Variedades forrajeras para Tamaulipas. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria, Tam. México. pp. 31-36.
- Hernández, S.R., O.P. Jaime., J.G. Régul y H. Elías. 2005. Manejo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas para pastoreo en el trópico. Revista Electrónica REDVET.
www.veterinaria.org/revista/redvet/n050505.htm
- Herrera, H.J. y S.E. Barreras. 2000. Manual de Procedimientos. Análisis estadístico de experimentos pecuarios. Colegio de Postgraduados. México. 119 p.
- Hess, H.D., H. Flores., E. González y M. Ávila. 1992. Efecto del nivel de nitrógeno amoniacal en el rumen sobre el consumo voluntario y la digestibilidad *In Situ* de forrajes tropicales. Pasturas Tropicales. 21:15-30.
- Hess, H.D. y C.E. Lascano. 1997. Comportamiento del consumo de forraje por novillos en pasturas de gramínea sola y asociada con una leguminosa. Pasturas Tropicales. 19: 12-20.
- Higuera, A., A. Castillo, C. García, I. Soto, L. Sandoval y R. Lobo. 1998. Efecto de la frecuencia y altura de corte sobre el rendimiento y calidad de forraje de diferentes variedades de Quinchoncho *Cajanus cajan* (L.) Millsp. Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ). 15:188-189.
- Hodgson, J. 1994. Manejo de Pastos teoría y práctica. Editorial Dianna, S. A. México. pp. 78-91.
- Holmann F., L. Rivas, J. Carulla, B. Rivera, L.A. Guiraldo, S. Guzmán, M. Martínez, A. Medina and A. Farrow. 2003. Evolution of Milk Production

- System in Tropical Latin America and interrelationship with Markets: An Analysis of the Colombian Case. Livestock Research for Rural Development. www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/9/holm159.htm
- ISTA. 1999. Reglas Internacionales para Ensayos de Semillas. Ensayo topográfico al Tetrazolio. Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería. España.
- Jones, R.M., H.G. Bishop, R.L. Cem, M.J. Conway, B.G. Cook, K Moore and B.C. Pengelly. 2000. Measurements of nutritive value of range of tropical legumes and their use in legume evaluation. *Tropical Grasslands*. 34:78-90.
- Juárez L., F.I. 2004. Evaluación Nutricional de Leguminosas Tropicales. Universidad Veracruzana e INIFAP, Campo Experimental "La Posta", Veracruz. México. 39 p.
- Kharat, S.T. 1980. Note on comparative evaluation of *Leucaena leucocephala*, *Desmanthus virgatus* and *Medicago sativa* for cattle. *Indian Journal Animal Science*. 50:638-639.
- Ku V., J.C., L.A. Ramírez, G.F. Jiménez, A.J. Alayón y L.C. Ramírez. 1998. Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico mexicano. *Producción y Sanidad Animal*. pp. 231-258.
- Kulakow, P.A. 1999. Variation in Illinois bundleflower (*Desmanthus illinoensis* (Michaux) MacMillan): a potential perennial grain legume. *Euphytica* 110: 7-20.
- Lascano, C.E. 1991. Managing the grazing resource for animal production in savanas of Tropical America. *Tropical Grasslands*. 25:66-72.
- Lascano, C.E. y P. Ávila. 1991. Potencial de producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. *Pasturas*

Tropicales. 13:2-10.

Latting, J. 1962. The biology of *Desmanthus illinoensis*. Ecology. 42: 487-493.

Ledezma, E.A.P. 2000. Produção de sementes de *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb. em função do espaçamento e épocas de colheita. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. Brasil. 70 p.

León, A., I. Angulo, M. Jaramillo, H. Calabrese, J. Madrigal y F. Requena. 1991. Valoración nutricional de materias primas alternativas utilizadas en la alimentación de aves. FONAIAP Divulga N° 37. Maracay, Venezuela.
www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd37/texto/valoracion.htm

Liu, A., D.G. Ferris and C.K. Revell. 2001. Better pasture, better crop, better systems. Proceedings of the 10th Australian Agronomy Conference.
www.regional.org.au/au/asa/2001/4/a/liu.htm

Lommis, R.S. y D.J. Connors. 2004. Ecología de cultivos: Productividad y Manejos en Sistemas Agrarios. Mundi Prensa. México. 591 p.

Luckow, M. 1993. Monograph of *Desmanthus* (*Leguminosae-Mimosoideae*). Systematic Botany Monographs. American Society of Plant Taxonomists. Michigan, USA. 166 p.

MacDicken, K.G. 1988. Nitrogen fixing trees for wastelands. RAPA Publication 1988/9. Bangkok: Food and Agriculture Organization of the United Nations, Regional Office for Asia and the Pacific. 104 p.

Machado, R. y R. Roche. 1996. Variedades comerciales. *Leucaena leucocephala* cv Cunningham. Pastos y Forrajes. 19:72.

Madueño M., A., D. García P., J. Martínez H., C. Rubio T., A. Navarrete V. y J.

- Bojórquez S. 2006. Germinación de semilla de frijolillo, *Rhynchosia minima* (L.) DC., luego de someterla a tratamientos pregerminativos. Bioagro. pp. 101-105.
- Mahecha, L., M. Rosales, C.H. Molina y E.J. Molina. 1998. Experiencias en un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala*-*Cynodon plectostachyus*-*Prosopis juliflora* en el Valle del Cauca, Colombia. En: Conferencia Electrónica Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica; FAO-CIPAV; Cali. Colombia. pp. 325-336.
- Marín, C.D. 1989. Análisis de crecimiento en *Canavalia ensiformis* bajo condiciones de campo. Revista de la Facultad de Agronomía de Maracay. Venezuela. 15:1-16.
- Martínez, J.M. y A. Peralta. 1988. Establecimiento y producción de forraje de *Clitoria ternatea* en Iguala Guerrero, México. Primera reunión de la RIEPT-CAC. Veracruz, Veracruz.
- Martínez, J.A. 1991. Análisis de crecimiento del huizachillo *Desmanthus virgatus* (L.) var. *Depressus* (Willd) y efecto del agobio hídrico sobre su germinación. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León, México. 35 p.
- Martínez, A. 1998. Diseños Experimentales. Métodos y Elementos de Teoría. Editorial Trillas. México. 765 p.
- Masama, E., J.H. Topps, N.T. Ngongoni and B.V. Maasdorp. 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*. Animal Feed Science and Technology. 69: 233-240.

- Míchailos, J., M. Mendoza y J. Cómbenos. 2001. Uso de la *Gliricidia* en dietas completas para corderos en crecimiento. Revista Unellez de Ciencia y Tecnología. Volumen Especial. Venezuela. pp. 46-49.
- Minson, D.J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academia Press. Inc. San Diego. CA, U. S. A. 483 p.
- Moreno C., P. 1996. Vida y Obra de Granos y Semillas. Fondo de Cultura Económica
www.tribunaantimperialista.cu/libros/Libros_3/ciencia3/146/htm/vidayob
- Muncrief, J.B. and R.B. Heizer. 1985. Registration of sabine Illinois bundleflower. Crop Science. 25: 1124.
- N.R.C. 1985. Nutrient Requirement of Sheep. Sixth Revised Edition. National Academy Press. Washington D. C. p 99.
- Olivares P., J., R. Jiménez G., S. Rojas H. y P.A. Martínez H. 2005. Uso de leguminosas arbustivas en los sistemas de producción animal en el trópico. Revista Electrónica de Veterinaria.
www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050505.html
- Ordaz, O.E., A.O. López, Z.O. Pérez y P.A. Martínez. 1993. Clitoria. Leguminosa forrajera para el Estado de Colima. México. Folleto para productores Num. 3 INIFAP-SARH.
- Ortega S., J.A., E.A. González V., J.M. Ávila C. y R. Guarneros A. 1997. Manejo y utilización del *Desmanthus* para la alimentación de bovinos. INIFAP. Desplegable para productores N° 1. Campo Experimental Aldama, CIRNE-INIFAP, Aldama, Tamaulipas.
- Palma, J.M., y A. Huerta. 1999. Engorda de ovinos en confinamiento con diferentes niveles de inclusión de heno de *Leucaena leucocephala*. VI

- Seminario Internacional sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles. Cali, Colombia. www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/P-Palma.htm
- Parrotta, J.A. 1992. *Leucaena leucocephala* (L.) de Wit Leucaena. SO-ITF-Sm-52. U.S. Department Agriculture. Forest Service. Southern Forest Experiment Station. USA. 8 p.
- Pérez P., J., B. Alarcón Z., G.D. Mendoza M., R. Bárcena G., A. Hernández G., y J.G. Herrera H., 2001. Efecto de un banco de proteínas de Kudzú en la ganancia de peso de toretes en pastoreo de estrella africana. Técnica Pecuaria en México. 39:39-52.
- Pietrosemoli, S. y J. Mendiri 1997. Respuesta a la escarificación de semilla de *Clitoria ternatea* L. Archivo Latinoamericano Producción Animal 5:28-29.
- Pollock, C.J. and C.F. Eagles. 1988. Low temperature and the growth of plants. In: Plants and temperature. Symposia of the Society for Experimental Biology. Cambridge. England. 42:157-180.
- Pozo R., P.P. 2004. Bases ecofisiológicas para el manejo de los pastos tropicales. Universidad Agraria de La Habana. Cuba. www.produccion-animal.com.ar
- Quero, A.R., R. Sánchez, J.A. Eguiarte y F.O. Carrete. 1988. Rendimiento forrajero de tres variedades de *Leucaena* en la región norte del pacífico. SARH, INIFAP-CIFAP. En: XIV Congreso Nacional de Buitría. Nayarit, México. pp. 58.
- Ramírez L., R.G. 2007. Los pastos en la nutrición de rumiantes. Dirección de Publicaciones Universidad autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L. México. p. 215
- Razz, R.R. González, J. Faria, D. Espinoza y N. Faria. 1992. Efecto de la

- frecuencia e intensidad de defoliación sobre el valor nutritivo de la *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ). Venezuela. pp. 109-114.
- Razz, R. y T. Clavero 1996. Métodos de escarificación de semilla de *Humboldtiella Ferruginea* y *Leucaena leucocephala*. Revista Facultad de Agronomía. (LUZ). Venezuela. 13:73-77.
- Razz, R. y T. Clavero. 1997. Producción de leche en vacas suplementadas con harina de *Gliricidia sepium*. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 5:127-128.
- Reategui, K., R. Ruiz, G. Cantera y C. Lascano. 1990. Persistencia de pasturas asociadas con diferentes manejos del pastoreo en un ultisol arcilloso de puerto Bermúdez, Perú. Pasturas Tropicales. 12:17-24
- Reid, R. 1983. Pasture plant collecting in Mexico with emphasis on legumes for dry regions. Australian Plant Introduction Review. 15:139.
- Reid, L.M., G.A. Jung and D.W. Allison. 1988. Nutritive quality of warm season grasses in the Northeast, W. V. Univ. Agric. Forestry Exp. Stn. Bull., p 699.
- Rivas, L. y F. Holmann. 2002. Sistemas de doble propósito y su viabilidad en el contexto de los pequeños y medianos productores en América Latina Tropical. En: Curso Internacional de Actualización en el Manejo de Ganado Bovino de Doble Propósito. Universidad Autónoma de México. Veracruz, México. 38 p.
- Román M., M.L. 1997. Determinación de altura inicial al pastoreo de *Leucaena leucocephala* en un banco de proteína para ovinos. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Colima.

Colima, México. 70 p.

Román, M.L., L. Martínez y A. Mora. 2004. Evaluación nutritiva y prueba de germinación del guajillo (*Leucaena lanceolata*), especie forestal multipropósito. En: Escarificación de semillas de gramíneas forrajeras.

Sahagún *et al.*, 2005. Avances de Investigación Científica en el CUCBA XV Semana de Investigación Científica. Guadalajara. México.

www.cucba.udg.mx/new/publicaciones/avances/avances_2005

Ronaldo, P.A. y J.E. Ferguson. 1992. La calidad de las semillas en el establecimiento de las pasturas. En: Establecimiento y renovación de pasturas. Lascano, C. y Spain, J. (Ed.). Sexta Reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). CIAT, pp. 19-50.

Rosales, M.M. 1998. Mezcla de forrajes, uso de la biodiversidad forrajera tropical en sistemas agroforestales. En: Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica; FAO-CIPAV; Cali, Colombia.

www.fao.org/ag/Aga/agap/FRG/AGROFOR1/Rosales9.htm

Saldívar F., A. Limas M., M. Ibarra H., P. Zárate F. y J. Cernuda J. 1995. Utilización de ácido sulfúrico para incrementar la germinación en semilla de *Centrocema virginianum* L. Benth. En: XI Congreso Nacional Sobre Manejo de Pastizales. Coahuila. México.

Sanabria, V.D., R. Silva A., M. Oliveros y R Barrios. 2001. Escarificación química y térmica de semillas subterráneas de *Centrosema rotundifolium*. Bioagro. 13:117-124.

Sanabria, D., R. Silva A., M. Oliveros y U. Manrique 2004. Germinación de

semilla de las leguminosas arbustivas forrajeras *Cratylia argentea* y *Cassia moschata* sometidas a inmersión en ácido sulfúrico. Bioagro. 16:225-230.

Sánchez, A.G. 1991. La Leucaena: alternativa forrajera promisoría en el establecimiento de bancos de proteínas en las zona de Bajo Tocuyo (Falcón). FONAIAP 36.

www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasTecnicas/FonaiapDivulga/fd36/texto/leucanea.htm.

Sánchez, R.R, C.F. Carrete, A.F. Villanueva, C.F. Herrera, H.L. Mena y M.F. Sandoval. 1991. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en el norte de Nayarit. Tercera Reunión Científica Forestal y Agropecuaria. CIPAC-Nayarit. Tepic, Nayarit. México.

Sánchez, A.G. 1993. Potencialidad agronómica de *Leucaena leucocephala* en la zona de Aroa y Bajo Tocuyo. FONAIAP 42.

<http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd42/texto/potencialidad.htm>

Sánchez, A. 1998. Leguminosas como potencial forrajero en la alimentación bovina. Estación Experimental del Estado de Falcón. Venezuela. FONAIAP 50.

<http://www.Ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd50/leguminosas.htm>

Sánchez P., Y. y M. Ramírez V. 2006. Tratamientos pregerminativos en semillas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ). Venezuela. 23:257-272.

SAS. 1998. Institute Statistical Analysis System. Carey. North Carolina, E.U.A.

Schlink, A.C. and R.L. Burt. 1993. Assessment of the chemical composition of selected tropical legume seed as animal feed. Tropical Agriculture. 70:

169-173.

- Shelton, H. 1998. The *Leucaena* Genus: New Opportunities for Agriculture (A Review of Workshop Outcomes). In: Leucena-Adaptation, Quality and Farming Systems. H. Shelton, R. Gutteridge, B. Mullen and R. Bray. (Ed). Aciar Proceedings No. 86. Canberra. Australia. pp. 15-24.
- Shelton, H.M, J.B. Lowry, R.C. Gutteridge, R. A. Bray and J. H. Wildin. 1991. Sustaining productive pasture in the tropics. 7. Tree and shrub legumes in improved pastures. *Tropical Grasslands*. 25:119-128.
- Seed News. 2005. Dormancia de semillas. *Revista Internacional de semillas*. pp 1-4. www.seednews.inf.br/espanhol/seed94/artigocapa94a_esp.shtml
- Sheaffer, C.C., G.D. Lacefield and V.I. Marble. 1988. Cutting schedules and stands. In: *Alfalfa and Alfalfa Improvement*. Agronomy Monograph No. 29, ASA/CSSA/SSSA. A. A. Hanson, D. K Barnes, and R.R. Jr. Hill, (eds.) Madison. Wisconsin. USA. pp. 411-437.
- Sierra, P.J.O. 2005. *Fundamento para el Establecimiento de Pasturas y Cultivos* 2da. Edición. Ed. Universidad de Antioquia. Colombia. 239 p.
- Singer, K.L. and W.D. Pitman. 1988. Germination requirements of a perennial *Alysicarpus vaginalis* accession. *Agronomy Journal*. 80:962-966.
- Skerman, P.J., D.G. Cameron y F. Riveros. 1991. *Leguminosas Forrajeras Tropicales*. FAO, Roma. Italia. pp. 653-707.
- Sosa, R.E., B.G. Zapata y R.J. Pérez. 1996. Tecnología para la producción de la leguminosa forrajera *Clitoria ternatea* L., una opción para la ganadería en Quintana Roo. Folleto Técnico. INIFAP-SAGAR. México. pp. 12-24.
- Sosa R., E.E., E. Cabrera T., D. Pérez R. y L. Ortega R. 2008. Producción estacional de materia seca de gramíneas y leguminosas forrajeras con

- cortes en el estado de Quintana Roo. Técnica Pecuaria en México. 46:413-426.
- Soto, Y. 2003. Plan Operativo del Programa Nacional de Investigación en Pastos y Forrajes. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Santo Domingo, República Dominicana.
- Springer, T.L., G.E. Aiken, and R.W. McNew. 2001. Combining ability of binary mixtures of native, warm-season grasses and legumes. Crop Science. 41:818–823.
- Stobbs, T.H. 1973. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. 1. Variation in the bite size of grazing cattle. Australian Journal of Agricultural Research. 24:809-819.
- Taylorson R., B. and S.B. Hendrichs. 1979. Overcoming seed dormancy with ethanol and other anesthetics. Planta. 5:507-510.
- Teague, W. 1989. Effect of intensity and frequency of defoliation on aerial growth and carbohydrate reserve levels in *Acacia karoo* plants. Journal Grasslands Society. South Africa. 6: 132-138.
- Teles, M.M., A. Azevêdo A., J. C. Gomes O.y A.E. Bezerra. 2000. Métodos para Quebra da Dormência em Sementes de Leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. Revista Brasileira de Zootecnia. 29:387-391.
- Tergas, L. E., O. Paladines, I. Kleinheisterkamp and J. Velázquez. 1983. Animal production from natives pastures with complementary grazing of *Pueraria phaseoloides* in the eastern plains of Colombia. Tropical Animal Production. 8:187-190.
- t'Mannetje, L. 1997. Potential and prospects of legume-based pastures in the

- tropics. *Tropical Grasslands*. 31:81-94.
- Thipa, P., K. Chirawat and N. Ganda. 1994. Yield and nutritive value of hedge lucerne (*Desmanthus virgatus*) at different cutting intervals under irrigation. Proceeding of the 13th Conference on Livestock. Bangkok. Thailand. pp.176-182.
- Thomas, E. y W. Miner. 1986. Producción de forrajes de alta calidad. Agriculture Research Institute. Holstein Science Report. 9:1-4.
- Thomson, C. J., R. J. Clements and R. Schultze-Kraft. 1997. An evaluation of seventy-one accessions of *Centrosema pascuorum* at Katherine, Northern Australia. *Genetic Resources Community*. 25:1-14.
- Topark N., A. E.C. Armada, R.A. Oliveros, P.L. Tengco and V.R. Carangal. 1989. Food crops plus forage legumes intercropping on rainfed upland. Annual Convention, Los Banos, Laguna Philippines. pp. 13-16.
- Topps, J. H. 1992. Potential, Composition and use of legumes shrubs and trees as fodders for livestock in Tropics. *Journal of Agricultural Science*. 118: 1-8.
- Toral, O., L. Simón e Y. Matías. 1996. Aceptabilidad relativa de 27 especies arbóreas forrajeras en condiciones de pastoreo. Resúmenes. Taller Internacional "Los Árboles en los Sistemas de Producción Ganadera". EEPF. Indio Hatuey; Matanzas, Cuba. p 99.
- Toral, O. y R. Machado. 2002. Introducción, evaluación y selección de recursos fitogenéticos arbóreos. *Pastos y Forrajes*. 25:1-13.
- Trujillo, W., W.D. Pitman, C.G. Chambliss and K. Williams. 1996. Effects of height and frequency of cutting on yield, quality and persistence of *Desmanthus virgatus*. *Tropical Grasslands*. 30:367-373.

- Van Heurk, L.M. 1990. Evaluación del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) solo y asociado con leguminosas forrajeras *Arachis pintoii* CIAT 17434 y *Desmodium ovalifolium* CIAT 350 en la producción de leche y sus componentes. Tesis de Maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. 111 p.
- Van Soest, P. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. O & B Books Corvallis, Oregon, U.S.A. 267 p.
- Van Soest, P.J. 1991., J.B. Robertson y B.A. Lewis. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal Dairy Science. 74:3583-3597.
- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd Edition. Comstock Publishing Associates, Ithaca, New York. 476 p.
- Vázquez, Y.C., A. Orozco, M. Rojas, M.E. Sánchez y V. Cervantes 1997. La Reproducción de las Plantas: Semillas y Meristemas. Fondo de Cultura Económica. México.
- <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/html/biologia.html>
- Verdecia A., D.M., J.L. Ramírez R., I. Leonard A., B. Ramírez R., Y. Pascual S. y Y. López L. 2007. Indicadores del rendimiento y composición bromatológica del *Panicum maximun* cv Tanzania en una zona de la provincia Granma. Veterinaria Uruguay, Uruguay.
- www.vet-uy.com/articulos/agricultura/050/0030/agri030.htm.
- Villalobos, E., J. Flores y A Francesa. 1987. Un procedimiento para escarificar semilla de Kudzú (*Pueraria phaseoloide*). Agronomía Costarricense.

11:251-253

- Villanueva A., J.F., J.A. Bonilla C. y J.J. Bustamante G. 1996. Respuesta productiva de vacas suizo-pardo suplementada con niveles creciente de *Clitoria ternatea* L. XXXIII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria en México. Tepic, Nayarit. pp 183-184.
- Villanueva A., J.F., J.A. Bonilla C., J.V. Rubio C. y J.J. Bustamante G. 2004. Agrotecnia y utilización de *Clitoria ternatea* en sistemas de producción de carne y leche. Técnica Pecuaria en México. 42:79-96.
- Villareal, G. J.H. 1989. Estudios Agroecológicos y estimación de productividad del huizachillo (*Desmanthus virgatus* Willd.) en condiciones naturales. Tesis Profesional. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey, N. L., México. 45 p.
- Wege, L., R. Schultze-Kraft y C. Burgos. 1998. Recolección de leguminosas forrajeras nativas y distribución natural de *Centrosemas* en Honduras. Agronomía Mesoamericana. 9:17-24.
- Wilson, Q.T. y C.E. Lascano. 1997. *Cratylia argentea* como suplemento de un heno de gramínea de baja calidad utilizado por ovinos. Pasturas Tropicales. 19: 2-8.
- Zamora N., F., M. Martínez R., M. Ruíz L., y P. García L. 2002. Rendimiento y composición química del forraje del huizachillo (*Desmanthus virgatus* L. var. *Depressus* Willd) Bajo Condiciones de Cultivo. Revista Fitotecnia Mexicana. Chapingo, México. 25:317-320.
- Zárate P., S. 1987. Taxonomic identity of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. with a new combination. Phytologia. 63:304-306.

- Zárate F., P., G. Carreón I. y A. Saldívar F. 1996. Escarificación de semilla de huizachillo (*Desmanthus virgatus* cv. 543) por inmersión en agua a 80°C. En: XII Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. Zacatecas. México
- Zárate, P. 2003. Establecimiento y productividad del *Desmanthus* en praderas de zacate bermuda. Tesis Doctorado en Ciencias Agropecuarias. Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias. División de Estudios de Postgrado e Investigación. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria Tam. México. 92 p.