UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS
AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE *Gliricidia sepium* (JACQ.) WALP. BAJO DIFERENTES REGÍMENES DE MANEJO

DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

PRESENTA

MANUEL HEREDIA VARGAS

C.1

ENERO 1999

CHAPINGO, ESTADO DE MÉXICO

T. 879761

PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE *Gliricidia sepium* (JACQ.) WALP. BAJO DIFERENTES REGÍMENES DE MANEJO

TESIS REALIZADA POR **MANUEL HEREDIA VARGAS** BAJO LA DIRECCIÓN DEL COMITÉ ASESOR INDICADO, APROBADA POR EL MISMO Y ACEPTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

DIRECTORA _____
M.C. ELSA CERVERA BACKHAUSS

ASESOR _____
DR. L. KRISHNAMURTHY

ASESOR _____
M.C. JOSÉ I. MELCHOR MARROQUÍN

ASESOR _____
DR. JAIME SAHAGÚN CASTELLANOS

33732

PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE *Gliricidia sepium* (JACQ.) WALP. BAJO DIFERENTES REGÍMENES DE MANEJO

El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de Manuel Heredia Vargas autor de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, estuvo constituido por:

PRESIDENTE _____
M.C. ELSA CERVERA BACKHAUSS

ASESOR _____
DR. L. KRISHNAMURTHY

ASESOR _____
M.C. JOSÉ I. MELCHOR MARROQUÍN

ASESOR _____
DR. JAIME SAHAGÚN CASTELLANOS

DATOS BIOGRAFICOS

Manuel Heredia Vargas nació en el seno de una familia de origen campesino, en el municipio de Vicente Noble, provincia Barahona, República Dominicana, el día 18 de julio de 1950. Realizó sus estudios de educación primaria y secundaria en la misma localidad, y en el Colegio Universitario en el Centro Universitario Regional Suroeste (CURSO).

La licenciatura en la Universidad Autónoma de Santo Domingo, (UASD) de donde obtuvo el título de Licenciado en Educación Agrícola y Desarrollo Rural.

Siempre estuvo al frente de la propiedad de sus padres; en 1982 ingresó a trabajar como técnico conservacionista en el Departamento de Tierras y Aguas de la Subsecretaría de Recursos Naturales. En 1984 se le trasladó al Departamento de Educación Ambiental. En 1986 se le contrató como asistente del encargado del Proyecto Tamayo coordinado por el (FEDA) Fondo Especial para el Desarrollo Agropecuario. En 1986 es trasladado a la Dirección General de Ganadería, como asistente del encargado de Extensión y Capacitación Pecuaria, 1988 paralelamente a la actividad que desempeñaba en su trabajo, fue contratado por el Centro de Planificación y Acción Ecuménica (CEPAE) como coordinador de la Junta de Asociaciones *La Esperanza de Bayaguana*, apéndice del Movimiento Campesino Independiente (MCI). La actividad fundamental que desarrolló consistió en capacitar productores para aumentar sus cosechas y paliar un poco el hambre y la miseria de la zona; ya que en esa época se libraba una fuerte lucha por la tenencia de la tierra que estaba en manos de altos mandos castrenses y de terratenientes, representantes de la oligarquía que dirigía los destinos del país en ese momento. No pocas veces tuvo que huir de la persecusión de estos sectores, por el simple hecho de que los campesinos lograron conquistar la tierra que requerían. En 1994 se le traslada nuevamente al Departamento de Tierras y Aguas. En 1996 participó en el V Curso Internacional de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible y a su regreso es designado como encargado del área agroforestal.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo y al Programa de Maestría en Ciencias Agroforestería para el Desarrollo Sostenible por permitirme que en ella realizara mis estudios.

A los profesores de la Maestría en Ciencias Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, que de forma muy eficiente impartieron sus clases.

A la M.C. Elsa Cervera Backhauss por su valiosa dirección y orientación en la realización del presente trabajo.

Al Dr. L. Krishnamurthy por las facilidades y asesoría brindadas para la realización de esta investigación.

Al M. C. José I. Melchor Marroquin quien además de asesor me brindó un trato como a un hermano. Gracias por tus valiosas sugerencias así como por todo tu apoyo, orientación y amistad.

Al Dr. Jaime Sahagún Castellanos por sus valiosas sugerencias en el análisis estadístico de los resultados

Al Dr. Enrique Leff, coordinador de UCORE, Red de Formación Ambiental del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), por su apoyo para cubrir los costos de viajes internacionales.

A la Fundación Ford y Rockefeller por su donativo para los proyectos de investigaciones agroforestales dirigidos por el Dr. L. Krishnamurthy, los que permitieron la realización de la presente investigación.

Por el apoyo financiero a la Subdirección General de Investigación y Servicio de la UACh a través del Programa Universitario en Investigaciones en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, coordinado por el Dr. L. Krishnamurthy.

Mis más sinceros agradecimientos a los señores Francisco, Herón, José Luis, quienes desde la 6:00 hasta las 21:00 horas, me hacían compañía en el trabajo soportando fuertes temperaturas que superaban los 42°C y de vez en cuando lluvias por más de 4 horas. Debo mencionar el apoyo brindado por el ingeniero Arturo Peralta, administrador del proyecto, así como a Rocío Guzmán, Dolores Coronel, Rocío Rodríguez y en especial a María del Socorro y Aurelia Flores quienes me brindaron su hospitalidad como integrante de la familia. A Ramón Villamán, esposa e hijos con quienes compartía la tristeza que me ocasionaba la falta de mi familia. Al personal técnico del Departamento de Tierras y Agua por su apoyo incondicional, así como a los compañeros de la maestría por los momentos compartidos.

A todas las personas que directa e indirectamente apoyaron en la realización del presente trabajo, así como a todos los compañeros de la maestría, gracias por los momentos que pasamos juntos.

DEDICATORIA

A mis padres: Epifanía Vargas †.

Eladio Heredia

Por sus valiosa enseñanza y constante afán de superación que depositaron en mi.

A mis hermanos:

Dersida
Valencia
Lucinda
Neomicia
Alfredo
Celestina
Ignacio
Freddy
Arelys

Por su apoyo y motivación permanente hacia la superación.

A mis hijos

Daira Miguelina
José Miguel

Por su alegría, inocencia, inquietud y por su gran ilusión.de ver su padre culminar la meta que se había propuesto.

Como profesional del área agropecuaria, su preocupación constante fue y es realizar trabajos que contribuyan a evitar la pérdida de suelo y que a su vez, permitan producir de forma eficiente y sostenible. Al participar en el *Quinto Curso Internacional de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible* y adquirir conocimientos que le permitieran alcanzar la meta que se había propuesto, analizó que éstos no eran suficientes, que era menester realizar estudios de maestría, sólo así podría encausar mejor sus inquietudes profesionales. Puede decir, sin temor a equivocarse que en el Programa de Maestría en Ciencias Agroforestería para el Desarrollo Sostenible ha obtenido la capacitación y formación para desarrollar sistemas productivos de forma eficiente y sostenible, que en un plazo no muy lejano rendirán frutos en el desarrollo de los sistemas agroforestales.

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS iii

ÍNDICE DE FIGURAS iv

ÍNDICE DE ANEXOS v

RESUMEN vi

SUMMARY viii

1. INTRODUCCIÓN 1

2. OBJETIVOS 3

3. REVISIÓN DE LITERATURA 4

3.1. Taxonomía y botánica 4

3.2. Distribución y hábitat 6

3.3. Propagación 7

3.4. Producción de forraje y otros usos 8

3.5. Efectos de la frecuencia de corte en la producción de biomasa 11

3.6. Empleo de G. sepium por rumiantes 12

3.7. Digestibilidad 15

4. MATERIALES Y MÉTODOS 17

4.1. Localización y características del área experimental 17

4.2. Diseño experimental y aplicación de tratamientos 19

4.3. Análisis de los resultados 20

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 21

5.1. Producción de materia seca aérea (MSA) total 21

5.2. Efectos de la frecuencia de poda sobre la producción de materia seca aérea 22

5.3. Efectos de la altura de poda sobre la producción de materia seca aérea 25

5.4. Dinámica de la producción de materia seca aérea (MSA) 27

6. CONCLUSIONES 32

7. RECOMENDACIONES 34

8. BIBLIOGRAFÍA 35

9. ANEXOS 40

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. Composición mineral del follaje de *G. sepium* para diferentes períodos (días) de rebrote 15

CUADRO 2. Análisis de varianza de producción de materia seca aérea (MSA) total en *G. sepium* bajo diferentes regímenes de poda durante un período de 24 semanas 24

CUADRO 3. Producción de materia seca aérea (ton ha^{-1}) en *G. sepium* bajo cuatro frecuencias de poda durante un período de 24 semanas en Martínez de la Torre, Veracruz 26

CUADRO 4. Producción promedio de materia seca aérea (kg ha^{-1}) de *G. sepium*, bajo dos alturas de poda 29

CUADRO 5. Análisis de varianza de la materia seca aérea (MSA kg $parcela^{-1}$) total (hojas y tallos) en *G. sepium*, en cada corte, durante un período de 24 semanas 31

CUADRO 6. Producción de materia seca de tallos (kg $parcela^{-1}$) en *G. sepium*, para diferentes cortes bajo dos alturas de poda durante un periodo de 24 semanas 35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Características botánicas más sobresalientes de *G. sepium* 4

Figura 2. Croquis de localización del Campo Experimental de Ixtacuaco 19

Figura 3. Distribución de materia seca de hojas y tallos en *G. sepium* para cuatro frecuencias de poda durante un período de 24 semanas..... 27

Figura 4. Distribución de materia seca aérea de hojas y tallos en *G. sepium*, para dos alturas de poda (0.5 y 1.0 m respectivamente) durante un periódo de evaluación de 24 semanas..... 30

Figura 5. Dinámica de la producción de materia seca de *G. sepium*, en los cortes sucesivos de diferentes frecuencias de poda durante un período de evaluación de 24 semanas..... 33

ÍNDICE DE ANEXOS

Diseño experimental de la plantación de G. sepium establecida enIxtacuaco, Veracruz 41

Promedios de producción de materia seca (gr) del follaje producido por las podas aplicadas a Gliricidia sepium en la plantación experimental en Ixtacuaco, Veracruz (1998) 42

Resultados análisis de varianza en SAS 43

RESUMEN

El presente trabajo fue realizado, durante 1997 para evaluar la producción de biomasa de *Gliricidia sepium* bajo dos diferentes intervalos de corte y alturas de poda de 50 cm. y 100 cm; a cuatro diferentes intervalos (4, 8, 12 y 24 semanas) durante la primavera de 1997, en una plantación establecida en la Estación Experimental de Agroforestería "Ixtacuaco" perteneciente al Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible de la Universidad Autónoma Chapingo, localizada en el estado de Veracruz, México, bajo condiciones de humedad tropical (20°04´·Lat N. y 79°04´Long. W)

El diseño experimental consistió en parcelas divididas de 4 x 2 con cuatro repeticiones distribuídas al azar. La plantación fue establecida con una distancia de 1.0 x 1.5 m entre plantas e hileras de árboles, respectivamente, de manera que cada sub-parcela medía 24 m^2 y el área experimental total fue de 768 m^2 , mientras que la densidad de la plantación fue de 6,666 árboles por $ha.^{-1}$. Las parcelas principales, con 32 plantas, cada una, se podaron a intervalos de 4, 8, 12 y 24 semanas, y las sub-parcelas con 16 plantas cada una fueron podadas a la altura de 0.5 y de 1.0 m. La poda realizada a las 24 semanas, a los 0.5 y a 1.0 m. de altura, se consideró como poda de control o testigo.

Los resultados del presente trabajo experimental mostraron que la frecuencia de las podas influye significativamente tanto en la producción total de la materia, como en la de hojas, pero no en la composición de tallos. La frecuencia de poda de 8 semanas registró la producción más alta de biomasa, con 8.782 t. ha^{-1}, seguidas por aquellas con una

frecuencia de 12 y 24 semanas con 7.258 y 6.880 t. ha^{-1} . El cultivo con la menor cantidad de biomasa de 0. 931 t. ha^{-1} fue obtenido con una frecuencia de 4 semanas de poda.

Los resultados del presente estudio proporcionan una base científica de regímenes de manejo adecuados para obtener una producción óptima de biomasa de *Gliricidia sepium,* bajo condiciones tropicales. La información generada de los datos experimentales cuantitativos debe proporcionar una importante guía para el diseño y manejo de la tecnología agroforestal de los bancos de proteína para la alimentación de rumiantes bajo condiciones biofísicas similares.

PALABRAS CLAVE: *Gliricidia sepium,* biomasa, cocoite, frecuencia, régimen de poda.

SUMMARY

This study was carried out, during 1998, to assess the biomass production of *Gliricidia sepium* under two different pruning heights (50 and 100 cm) and at four different intervals (4, 8, 12 and 24 weeks), in a plantation established during the spring of 1997 at the Agroforestry Experimental Station Ixtacuaco, pertaining to the Agroforestry Center for Sustainable Development of the Universidad Autónoma Chapingo, located in state of Veracruz, Mexico, under humid tropical condition. (20°04′ Lat. N y 79°04′Long W).

The experimental design was a randomized complete block desing with arrangament of a 4 x 2 factorial in split plots with four repetitions. The plantation was established at 1.0 x 1.5 m between plants and rows of trees, respectively, so that each sub-plot (pruning height) measured 24 m^2 and the total experimental area was 768 m^2 while the plantation density was 6,666 trees per ha^{1}. The main plots with 32 plants each were pruned every 4, 8, and 12 weeks intervals, and the sub-plots with 16 plants each were pruned at 50 cm and 1.0 m height. A control pruning was done every 24 weeks at both 50 cm and 1.0 m height.

The results of the present experimental study show that the pruning frequency influences significantly on both total dry matter production as well as on leaf mass but not on stem component. The 8 week pruning frequency registered the highest biomass (dry matter) production with 8.782 t. ha^{-1}, followed by that of 12 and 24 week frequency with

7.258 and 6.880 $t.ha^{-1}$. The least amount of biomass yield of 0.931 $t.ha^{-1}$ was obtained from 4 week pruning frequency.

The results of the present study provide a scientific basis of appropriate management regimes in order to harvest the optimal production of biomass of *Gliricidia sepium* under tropical conditions. The scientific information generated from quantitative experimental data should provide important guidelines for fiuture design and management of `cut and carry technology' of protein banks for animal production under similar bio-physical conditions.

1. INTRODUCCIÓN

En la última década se ha generado gran interés por estudiar los arbustos y árboles leguminosos, en virtud de que son un recurso natural renovable y proporcionan una serie de usos y productos, los cuales pueden contribuir a mantener y elevar el rendimiento de los sistemas tradicionales de producción agropecuaria practicados en las regiones tropicales, bajo el contexto de sustentabilidad.

En la región tropical de Veracruz, la ganadería practicada por los productores se basa principalmente en el pastoreo extensivo sobre praderas nativas cuya producción es estacional, por lo que generalmente es necesario realizar suplementación del ganado con otros alimentos y ensilajes, práctica que por lo regular coincide con la época del estiaje y eleva los costos de producción; situación que reduce la rentabilidad de la actividad ganadera sobre todo para los pequeños y medianos productores.

En este contexto, la evaluación de especies forrajeras no convencionales como *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. representa una excelente alternativa para contribuir a solventar los problemas de abastecimiento de forraje en épocas críticas, en la región tropical de Veracruz. La importancia de *G. sepium* se deriva a partir de su continua producción de biomasa y del aceptable valor nutritivo de ésta para los rumiantes. El rendimiento de biomasa puede ser optimizado con la aplicación de podas o cortes, bajo sistemas de manejo apropiados y sostenibles durante largos períodos, incluyendo la época seca, ya que a pesar de que es deciduo, en regiones con alta precipitación pluvial el follaje es

retenido durante la época seca sobre rebrotes después de aplicar podas, lo que permite que dicho follaje pueda ser utilizado como forraje en la época seca, si dicha especie es manejada bajo un régimen adecuado de podas.

Por lo anterior, el interés en *G. sepium*, se ha incrementado substancialmente y se ha realizado diversos estudios acerca de su comportamiento bajo un amplio rango de condiciones edáficas y climáticas, incluyendo su producción de biomasa bajo diferentes regímenes de manejo, que han diferido con respecto a variables tales como: métodos de establecimiento, espaciamiento de plantación, alturas y frecuencias de corte.

La mayoría de la información disponible sobre la producción de biomasa de *G. sepium*, proviene de estudios realizados en sistemas agroforestales, particularmente del conocido como cultivo en callejones (alley cropping) (Kang y Mulongoy, 1987). Sin embargo, resulta complicado hacer comparaciones entre estos experimentos o predecir rendimientos a partir de otros sitios, en virtud de que existen efectos genéticos, ambientales y de manejo, que determinan la producción de biomasa de *G. sepium*, para un sitio o región en particular.

Bajo este contexto y dado que en la región tropical de Veracruz *G. sepium*, no es objeto de investigaciones sistemáticas sobre la potencialidad de ser utilizada como forraje, se consideró importante evaluar la capacidad productiva de biomasa de esta especie, bajo las condiciones edáficas y climáticas particulares de Martínez de la Torre, Veracruz, considerando diferentes regímenes de manejo que se resumen en los objetivos siguientes:

2. OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar la capacidad de producción de biomasa en *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. con fines de forraje, bajo diferentes frecuencias y altura de corte, en un banco de proteínas en Martínez de la Torre, Veracruz, México.

Objetivos particulares

a). Determinar el efecto de tres frecuencias de corte sobre el rendimiento de biomasa aérea en *G. sepium.*

b). Determinar el efecto de la aplicación de dos alturas de corte sobre el rendimiento de biomasa aérea en *G. sepium.*

c). Determinar el régimen de podas que maximize la producción de biomasa aérea de *G. sepium,* con fines de forraje en un banco de proteínas.

Hipótesis

H_0: La aplicación de diferentes frecuencias y alturas de corte en *G. sepium* no afecta la cantidad de biomasa producida.

H_1: La aplicación de diferentes frecuencias y alturas de corte en *G. sepium* afecta la cantidad de biomasa producida.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Taxonomía y botánica

Gliricidia sepium (Jacq.) Walp. pertenece a la clase de las angiospermas y subclase dicotiledóneas. Por las características de su fruto se ubica en la familia de las leguminosae y dentro de la subfamilia *Papilionoidae*, la cual agrupa varios géneros entre los que se encuentra *G. sepium* que es una de las tres especies que pertenecen a este género (NFTA, 1986).

G. sepium es conocida en los lugares donde se desarrolla con una gran variedad de nombres comunes. Entre los más conocidos se encuentran los siguientes: madreado (Honduras), madero negro (Costa Rica, Nicaragua), madrecacao (Guatemala), matarratón (Colombia), piñón cubano (Rep. Dominicana) y cocoite en (México) (Pennington y Sarukhan, 1986).

Figura 1. Características botánicas más sobresalientes de *G. sepium*

G. sepium es un árbol de porte pequeño o mediano que alcanza de 10 a 15 m de altura y entre 25 a 60 cm de diámetro. La forma del árbol es variable, desde erecta y recta en algunas procedencias, hasta retorcida y muy ramificada. El tronco es de base recta, de fuste normalmente torcido y con tallos múltiples originados cerca de la base (CATIE, 1997). Desarrolla hojas compuestas y alternas con 7 a 17 hojuelas ovadas, de 3 a 7 cm de largo, de color gris en el envés, las cuales caen durante parte del verano e invierno. Sus flores son zigomorfas, papilionadas, de 2.0 a 2.5 cm de largo, con cinco pétalos de color rosado-blancuzco o matizados de púrpura, con tallos delgados, en racimos densos de 5 a 10 cm de largo. La corteza es gris blancuzca, ocasionalmente amarillenta, delgada y lisa. En América Central, la época de floración ocurre durante la estación seca, de diciembre a marzo. Mientras que en las zonas húmedas, la floración, fructificación y pérdida de hojas es variable entre años (Llera, 1993).

Sus frutos son vainas dehiscentes, aplanadas, verde amarillentas cuando jóvenes y oscuras al madurar; de tallo corto en la base y punta corta en el ápice. Las vainas tienen de 10 a 15 cm de longitud, de 12 a 20 mm de ancho y contienen de tres a ocho semillas (Molina *et al.*, 1994).

Las semillas son planas, comprimidas y elípticas, brillantes, de 1.0 cm de longitud y 2.5 mm de grueso, de color café oscuro cuando maduran. El embrión es curvo, de color amarillo crema y ocupa toda la cavidad de la semilla. Posee dos cotiledones grandes, planos, carnosos, circulares u ovoides. La radícula es corta, curva, inferior y dirigida al hilo y además carecen de endospermo. (Molina *et al.*, 1994).

En la costa del Pacífico de América Central, la producción de semillas se inicia a finales de enero y se extiende hasta principios de abril. Debido a la dehiscencia característica de

la especie, los frutos deben recolectarse cuando se inicie la dehiscencia en los primeros frutos. Para obtener un kilogramo de semillas se necesita aproximadamente 1000 vainas. Un árbol puede producir entre 300 y 400 g de semilla limpia por año (Molina *et al.*, 1994).

Esta especie es muy utilizada en cercas vivas, como combustible, en la protección de suelos, sombra para café y cacao y como soporte para especies trepadoras (Baggio, 1982). Su madera es dura, pesada y fuerte. Tiene una textura moderadamente fina, grano entrecruzado y lustre mediano. Su velocidad de secado es lenta y no presenta defectos de secado (CATIE, 1986). Esta madera es altamente resistente a las termitas (*Termes bellicus* T.) y a la pudrición. El cocimiento de sus hojas se usa para curar enfermedades de la piel, la infusión de sus hojas se usa como expectorante y una ramita debajo del sombrero libra de insolación. Las hojas, semillas y raices se usan como raticida. (CATIE, 1986). *G. sepium* es un árbol melífero, su floración es muy llamativa y frecuentemente visitada por las abejas. Los apicultores reconocen como excelente la miel proveniente de las flores de *G. sepium*. (Gómez *et al.*, 1995)

3.2. Distribución y hábitat

La especie se distribuye naturalmente en las regiones tropicales húmedas y subhúmedas de México y América Central que cuentan con período seco definido. Se ha introducido y naturalizado en una gran cantidad de zonas tropicales de América del sur hasta Brasil, el Caribe y en Hawaii, así como en el sureste de Asia y otras áreas de Africa. En México se distribuye en la vertiente del Golfo de México y el Caribe; en los estados de la República mexicana desde el sur de Tamaulipas hasta Quintana Roo, mientras que en la vertiente del

Pacífico se distribuye desde Sonora hasta Chiapas, donde forma parte del bosque tropical perennifolio y caducifolio (Niembro, 1986). *G. sepium* se encuentra en sitios por debajo de 1500 msnm, pero es más frecuente alrededor de 500 msnm; requiere de una temperatura y precipitación pluvial media anual de 22°C y de 500 a 1500 mm, respectivamente; sin embargo, puede soportar hasta ocho meses de sequía. Se desarrolla en una gran diversidad de suelos desde calcáreos y arcillosos hasta franco arenosos, con profundidad moderada a profunda, excepto en suelos compactados y con poco drenaje, además requiere de suelos que presenten un pH entre 5.5 y 7.0 (Martínez, 1987).

3.3. Propagación

G. sepium se reproduce tanto por estaca como por semilla. Cuando se realiza la propagación vegetativamente, se ha obtenido buenos resultados con estacas de 3.1 a 3.5 centímetros de diámetro y con longitud mayor 1.0 m, aunque también se pueden utilizar de una menor longitud, si se cosechan regularmente para alimentar ganado (Chadhokar, 1982).

El sistema de propagación del cocoite por estacas, se acostumbra en los estados de Veracruz y Tabasco, especialmente para formar los cercos vivos como límite perimetrales de los potreros (Llera y Meléndez, 1989). La colecta de las estacas se puede efectuar en cualquier fecha del año; sin embargo, se recomienda realizarla a fines de verano cuando el árbol se encuentra defoliado y antes de que inicie la época de lluvia (Llera y Meléndez, 1989). En el estado de Veracruz se recomienda colectar y sembrar las estacas de cocoite durante enero a marzo, principalmente en el último mes, cuando las estacas alcanzan su máximo porcentaje de prendimiento y sobrevivencia (Llera y Meléndez, 1989). Este

período comprende la menor precipitación pluvial del año; al respecto, Sánchez (1981) considera que la preferencia de los productores pecuarios por cortar estacas en el período de sequía, está relacionada con ese estado fisiológico de dormancia natural del cocoite lo cual facilita el enraizamiento y la sobrevivencia.

Respecto a la propagación por semilla, Llera (1993) reporta que la recolección de semilla se realiza entre abril y mayo en los estados de Tabasco y Veracruz cuando la vaina presenta coloración amarillenta. Las ramas se ponen a secar al sol para que se abran en forma natural. La viabilidad de la semilla no es constante y depende del tiempo que permanezca almacenada. Al momento de su cosecha, el porcentaje de viabilidad es por lo general de 90 a 80 %, disminuyendo gradualmente cuando ha permanecido almacenada durante 12 meses. Para su siembra y germinación, la semilla debe remojarse en agua a temperatura ambiente por un período de 2 a 24 horas, después de sembrada la semilla deben aplicarse diariamente riegos ligeros, preferentemente durante los primeros diez días y posteriormente cada tercer día (Molina *et al.* , 1994).

3.4. Producción de forraje y otros usos

Chadhokar, (1982) mencionan que esta especie debido a su rápido crecimiento, habilidad para establecerse y mejoramiento de las propiedades del suelo, se considera apropiada para utilizarla en sistemas agroforestales, aunque también puede ser preferida como productora de forraje. Atta-Krah *et al.* (1986) señalan que esta especie tuvo buen comportamiento en combinación con pastos y aunque fue menos productiva que *Calliandra calothyrsus*, permitió un buen crecimiento de las gramíneas.

G. sepium se ha aceptado en las regiones tropicales como una fuente de forraje de alta calidad; sin embargo se le atribuye algunas limitaciones, principalmente que la planta es tóxica en fase de floración, particularmente para cerdos, aves y conejos (Carew, 1983). Las hojas del cocoite mezclada con arroz se usan como veneno para ratas y ratones (Uphof, 1968) y se reporta como tóxico para perros y caballos, pero no en vacas y cabras (Blohm, 1962). Para emplearlo en animales no rumiantes, se debe manejar en cantidades controladas y así evitar problemas de toxicidad. Se ha usado con éxito en Venezuela como un reemplazo de alfalfa (*Medicago sativa*) y como colorante de la yema del huevo (Blohm, 1962).

En dieta a base de maíz para gallinas ponedoras (Ford,1987), niveles de dos a cuatro por ciento se recomienda en dietas para pollos (NFTA, 1986) y como suplemento para peces (Raj y Kutty, 1984).

El valor nutritivo del follaje de cocoite es alto, ya que presenta un contenido de proteína total de 28.8 %, comparado con algunos otros pastos como guinea (*Panicum maximum*) y kingrass (*Pennisetum purpureum*), los cuales contienen 10.7 y 10.9 %, respectivamente (Benavides, 1993).

Benneker y Vargas (1994) encontraron que *G. sepium* es consumida por ganado vacuno a niveles tan altos que esta especie podría suplir completamente las necesidades nutricionales de los animales, además de favorecer un mejoramiento corporal de éstos. Sin embargo, en ese mismo estudio se encontró diferencias significativas en el consumo de diferentes ecotipos de la especie, aunque ninguno de ellos presentó problemas serios de falta de consumo. Chadhokar (1982) considera que *G. sepium* es una alternativa de suplementación protéica para la producción de leche en vacas que consumen heno de

jaragua de baja calidad. Molina *et al.* (1994) al suplementar hasta en un 50 % los requerimientos de proteína con esta especie, encontraron que la producción de leche y la composición de ésta, no tenía diferencias significativas comparándola con la de vacas alimentadas con forrajes normales; y con la ventaja de que los costos fueron menores al emplear el suplemento de cocoite.

Así mismo, Chadhokar (1982) sugiere que se debe propagar con estacas de 100 cm o más, ya que se reducen las labores de establecimiento y produce óptima proteína cruda digestible. En lugares donde se requieren tutores para cultivos, el género *G. sepium* es aceptado por su buena calidad para este fin (Norton, 1994). El uso de postes para cercos vivos es muy generalizado y aunque no se le ha dado el manejo adecuado, sobre todo en México, la poda del cerco puede aportar estacas para nuevos cercos, madera para carbón y follaje para abono verde o para forraje como suplemento proteico (Martínez, 1987). Por ejemplo, Romero *et al.* (1997) obtuvieron una producción de follaje de 18.255 ton $año^{-1}$ km^{-1} de cerca con un 50 % de material comestible (forraje) en ella. En dicho estudio también se encontró que la frecuencia de corte óptima fue de seis meses. Beliard (1984), menciona que el género *G. sepium* es la especie que se usa con mayor frecuencia en las cercas vivas de las áreas rurales de la región centroamericana y que representa un recurso subutilizado como productora de madera para combustible.

Llera (1993) al evaluar la producción de biomasa de *G. sepium* en cercos vivos, encontró que la poda a los 3 y 6 meses produjo 1.77 y 1.95 kg $árbol^{-1}$ de materia seca, respectivamente. Sin embargo, la poda a los nueve meses aumentó el contenido de proteína (promedio máximo de 24.6 %) y la digestibilidad *in vitro* de materia seca

(DIVMS) en las hojas (promedio máximo de 58 %), pero debilitó a la planta hasta limitar su desarrollo.

Llera (1993) encontró que las plantas propagadas mediante de estacas a los nueve meses de edad produjeron mayor cantidad de biomasa que las plántulas obtenidas de semilla, presentando mayor proporción de biomasa en el tallo. Por lo anterior, sugirió que durante los tres primeros meses el aprovechamiento de esta especie debe estar encaminado hacia el follaje y a medida que transcurre el tiempo (5 ó 6 meses después), se debe aprovechar el tallo.

G. sepium tiene la posibilidad de cosecharse cortando la planta a diferentes alturas o la obtención de la hoja y el pecíolo únicamente. Es importante tener en cuenta el principal objetivo del cultivo para realizar el sistema de cosecha ya sea leña, forraje, o forraje y leña simultáneamente. Al fraccionar la producción de biomasa, se presenta un alto porcentaje de material leñoso (42 %), mientras que el material aprovechable por nutrición animal es de 40 % de hoja-pecíolo y 18 % de tallo verde, alcanzando las plantas una altura promedio de 3.5 m (CATIE, 1991).

Desde el momento de la siembra de *G. sepium* hasta el primer corte, deben transcurrir como mínimo siete meses esperando fundamentalmente el fortalecimiento del sistema radicular que le asegure una mayor persistencia al cultivo, este primer corte arroja una alta producción de biomasa, representada principalmente en leña (ILCA, 1988).

3.5. Efectos de la frecuencia de corte en la producción de biomasa

Las condiciones agroclimáticas tienen influencia determinante en el rendimiento de la biomasa de cocoite. ILCA (1988) en Nigeria, cita un rendimiento de 4,475 kg ha^{-1} de

materia seca en un período de 19 meses. Se menciona un rendimiento promedio de 2,800 kg $ha^{-1}año^{-1}$ de materia seca, mientras que en otra área similar fue de 1,131 a 2,703 kg ha^{-1} en cinco períodos por año.

En trabajos reportados por ILCA (1988) en Kenya se mencionan también producciones de 2,700 a 6,500 kg ha^{-1} de MS anual, pero no se especifica la frecuencia de corte. Datos de variación entre época del año son escasos y presumiblemente más inconsistentes que los de producción anual en Etiopía señalaron que el rendimiento de MS mensual de cocoite fue de 900 kg/ha, en la estación seca comparado con 1,480 kg ha^{-1} en la de lluvias.

Sanginga *et al.* (1994) en Nigeria registraron 3.4 ton ha^{-1} año con una densidad de 5 mil plantas por ha durante un periodo evaluado de un año. De hecho diferentes estudios realizados con la misma especie en otras regiones del mundo muestran una amplia variación en la producción de materia seca desde 5.5 ton^{-1} ha^{-1} $año^{-1}$ de materia seca en plantas de cuatro años de edad con cinco podas al año y densidades de 2 mil plantas por ha (Kang y Mulongoy, 1987).

Maghembe y Prins (1994) encontraron que en un régimen de 2 y 4 podas al año con densidad de 15 a 20 mil plantas por ha obtuvieron resultados de 6 a 8 ton^{-1}, superior a la obtenida por Kang y Mulongoy (1987).

3.6. Empleo de G. sepium por rumiantes

G. sepium tiene un contenido de proteína de 23 a 45 % de fibra insoluble en detergente neutro, 1.7 % de calcio y niveles bajos de fósforo (0.2 %). Los niveles de aminoácidos sulfurados y triptófanos son también bajos, mientras que de lisina es satisfactorio.

Smith y Hovert (1987) indicaron que las especies leguminosas, entre ellas el cocoite contienen suficientes minerales (excepto fósforo y cobre); por lo que es considerado como un alimento excelente en la época de seca, cuando las proteínas y minerales en los tejidos son deficientes. Esto se aplica al follaje fresco o al material conservado como heno de hoja. (NFTA, 1987).

El follaje es muy degradable en el rumen y aunque raramente se ofrece como alimento en verde, sirve para aumentar la digestibilidad de la dieta cuando ésta es baja en calidad (Menor y Hovell, 1997). ILCA (1987) realizaron estudios con rumiantes pequeños y concluyeron que la biomasa de cocoite no tuvo efectos adversos en el crecimiento y reproducción, además que la suplementación con melaza no mejoró la dieta a base de cocoite. Por su parte Chadhokar (1982) utilizó la hoja de cocoite y una gramínea madura como alimento para cabras y obtuvo que éstas aumentaron significativamente el consumo de MS total de la ración.

Así mismo, Chadhokar y Katharaju (1980) y Chadhokar (1982) reportaron aumento en el nivel de consumo total en dietas para ganado lechero y ovejas, respectivamente. La hoja de cocoite presenta un olor fuerte y éste reduce la palatabilidad (Nochebuena, 1986), por lo que no es apetecible por conejos; sin embargo, cuando existe un proceso de adaptación, los animales llegan a acostumbrarse al cocoite en unos días y después el consumo es aceptable y de manera normal (Rahajo y Cheeke, 1985)(Cuadro 1).

CUADRO 1. Composición mineral del follaje de *G. sepium* para diferentes períodos (días) de rebrote

Períodos (Días)	Ca	P	Mg	Na	K	Cu	Co	Fe	Mn	Zn
60	1.62 a	0.16 b	0.51 a	0.06	1,56 a	10	2.0	17	4.3	70
90	1.50 a	0.14 b	0.47 a	0.05	1,58 a	11	2.0	23	3.0	75
120	1.48 a	0.25 a	0.47 a	0.05	1,45 a	7	2.3	18	2.3	72
180	1.16 b	0.20 ab	0.34 b	0.05	1,14 b	5	1.3	13	2.0	61

Valores con misma letra dentro de columnas no difieren significativamente (Duncan, $p \leq 0.05$).

Los contenidos de minerales en el follaje de *G. sepium* se muestran en el Cuadro 1; éstos no mostraron diferencias en los contenidos de Na, Cu, Co, Fe, Mn y Zn en el follaje con las diferentes edades de rebrote; mientras que los valores de Ca, Mg y K tendieron a disminuir al aumentar la edad y fueron significativamente menores a los 180 días. El contenido de P en el follaje aumentó con los días de rebrote y alcanzó valores superiores ($p<0,05$) a los 120 y 180 días.

En la porción hoja-pecíolo el contenido de minerales fue más estable con relación a los días de rebrote.

En Sri Lanka se comprobó que el cocoite fue bastante aceptado por el ganado vacuno y ovino, incluso después de haberlos administrado en grandes cantidades durante períodos prolongados (Mahadevan, 1956). También en Colombia, Molina *et al.* (1994) han utilizado cocoite fresco, durante siete años, sin encontrar problemas de consumo, llegando a suministrar hasta 5 % del peso vivo del animal al mes.

En ovinos se ha observado un bajo consumo en los primeros días, pero después de dos meses lo consumen sin problemas. Al utilizar una dieta mixta de cocoite y *Leucaena* como alimento suplementario a ovejas se obtuvo un consumo diario en aumento con un

creciente nivel de suplementación (ILCA, 1988). En un estudio efectuado por Sriskandarajah (1985) usando cocoite, se obtuvieron respuestas similares. El consumo de alimento mejoró al aumentar la oferta de cocoite y el efecto de la suplementación en el consumo de la materia digerible fue mayor. Estos últimos autores señalan que la suma de una fuente de energía a base de cáscara de camote (*Ipomea batatas* L.) y camote más forraje de cocoite, puede aumentar la digestibilidad de la materia seca a 70-74 % en relación a 54-57 %, observado cuando se usa como alimento la planta fresca de cocoite. Los efectos de ambas especies en dietas productivas en Africa, han demostrado que aumenta la producción de las ovejas. Al complementar la mezcla de estas leguminosas con un consumo de 450 g de melaza cabeza^{-1} día^{-1}, la productividad se aumentó en 55 %, comparada con ovejas a las que se les ofreció 450 g más de *Panicum maximun* L. , las cuales no tuvieron mejoras. El potencial del cocoite combinado con otras especies es mejorar la producción en animales rumiantes.

3.7. Digestibilidad

La digestibilidad es un componente del valor nutritivo de la biomasa y expresa la proporción en que se encuentran los rumiantes y su utilización, con respecto al total del alimento ingerido por el animal (Giner, 1996). Este término se ha definido comúnmente como la cantidad de alimento que es absorbido en el tracto digestivo, debido a que no aparece en las heces. En los estudios que se realizan de la digestibilidad en vivo, se supone que todos los residuos que aparecen en las heces son de origen alimenticio. Aunque, Van Soest (1982) señaló que debido a que las heces contienen diversos productos metabólicos tales como bacterias, células muertas y desechos endógenos de

metabolismo animal, es conveniente denominar como digestibilidad aparente, al balance del alimento y de las heces, y como digestiblidad verdadera, a la digestibilidad aparente menos el material derivado de origen metabólico o endógeno.

En Guatemala Vargas *et al.* (1987) estudiaron la digestibilidad y consumo de la materia seca en cocoite y encontraron que la digestibilidad fue 58 % de proteína total, 25.8 % de contenido de paredes celulares, 43.5 % de fibra detergente y ácida, 26.2 % de nitrógeno presente en paredes celulares, 33.3 % de nitrógeno presente en la fibra detergente ácida 10.7 %.

Se ha observado que el valor nutritivo de la biomasa comestible de cocoite en términos de digestibilidad, composición química y consumo puede ser superior al de otros forrajes, como el de *Panicum maximun* L.. Por ejemplo, Bulo *et al.* (1985) evaluaron la hoja y el tallo de *G. sepium* y encontraron una digestibilidad de 63.45 % en hoja y 46.1 % en tallo, así como nitrógeno, oxígeno y calcio de 4.9, 1.32 y 0.37 % en hoja mientras que en tallo fue 2.7, 0.64 y 0.36 %, respectivamente.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización y características del área experimental

El ensayo se estableció en el Campo Experimental Agroforestal Ixtacuaco (20°04´Lat. N y 97°04´ Long. W) del municipio de Tlapacoyan, Ver. El campo experimental se encuentra a una altitud de 152 msnm, donde prevalece un clima cálido húmedo caracterizado por lluvias durante todo el año, con temperatura y precipitación media anuales de 41.5oC y 1,534 mm, respectivamente. El sitio experimental presenta un pendiente de 10 %, cuyo suelo es del tipo vertisol con un pH de 6.5 a 7.0 y la roca madre se encuentra a una profundidad de 40 a 50 cm. El terreno se encontraba sin cultivar y con presencia de vegetación herbácea y arbustiva, la cual se eliminó antes de establecer la plantación de *G. sepium.*

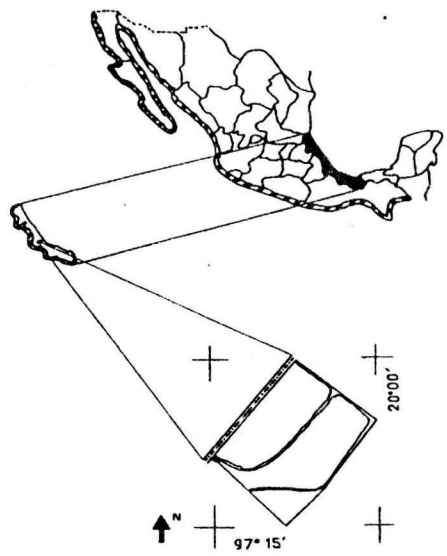


Fig. 2. Croquis de localización del Campo Experimental de Ixtacuaco

Clima

El clima que prevalece en la zona es del tipo cálido húmedo, con lluvias todo el año, posee una temperatura media anual de 23.8 °C y una precipitación pluvial anual de 1,513.7 mm (García, 1988).

Suelos

Los suelos corresponden a las unidades denominadas fluvisoles y litosoles. La primera tiene textura arenosa, buen drenaje, pH entre 5.0 y 6.5, y un porcentaje menor al 5 % en materia orgánica y en nitrógeno. Los litosoles tienen textura de arcilla a franca, drenaje interrumpido, pH entre 4.5 y 6.0, y un contenido de 5 a 6 % en materia orgánica y nitrógeno en su capa superficial. En las capas subsecuentes se observa bajos niveles en todos los nutrimentos (INEGI, 1988).

Hidrología

Los ríos más importantes de la región son: el María de la Torre, El Quilate, San Pedro, Chapa-Chapa que además son tributarios del río Nautla (Bobos). Los afluentes contribuyen en el lavado del suelo, provocando lixiviación de los materiales que lo componen. El río Nautla nace en la Sierra de Puebla, al sur de Teziutlán, por la unión del río Bobos con el Martínez de la Torre, recibiendo ya dentro de la planicie costera numerosos arroyos afluentes de su margen derecha, para seguir después con un caudal de importancia hacia la Barra de Nautla donde descarga al mar (INEGI, 1988).

Vegetación

La vegetación se caracteriza por una selva mediana subperennifolia, con árboles de 15 a 30 m de altura, entre el 25 y 50 % de sus componentes arbóreos pierden sus hojas durante marzo y mayo de cada año (INEGI, 1988). Entre las especies características se encuentra el chicozapote (*Achras zapota*), caoba (*Swietenia macrophylla*), pimienta (*Pimenta dioica*), naranjo (*Citrus sp.*).

Actualmente la región de Tlapacoyan, debido a la explotación ganadera que se ha desarrollado en esta, ocupada en su mayoría por pastizales a base de zacate Pangola, Guinea, Pará y Merkerón. En el renglón frutícola, el cultivo principal lo constituyen los cítricos entre los que destacan el naranja (*Citrus sinensis*), limón persa (*C. latifolia* Tan), mandarina (*C. reticulata*), pomelo (*C. grandis*); existiendo también plantaciones de café (*Coffea arábica*) y plátano (*Musa* sp), además de los cultivos tradicionales de maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y chile (*Capsicum* spp) (INEGI, 1988).

4.2. Diseño experimental y aplicación de tratamientos

La investigación se realizó en una plantación de *G. sepium* establecida en 1997. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con un arreglo factorial 4x2 en parcelas divididas con 4 repeticiones. Las parcelas principales correspondieron a la frecuencia de poda que fueron: 4 semanas, 8 semanas, 12 semanas y 24 semanas (testigo), mientras que las subparcelas correpondieron a las alturas de poda aplicadas a 1.0 m y 0.5m. La distancia entre hileras fue de 1.5 m y entre plantas de 1.0 m.; cada subparcela contó con 16 plantas, haciendo un total de 512 plantas útiles. Cada subparcela tuvo un área de 24

m^2 y dado que los tratamientos con sus repeticiones generaron un total de 32 parcela el área experimental fue de 768 m^2.

Para determinar la producción de biomasa en cada parcela, se procedió a realizar cortes de la parte aérea de las plantas con tijeras y machetes afilados. Cortadas las ramas se identificaeon y se colocaron a la sombra. Aquí se inició la separación de las hojas y los tallos, enseguida se pesaron por separado para obtener su peso fresco.

Para determinar el peso seco (PS) que fue el empleado para realizar el análisis, se utilizó el procedimiento siguiente. 1) De cada subparcela se seleccionó una muestra de 100 gramos de hojas y 100 gramos de tallo. 2) Las muestras fueron llevadas a la estufa, donde permanecieron por espacio de 72 horas a 100°C. 3) Posteriormente se secaron y se pesaron para obtener el peso seco. 4) Se aplicó la siguiente fórmula:

Hojas= 22g/100 = 0.22 x 385 g MS

Tallos= 19g/100=0.19 x 1300 g MS

Se obtiene así el factor de conversión y se estima la producción de materia seca total para ambos componentes y tratamientos.

4.3. Análisis de los resultados

Los datos de materia seca obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza mediante el procedimiento GLM del Statistical Analysis System (SAS).

El análisis incluyó la comparación entre tratamientos de poda (frecuencias y alturas), así como el número de cortes aplicados en cada tratamiento. En los casos donde se encontró diferencias significativas entre tratamientos se utilizó la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la comparación de medias.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Producción de materia seca aérea (MSA) total

La frecuencia de poda afectó el rendimiento de biomasa en *G. sepium*, durante el período de evaluación, ya que con excepción del componente de tallos, para el caso de hojas y el total de ambos se encontró respuestas altamente significativas ($p \leq 0.01$) y significativas ($p \leq 0.05$), respectivamente.

Respecto al factor altura se observó una situación similar a la encontrada para el factor frecuencia; sin embargo, para la interacción de ambos factores no se encontró diferencias significativas en el rendimiento de biomasa de *G. sepium*, lo que indica que el factor frecuencia de poda tuvo un efecto cuyo patrón de comportamiento fue similar en las dos alturas de poda aplicadas (Cuadro 2).

CUADRO 2. Análisis de varianza de producción de materia seca aérea (MSA), en hojas, en tallos y total de ambos en *G. sepium* bajo diferentes regímenes de poda durante un período de 24 semanas

Variable	MSA (kg parcela^{-1})	Cuadrados Medios y Significancia					
		Bloques	Frecuencia	Bl*Frec	Altura	Fre*Alt	Error
Hojas	3.5537	1.3885*	30.3440**	3.4331	2.0646*	0.3427NS	0.3928
Tallos	2.4090	0.1193	21.6409NS	8.0591	0.6435NS	0.2967NS	0.2846
Total	5.9627	1.7421NS	95.4420*	20.8475	5.0135*	1.2369NS	1.1559

* Significativo ($p \leq 0.05$) ** Altamente significativo ($p \leq 0.01$) y NS= No significativo

La producción total promedio de materia seca aérea durante el período de evaluación fue de 5.96 kg parcela^{-1} (equivalente a 4.97 ton ha^{-1} año^{-1}), donde el componente de hojas aportó la mayor cantidad de biomasa producida con el 51.6 % (3.55 kg parcela^{-1}) y el de tallos contribuyó con el 48.4 % (2.41kg parcela^{-1}). Estos fueron inferiores a los producidos por Duguma *et al.*, (1988) que registraron una producción promedio de MSA en *G. sepium*, de 6.62 ton $^{-1}$ ha^{-1} año^{-1} con una densidad de 40 mil plantas ha^{-1}. Nuestra producción fue de 4.97 ton $^{-1}$ ha^{-1} año^{-1}, superó a la obtenida a Sanginga *et al.* (1994) en la región de Nigeria que fue de 3.4 ton^{-1} ha^{-1} año^{-1} con una densidad de 5 mil plantas ton^{-1} ha^{-1} año^{-1} durante un periodo evaluación similar. De hecho, diferentes estudios realizados con la misma especie en otras regiones del mundo muestran una amplia variación en la producción de materia seca desde 5.5 ton ha^{-1} año^{-1} hasta 18.2 ton ha^{-1} año^{1} y 22.6 ton ha^{-1} año^{-1} en plantas de 6 y 12 meses de edad, respectivamente, (Kang y Mulongoy, 1987). Estos resultados son superiores a los obtenidos por el ILCA (1988), en un estudio realizado en Etiopía con la misma especie y frecuencias de poda donde se reporta un rendimiento de 2.83 ton ha^{-1}año^{-1} de materia seca. Sin embargo, en otro estudio realizado por la misma fuente, en el mismo año el rendimiento de materia seca de la misma especie fluctuó entre 2.7 y 6.5 ton ha^{-1}año^{-1}, lo cual muestra que la aplicación de podas al forraje, influye en gran medida sobre la productividad de la especie, particulamente en lo referente a la biomasa aérea, en términos de materia seca.

5.2. Efectos de la frecuencia de poda sobre la producción de materia seca aérea

La materia seca de hojas fue mayor que la de tallos con excepción de la frecuencia de poda de cada 24 semanas. Así mismo, se observó que la producción total promedio de

materia seca no mostró una tendencia regular con respecto a las frecuencias de podas aplicadas, ya que con excepción de la frecuencia de poda realizada cada cuatro semanas, donde la producción de materia seca obtuvo el rendimiento más bajo (0.931 ton ha^{-1} $año^{-1}$), en el resto de las frecuencias de poda no hubo diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0.05$) en los valores promedio registrados de la producción de materia seca. La frecuencia de poda cada ocho semanas obtuvo el mejor rendimiento con 8.78 ton ha^{-1} $año^{-1}$ de materia seca, seguido por las frecuencias de 12 (7.25 ton ha^{-1} $año^{-1}$) y 24 semanas (6.88 ton ha^{-1} $año^{-1}$) (Cuadro 3).

CUADRO 3. Producción de materia seca aérea (ton ha^{-1}) en *G. sepium* bajo cuatro frecuencias de poda durante un período de 24 semanas en Martínez de la Torre, Veracruz

Frecuencia (semanas)	Hojas	Tallos	Total
4	0.931 b	--------	0.931 b
8	5.420 a	3.362 a	8.782 a
12	4.536 a	2.722 a	7.258 a
24	3.328 a b	3.551 a	6.880 a b

Valores con misma letra dentro de columnas no difieren significativamente (Tukey, $p \leq 0.05$).

Estos resultados permiten establecer que *G. sepium*, posee potencial para ser considerada como una especia productora de forraje complementario o alternativo, de acuerdo con los requerimientos que tenga el productor en la región, para lo cual se podría aplicar la frecuencia de poda aérea que mejor se sincronice con la producción de forraje requerida. Así mismo, es importante agregar que la proporción de MSA de hojas y tallos también estuvo influenciada por la frecuencia de podas al momento de la cosecha. Con excepción de la frecuencia de 24 semanas, donde el componente de tallos presentó la mayor

proporción (51.7 %) que las hojas (48.3 %), en el resto de las frecuencias de poda, el componente de hojas registró una mayor proporción que el componente de tallos. De esta manera, la frecuencia de poda cada cuatro semanas, debido a su mayor periodicidad de aplicación, registró un 100 % de hojas, ya que no ocurrió desarrollo de tallos; por su parte, la frecuencia de ocho semanas presentó un 61.7 % de hojas y 38.3 de tallos, mientras que la de 12 semanas registró una mayor proporción de hojas que la anterior con 62.5 % en tanto que de tallo fue de 37.5 % (Figura 3).

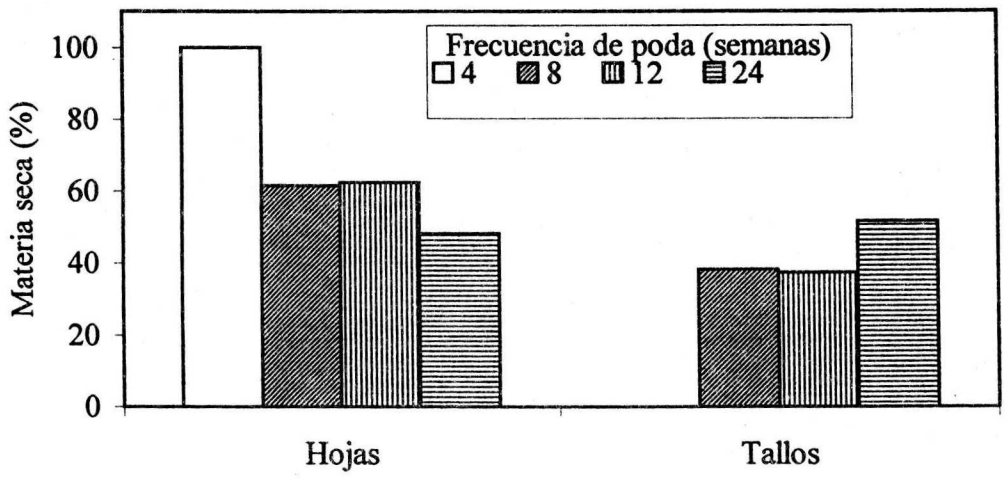


Figura 3. Distribución de materia seca de hojas y tallos en *G. sepium* para cuatro frecuencias de poda durante un período de 24 semanas

Dado que las hojas y los tallos difieren en su estructura y composición química, las diferencias en la proporción de estos componentes podría tener efectos importantes sobre su digestibilidad en el caso de que se destine a la producción de forraje.

Duguma *et al.* (1988) determinaron rendimiento de entre 0.65 y 3.9 ton ha^{-1}, con frecuencias de poda de 4 y 12 semanas y densidades de 40 mil plantas por ha respectivamente; sin embargo, con poda cada 24 semana obtuvieron 5.4 ton ha aproximadamente. En nuestra investigación la producción de materia seca en la poda de

cuatro semanas fue inferior a la obtenida por Duguma *et al.* (1988), ya que sólo registró 0.931 ton ha^{-1} $año^{-1}$. En la frecuencia de corte de 24 semanas nuestros resultados superaron a los obtenidos por Duguma, ya que la cantidad de materia aérea seca fue de 6.880 ton ha^{-1} $año^{-1}$.

5.3. Efectos de la altura de poda sobre la producción de materia seca aérea

En general, la producción total promedio de materia seca, así como la de sus componentes (hojas y tallos) fue mayor en la altura de poda de 1.0 m que en la aplicada a 0.5 m de altura. Sin embargo, sólo para el componente de hojas se encontró diferencias significativas (Tukey $p \leq 0.05$) en la producción de materia seca entre ambas alturas, manteniéndose la superioridad de producción en la altura de 1.0 m (Cuadro 4).

CUADRO 4. Producción promedio de materia seca aérea (kg ha^{-1}) de *G. sepium*, bajo dos alturas de poda

Altura (m)	Hojas	Tallos	Total
0.5 m	3.300 b	2.267 a	5.567 a
1.0 m	3.808 a	2.551 a	6.358 a
DMS	0.483	0.411	0.828

Valores con misma letra dentro de columnas no difieren significativamente (Tukey, $p \leq 0.05$).

Molina *et al.* (1994) en un estudio efectuado en Colombia, utilizando cuatro alturas de corte (40, 80, 100 y 120 cm), encontraron que el corte a mayor altura tuvo mejor comportamiento, en cuanto a competencia con las otras especies vegetales asociadas al cultivo. En nuestro estudio la altura de un metro registró una mayor producción que la de 0.5 m, presentando una tendencia similar con los obtenidos en el estudio citado, situación

que permite inferir que una menor altura de poda provoca que las plantas produzcan menor cantidad de materia seca debido a que no tienen el tiempo suficiente de recuperación.

Por otra parte, Wiersum y Dirdjo (1987) encontraron en un estudio efectuado en Indonesia, con *G. sepium*, en intervalos de corte de cinco semanas una proporción 72 % de hojas y 28 % de tallos. La cantidad de hojas obtenidas en este experimento fue superior a la obtenida en el nuestro; así mismo, Maghembe y Prins (1994) en Malawi, con una frecuencia de poda de 12 semanas de esta especie, encontraron una proporción de 51 % de follaje y 49 % de tallo. Lo anterior pone de manifiesto que la eliminación de MSA modifica sustancialmente la asignación de fotosintatos dentro de la planta, de tal manera que cada aplicación de poda obliga a la planta a utilizar sus reservas energéticas para la construcción de aparatos fotosintéticos (Erdman *et al.* ,1993)(Figura 4).

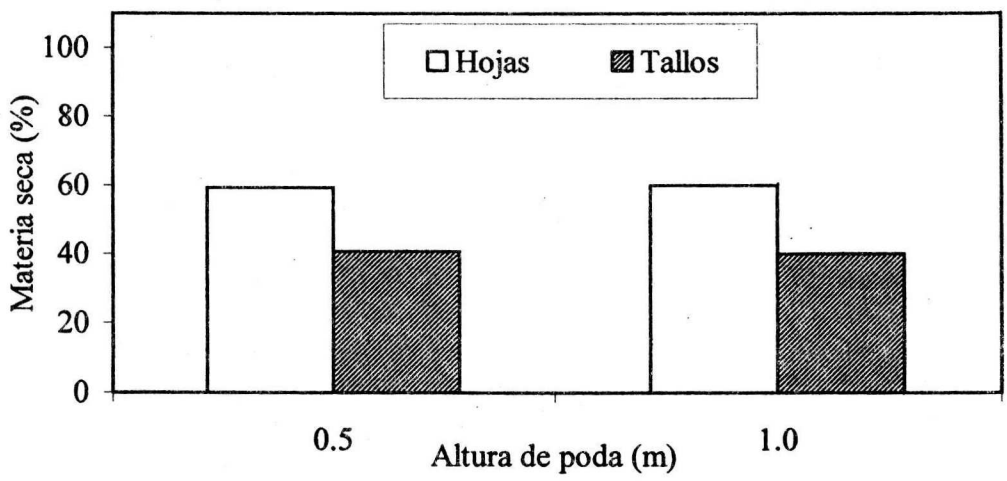


Figura 4. Distribución de materia seca aérea de hojas y tallos en *G. sepium*, para dos alturas de poda (0.5 y 1.0 m, respectivamente) durante un período de evaluación de 24 semanas

Por su parte, Atta-Krah (1987) en un estudio realizado en el oeste de Africa reportó un crecimiento promedio en altura de 2.03 -3.50 m, a seis meses de establecida la plantación

por semilla. No tomando en cuenta el corte a nivel de suelo debido a las desventajas que tendría al permitir mayor incidencia de malezas y por no dejar reservas en la planta para favorecer un mejor rebrote; además, se pueden presentar problemas de enfermedades.

Respecto a la distribución de materia seca de los componentes de hojas y tallos para las dos alturas de poda evaluadas, se observó que la producción de materia seca en hoja en la altura de 0.5 m al igual que en la altura de 1.0 m registró una mayor proporción de materia seca que la obtenida en los tallos.

5.4. Dinámica de la producción de materia seca aérea (MSA)

La frecuencia de poda afectó en forma significativa ($p \leq 0.05$) y altamente significativa ($p \leq 0.01$) la producción de materia seca total (hojas y tallos) obtenida en cada uno de los cortes aplicados durante el período de evaluación (24 semanas) (Cuadro 5).

CUADRO 5. Análisis de varianza de la materia seca aérea (kg parcela^{-1} de MSA) total (hojas y tallos) en *G. sepium*, en cada corte, durante un período de 24 semanas

Corte	MSA	Cuadrados Medios y Significancia					
	kg parcela^{-1}	Bloques	Frecuencia	Bl * Frec	Altura	Frec*Alt	Error
1	0.011	0.00069642	0.00414050*	0.00669642	0.00024200	0.00024200	0.00002808
2	0.433	0.06482953	4.41285145**	0.16396875	0.02790703	0.03935236	0.01480028
3	0.809	0.39217078	17.91239795**	0.30482756	0.79537578*	0.81446328*	0.18636966
4	0.93	0.56477608	23.43671133**	0.53063664	1.15824200**	1.07248900**	0.11321975
5	0.02	0.00015424	0.01288013**	0.00015424	0.000 4196	0.00014196	0.00017047
6	3.757	1.2242295	60.4223968*	18.2597186	0.0058536	0.1282357	0.7859142

* Significativo ($p \leq 0.05$). ** Altamente significativo ($p \leq 0.01$), MSA (Materia seca aérea)

Para el caso de la altura, únicamente se encontró respuestas significativas para la producción de materia seca en los cortes 3 y 4; observándose una situación similar para el caso de la interacción frecuencia*altura. En el caso de los cortes 3 y 4 hubo significancia estadística de la interacción, lo cual indica que el efecto de la frecuencia de poda no tuvo

un patrón de comportamiento similar sobre la producción de materia seca en las dos alturas de poda aplicada, en cada uno de los cortes efectuados.

La producción de materia seca se incrementó conforme se aplicaron los cortes sucesivos durante el período de evaluación, con excepción del corte 5 donde la materia seca se redujo hasta un valor cercano al obtenido en el corte 1. La materia seca fluctuó entre .011 en el corte 1 hasta 3.757 en el corte 6, lo cual indica un incremento de más de 300 veces de la cantidad obtenida en el corte 1. Lo anterior permite inferir que *G. sepium*, es una especie con alto potencial para la producción de biomasa con diversos fines, especialmente para forraje cuando dicha especie es sometida a un manejo periódico de podas al follaje. Lo anterior ha sido observado por ILCA (1988) que cita un rendimiento de 2.83 ton ha^{-1} $año^{-1}$.

Respecto a la producción total promedio de materia seca de tallos en cada uno de los cortes aplicados, correspondientes a las diferentes frecuencias de poda evaluadas, dicha variable mostró la tendencia a incrementarse conforme las podas fueron menos frecuentes, con excepción de la frecuencia de poda de cuatro semanas, donde la materia seca de tallos producida mostró una tendencia irregular, ya que la producción más baja obtenida en el corte 1 (0.0453 ton ha^{-1} $año^{-1}$) fue cinco veces inferior a la obtenida en el corte 4 (0.230 ton ha^{-1} $año^{-1}$); mientras que en la frecuencia de poda de cada ocho semanas la materia seca de tallos se incrementó casi 2.5 veces entre el primer corte (1.539 ton ha^{-1} $año^{-1}$) y el último (3.750 ton ha^{-1} $año^{-1}$); por su parte, en la frecuencia de 12 semanas dicho incremento fue de casi 1.4 veces entre el primero (3.050 ton ha^{-1} $año^{-1}$) y el último corte (4.208 ton ha^{-1} $año^{-1}$). Finalmente, la frecuencia de poda cada 24

semanas registró la mayor producción de materia seca de tallos con 6.880 ton ha^{-1} $año^{-1}$ (Figura 5).

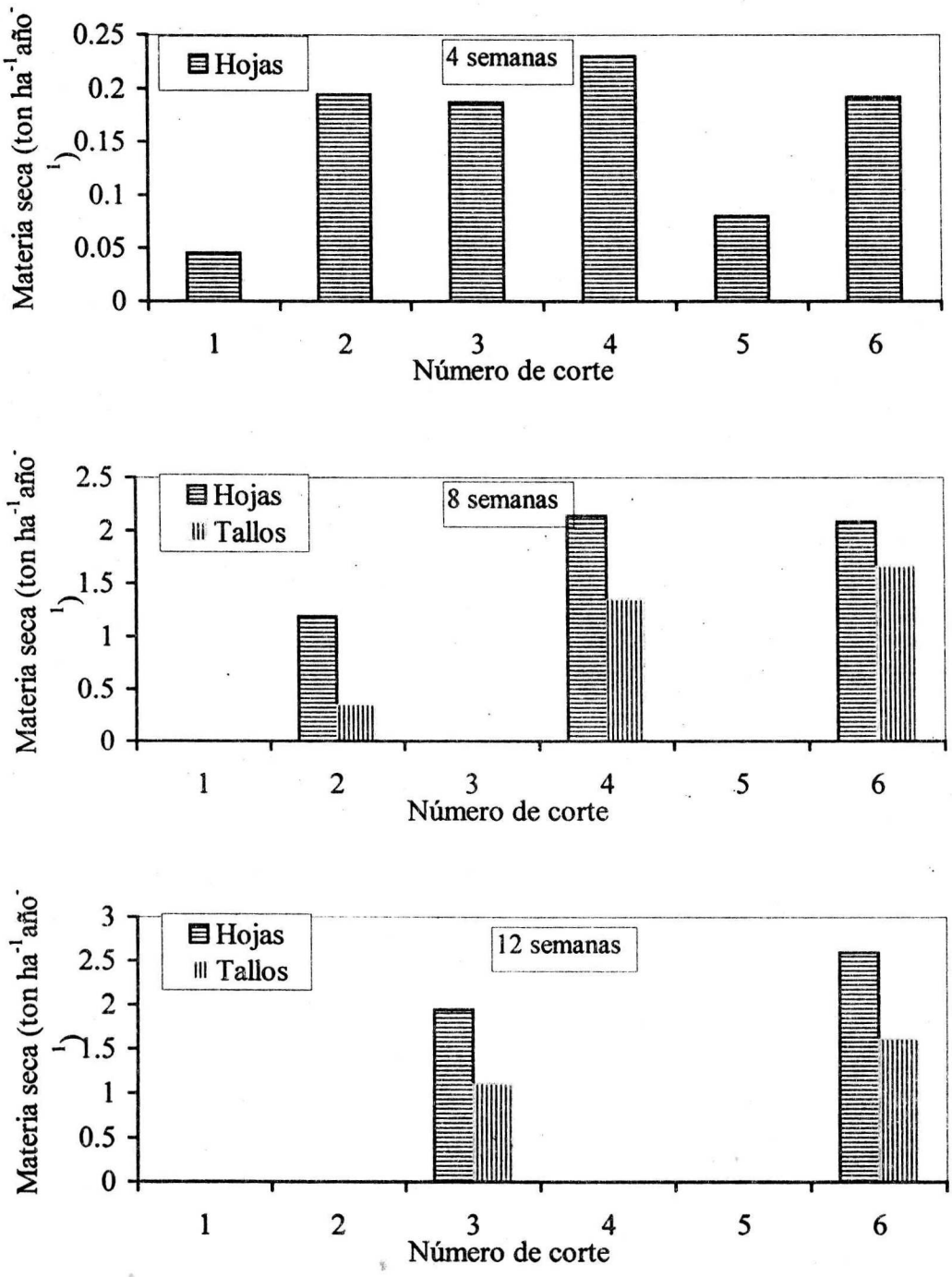


Figura 5. Dinámica de la producción de materia seca de *G. Sepium*, en los cortes sucesivos de diferentes frecuencias de poda durante un período de evaluación de 24 semanas.

El aumento de la producción de biomasa de los cortes sucesivos observados en este estudio es comparable al obtenido por Erdman *et al.* (1993) en un estudio efectuado en Nigeria, con esta misma especie. Estos autores encontraron que al utilizar un régimen de poda de tres semanas, la producción de MSA en el primer corte fue equivalente a tan sólo 0.036 ton ha^{-1}, pero aumentó entre 2.7 y casi siete veces en los tres cortes siguientes. Sin embargo, en ese mismo estudio se encontró que con un régimen de poda de seis semanas, la producción de MSA del primer corte (0.801 ton ha^{-1}), fue mucho mayor a la obtenida en el segundo y último corte (0.110 ton ha^{-1}), lo cual es atribuido a la escasa precipitación ocurrida durante la realización de dicho estudio (Cuadro 6).

CUADRO 6. Producción de materia seca de tallos (kg $parcela^{-1}$) en *G. sepium*, para diferentes cortes bajo dos alturas de poda durante un periodo de 24 semanas

Altura	Número de corte					
(m)	1	2	3	4	5	6
0.5	0.0086 b	0.4038 a	0.652 a	0.740 b	0.0179 a	3.744 a
1.0	0.0141 a	0.4629 a	0.967 a	1.121 a	0.0221 a	3.771 a
DMS	0.0041	0.0937	0.3325	0.2592	0.0101	0.683

Valores con misma letra dentro de columnas no difieren significativamente (Tukey, $p \leq 0.05$).

En este cuadro la producción total de materia seca aérea de tallo en *G. sepium*, bajo dos alturas de poda respectivamente (0.5 y 1.0 m); presenta los resultados siguientes: para los intervalos 1, 3, 4, 6 y 7, no hubo diferencias en la producción correspondiente a la altura de un metro. Estas son iguales estadísticamente; para los intervalos 2 y 5 aparece una diferencia en la producción de materia seca de tallo, influenciada por la altura de poda de 1.0 m. En ambos intervalos ésta fue superior, esto se debe a que la poda a 0.5 m tarda más tiempo en desarrollarse, y la competencia con las plagas así como por luz y aire, lo que contribuye a que tenga menos rendimiento de MSA.

La dinámica observada de la producción de MSA, aparentemente se relaciona con el patrón normal de la fenología vegetativa de la especie y los cambios en las condiciones ambientales del sitio donde se estableció el estudio, ya que los tratamientos de poda (primer corte) se establecieron al inicio de la estación de crecimiento. En el mes de febrero se realizó una poda de homogeneización y en marzo la primera poda, período del año en que la precipitación pluvial media mensual se incrementa gradualmente. La reducción observada en la producción de MSA, durante el primer corte en régimen de cuatro semanas puede atribuirse al efecto combinado de un descenso de la precipitación pluvial con un incremento de la temperatura que se presentó durante los meses de febrero a junio; posteriormente el incremento significativo observado en la producción de MSA, en la poda de ocho semanas puede atribuirse tanto al aumento de la precipitación pluvial como en la disminución de la temperatura media mensual, lo cual propició un mayor incremento de la especie. El aumento en la producción de biomasa de los cortes sucesivos observados en este estudio es comparable al registrado por Beliard (1984), quien encontró más biomasa total y leña cuando los árboles se podaron a nueve meses de edad con valores de 5.28 ton ha^{-1} $año^{-1}$.

6. CONCLUSIONES

La producción de materia seca aérea (MSA) en *G. sepium*, durante la evaluación de cuatro períodos de poda y dos alturas de corte se vio afectada de forma significativa por el factor frecuencia y el factor altura. La interacción de ambos factores no fue significativa.

La mayor producción de materia seca aérea se obtuvo en la frecuencia de poda de ocho semanas con una producción de 8.782 ton ha año^{-1} y la menor cantidad de MSA se obtuvo en la frecuencia de corte de cuatro semanas con una producción de 0.931 ton ha^{-1} de materia seca al año. Así mismo las frecuencias de corte de 12 y 24 semanas produjeron, respectivamente 7.258 y 6.880 ton ha año^{-1} seguida a la obtenida en la frecuencia de ocho semanas.

En cuanto la altura, los resultados muestran que no hay diferencia significativa en la producción promedio de materia seca, obtenida en los cortes a 0.5 y 1.0 m. Cabe aclarar que en el Cuadro 7, en la frecuencia correspondiente al PSTOT2 y PSTOT5, se señala que la altura de ésta fue diferente a la de 0.5 m, registrando una cantidad mayor la primera. Esto fue debido a que el corte a 0.5 m, las plantas tardan más tiempo en reponerse de las heridas que le ocasiona el corte de las ramas, y la competencia con la maleza es mucho mayor que la que se podan a 1.0 m de altura. de

Lo anterior pone de manifiesto que la eliminación de la biomasa aérea modifica sustancialmente la asignación de fotosintatos dentro de la planta, de tal manera que cada

aplicación de podas obliga a la planta a utilizar sus reservas energéticas para la reconstrucción del aparato fotosintético.

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda evaluar la producción de biomasa en *G. sepium* por un periodo más prolongado, para confirmar su potencial como productora de forraje. También es necesario evaluar otros regímenes de poda y determinar el valor nutritivo de la biomasa de *G. sepium* obtenida en diferentes frecuencias y alturas de poda y considerar otros factores climáticos y edáficos, para determinar su efecto sobre producción de materia seca.

Recomendamos establecer niveles mínimos del valor nutritivo de *G. sepium*, que satisfagan los requerimientos de alimentación del ganado y efectuar estudios para evaluar el consumo de forraje de *G. sepium* en diferentes proporciones dentro de la dieta y su efecto sobre la producción del ganado (ganancia de peso y producción de leche).

Se recomienda continuar con investigaciones en *G. sepium* con fines de forraje en los diversos sistemas en que se utiliza en la región, ya sea como cerco vivo, sombra para cultivo, banco de proteína, en la producción de abono, entre otros.

Se recomienda difundir los resultados de la investigación de *G. sepium* establecida en plantaciones, a fin de que sea utilizada con fines de forraje, en épocas críticas de escasez de pasturas convencionales en la región donde se realizó el estudio.

8. BIBLIOGRAFÍA

Atta-Krah; A. N. 1987. Variability in initial growth and leaf coloration in relation to initiation of nodulation in uninnoculated accessions of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. Nitrogen fixing tree research reports.5:39-41

Atta-Krah, A.N.; J. E. Sumberg. 1986 Studies with *G. sepium* for crop-livestock production systems in West Africa. In: *G. sepium* (Jacq.) Walp: Management and improvement. Proceedings of Workshop held at CATIE. Hawaii, USA. pp:31-43 (Special pub. 97-01).

Baggio, A. J. 1982. Establecimiento, manejo y utilización del sistema agroforestal, cercos vivos de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Costa Rica. Turrialba. Pp 48-53

Beliard, C. A. 1984. Producción de biomasa de *Gliricidia sepium* en cercas vivas bajo tres frecuencias de poda. Tesis de Maestría en Ciencias. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 91p.

Benavides, J. E., 1993. Árboles forrajeros en América Central en: II Seminario Centroamericano y del Caribe sobre Agroforestería con rumiantes menores. Instituto Nacional de Aprendizaje (ed.) San José, Costa Rica. p:33.

Benneker, C.; J. E Vargas, 1994. Livestock Research for Rural Develoment (6). SCIPAV Cali Colombia. pp. 31-39

Blohm, H., 1962. Poisonous plants of Venezuela. Harvard University Press. Cambridge, USA. P.15-20

Bulo, D. B.; E. Warren; D. A. Ivory. 1985. Nutritive value assessment of grass and legume apesises. Annual report forage research Balaipenelitiean Ternak, Malawi, Indonesia, project. pp. 40-41

Carew, B. A.R. 1983. *Gliricidia sepium* as a sole feed for small rumiants. Tropical Grasslands 17(4): 181-184.

CATIE, 1997. *Gliricidia sepium* (Jacq). Walp. Nota Técnica sobre manejo de semillas forestales N°. 3 CATIE. Turrialba, Costa Rica. 2 p.

CATIE, 1991. Madero negro *Gliricidia sepium* (Jacq.), especie de árbol de uso múltiple en América Central (serie técnica) CATIE N° 180, Turrialba, Costa Rica. 72 p.

CATIE, 1986. Madero negro *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp., especie de árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, Costa Rica, 79 p Serie Técnica n°. 180.

Chadhokar, P. A., 1982. *Gliricidia maculata,* una leguminosa forrajera prometedora. Revista Mundial de Zootecnia. 44. Pp. 36-43.

Chadhokar, P. A.; H. R. Kantharaju. 1980. Effect of *Gliricidia sepium* on growth and breeding of Bannur ewes. Tropical Grass lands 14: 78-82.

Duguma, B; B.T. Kang; D. U. U. Okali. 1988. Effect of prunning intensities of three woody leguminous species grown in alley cropping with maize and cowpea on an alfisol. Agroforestry Systems. 6: 19-33

Erdmann, T. K.; P. K. R. Nair ; B. T. Kang. 1993. Effects of cutting frecuency and cutting height on reserve carbohydrates in *Gliricidia sepium*. Forest Ecology and Management. 57: 45-60

Ford, L. B. 1987. Experiences with *Gliricidia sepium* in the Caribbean in: *G. sepium* (Jacq). Walp.: Management and improvement proceeding of workshop held at CATIE, Turrialba, Costa Rica. June 1987. Nitrogen Fixing tree Association. Special Publication 87-01. 37 p.

García, E. 1988. Modificaciones del sistema de clasificación climatológica de Köppen para México. 3a. Ed.. México, D.F. 71 p.

Giner, CH. B. I. 1996. Condensed tannins in tropical forage. Thesis Doctor of Philosophy. Faculty of the Graduate School of Cornell University. New York. USA. P.196

Gómez, M. E.; Rodríguez, L; Murguerito, E., 1995. Arboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente protéica, Cali, Valle, Colombia. pp 15-68

ILCA – International Livestock Centre for Africa, 1988. Annual Report. Addis Abeba. Ethiopia. P31

INEGI, 1988. Síntesis Geográfica, Nomenclatura y Anexo Cartográfico del Estado de Veracruz. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.D.F. pp 12-19

Kang, B.T.; K. Mulongoy, 1987. *Gliricidia sepium* as a source of green manure in an alley cropping system. In: D. Withington, N. Glover and J. Brewbaker (ed.) *Gliricidia sepium*: management and improvement. NFTA. Special publication 87-01. Turrialba, Costa Rica. pp. 44-49

Llera, Z. M., 1993. Análisis del crecimiento y distribución de biomasas en propágulos vegetativos y en plántulas de cocoite (*Gliricidia sepium* (Jacq) Walp.). Tesis de Maestría en Ciencias. Programa Forestal. Colegio de Postgraduados. Montesillos, Edo. de México. 100p.

Llera, Z. M.; F. Meléndez N., 1989. Supervivencia de especies forestales tropicales para cercos vivos bajo diferentes condiciones de drenaje en Tabasco. En: Memoria. Simposio Agroforestal en México; Sistema y métodos de uso múltiple del suelo Tomo 1 Fac. Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. México.Pp. 286-302.

Maghembe, J. A. ; H. Prins, 1994. Performance of multipurpose trees for agroforestry two years after planting at Makoka, Malawi. Forest Ecology and Management. 64 172-182.

Mahadevan, V., 1956. Nutritive value of green manure crops: 2. *Gliricidia maculata.* Indian Vet. J. 32:457-462.

Martínez, H.B., 1987. Estudio sobre leña en hogares, pequeña industria y distribuidores de Guatemala. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE, Serie Técnica Turrialba. Costa Rica, 10p..

Menor, S. A. ; D.F.D. Hovell, 1997. Rate of rumen digestion of different protein sources using *In vivo* the nylon bagtechnique with cattle fed sugar cane. Tropical animal production 4: 105-106.

Molina, C. H. E. J. Molina ; J. P. Molina, 1994. Evaluación agronómica y utilización del carnero africano en *Gliricidia sepium.* Resumen sobre el matarratón "El Hático", Departamento El Valle del Cauca, Colombia. 25 p.

NFTA, 1986. Produccion y uso de *Gliricidia sepium*. Editado por Nancy Glover. Manual de campo, Asociación de árboles fijadores de nitrógeno.45p.

NFTA, 1987, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp: management and improvement proceding of a work held at CATIE, Turrialba, Costa Rica. 226p.

NFTA, 1989. Panorama general de los árboles fijadores de Nitrógeno, Wimanalco Hawaii.

Niembro, R. A., 1986. Arboles y arbustos útiles de México. Segunda reimpresión. Editorial Limusa, México, D.F. pp.96-97

Nochebuena, G.; P.B.O., 1986 The nutritional velue of high-protein forage fom *Gliricidia sepium* World Animal Review 57: 48-49.

Norton, B. W., 1994. Tree legumes as dietar y suplements for rumiants. In: Forage tree legumes in Tropical Agriculture. Guttering R. C. & Shelton H. M. (ed). CAB International, Australia, pp: 192-201.

Pennington, T.D.; J. Sarukhan J., 1986. Manual para la identificación de los principales árboles tropicales de México. INIF. FAO. SAG. México. D. F. 413p.

Rahajo, Y C. ; P. R. Cheeke, 1985. Palatability of tropical tree legume forage for rabbits. Nitrogen Fixing tree Research Reports 3: 31-32.

Raj, S.P.; M. N. Kutty. 1984. Food Conversion Officiency and Nitrogen Balance in *Cirrhinus mrigala* Finder Lind feed on three pelleted compounded with wild legumos. Journal of the Indian of Science 65(6): p. 59-64

Romero, B.J.O. *et al.*, 1997. Digestibilidad de la paja de frijol (*Phaseolus vulgaris*) suplementada en la dieta de los rumiantes. 80p.

Sánchez, P. 1981. Suelos del Trópico características y manejo. IICA. Costa Rica. Pp 89-92

Sanginga, N; K. Manrique; G. Hardason, 1994. Variation in nodulation and N2 fixation by the *Gliricidia sepium /Rhizobium* spp. symbiosis in a calcareous soil. Biology and fertility of soils. 11: 273-278.

Sriskandarajah, N., 1985. Evaluation of Gliricidia sepium as forage for small ruminants in Papua New Guinea. Nit.Fix. tree Res. Rep. 3:37-38

Uphof. J. C. T., 1968. Dictionary of economic plants 2nd. Gel. Leher, W. Germany; V. J. Von Cramer. Pp. 67-69

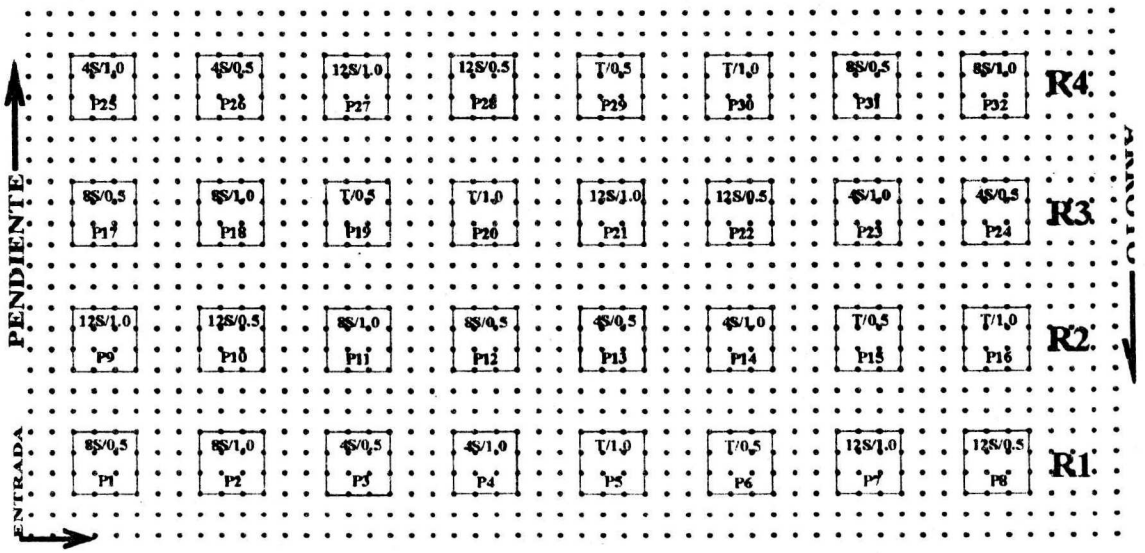
Van Soest, B. J., 1982. Nutritional ecology of the ruminat. O. and B. Books inc Corvallis Oregon, USA..373.p

Vargas, B.; E. Hugo; G. Pablo; S. Elvira, 1987. Composición química digestibilidad y consumo de leucaena (*Leucaena leucocephala)*, madre del cacao (*G. sepium*) y caulate (*Guazuma ulmifolia*); *G. sepium* (Jacq.) Walp.; 8 Management and improvemente. June 21-27, 1987, CATIE, Turrialba, Costa Rica. Pp 20-25

Wiersum, F.; S.Dirdjo Soemarto, 1987. Past and current research with *Gliricidia sepium* in Asia. In: *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.: management and impravement Proceedings. Workshop held at Hawaii, USA. Nitrogen Fixing tree Association (Special publication 87-01). CATIE, Turrialba, Costa Rica, June, 1987. Pp: 20-28

9. ANEXOS

Diseño experimental de la plantación de G. sepium establecida enIxtacuaco, Veracruz



Diseño experimental de la plantación de *G. sepium* establecida en Ixtacuaco, Ver.

Factorial 4X2 en parcelas divididas con 4 repeticiones
Parcela grande= Frecuencia de poda: 4 semanas (A1); 8 semanas (A2); 12 semanas (A3). Testigo **(A4) 24 semanas**
Parcela chica= Altura de poda: 1.0m (B1); 0.5m(B2). Testigo: Poda inicial a 1.0m y 0.5m.
1.5m entre hileras. 1.0m entre plantas, 16 plantas por parcela. Plantas útiles= 512
Totales= 1144 Sup. experimental= 432m2 Sup. total= 1716m2

Promedios de producción de materia seca (gr) del follaje producido por las podas aplicadas a Gliricidia sepium en la plantación experimental en Ixtacuaco, Veracruz (1998)

OBS	REP	PARC	INT	ALT	PSH1	PST1	PSH2	PST2	PSH3	PST3	PSH4	PST4	PSH5	PST5	PSH6	PST6	PSH7	PST7	PSHA	PSTA	PSPA
1	1	3	4	0.5	466	1862	74	0	228	0	198	0	294	0	89.7	0	208	0	1558	1862	3420
2	2	13	4	0.5	186	6253	43	0	114	0	414	0	299	0	71.4	0	197.8	0	1325	6253	7578
3	3	24	4	0.5	180	719	21	0	500	0	161	0	240	0	62.4	0	250	0	1414	719	2133
4	4	26	4	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63.8	0	109.2	0	173	0	173
5	1	4	4	1	153	663	105	0	400	0	320	0	391	0	87.4	0	218.5	0	1675	663	2338
6	2	14	4	1	171	4908	68	0	200	0	198	0	336	0	88	0	222.5	0	1284	4908	6192
7	3	23	4	1	242	659	53	0	114	0	210	0	280	0	131	0	220.8	0	1251	659	1910
8	4	25	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48.3	0	115	0	163.3	0	163.3
9	1	1	8	0.5	223	986	0	0	624	147	0	0	1200	483	0	0	1276	504	3323	2120	5443
10	2	12	8	0.5	633	5692	0	0	1296	286	0	0	2352	1352	0	0	1450	651	5731	7981	13712
11	3	17	8	0.5	353	347	0	0	847	247	0	0	2668	1430	0	0	1620	992	5488	3016	8504
12	4	31	8	0.5	768	4973	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1140	660	1908	5633	7541
13	1	2	8	1	796	2795	0	0	1104	252	0	0	1992	1000	0	0	924	480	4816	4527	9343
14	2	11	8	1	685	4865	0	0	1320	340	0	0	3080	1392	0	0	1647	961	6732	7558	14290
15	3	18	8	1	559	5165	0	0	1104	315	0	0	3510	1560	0	0	1508	900	6681	7940	14621
16	4	32	8	1	984	3836	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1426	780	2410	4616	7026
17	1	8	12	0.5	763	3827	0	0	0	0	1008	486	0	0	0	0	1960	1147	3731	5460	9191
18	2	10	12	0.5	642	4004	0	0	0	0	3074	1230	0	0	0	0	3264	1920	6980	7154	14134
19	3	22	12	0.5	611	4409	0	0	0	273	1008	1176	0	0	0	0	3100	2074	4719	7932	12651
20	4	28	12	0.5	362	1219	0	0	0	0	1218	455	0	0	0	0	1820	1064	3400	2738	6138
21	1	7	12	1	154	1512	0	0	0	0	2835	1215	0	0	0	0	2610	1395	5599	4122	9721
22	2	9	12	1	382	3318	0	0	0	0	2775	1395	0	0	0	0	2800	1560	5957	6273	12230
23	3	21	12	1	829	5591	0	0	0	300	1068	1827	0	0	0	0	3200	2108	5097	9826	14923
24	4	27	12	1	630	334	0	0	0	0	2550	1080	0	0	0	0	2000	1643	5180	3057	8237
25	1	6	24	0.5	994	6274	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4480	5760	5474	12034	17508
26	2	15	24	0.5	405	2671	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3920	5250	4325	7921	12246
27	3	19	24	0.5	269	1862	0	0	0	0		0	0	0	0	0	3220	2720	5163	4582	9745
28	4	29	24	0.5	396	1572	0	0	1512	660	0	0	1050	480	0	0	4050	5100	5496	7152	12648
29	1	5	24	1	822	667	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6120	7200	6942	7867	14809
30	2	16	24	1	504	3272	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3240	3500	3744	6772	10516
31	3	20	24	1	408	2982	0	0	0	0		0	0	0	0	0	3080	2541	6848	5523	12371
32	4	30	24	1	413	2142	0	0	1728	529	0	0	1296	3099	0	0	4200	3740	5909	8981	14890

Resultados análisis de varianza en SAS

Dependent Variable: PSTOT1

Source	DF	Squares	Square	F Value	Pr > F
Model	19	112.8682801	5.9404358	2.34	0.0677
Error	12	30.5076087	2.5423007		
Corrected Total	31	143.3758889			

R-Square	C.V.	Root MSE	PSTOT1 Mean
0.787219	48.89011	1.594459	3.26131250

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	3	29.81227937	9.93742646	3.91	0.0369
INT	3	16.58145212	5.52715071	2.17	0.1441
REP*INT	9	54.93166438	6.10351826	2.40	0.0795
ALT	1	0.37845000	0.37845000	0.15	0.7064
INT*ALT	3	11.16443425	3.72147808	1.46	0.2737

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	3	29.81227937	9.93742646	3.91	0.0369
INT	3	16.58145212	5.52715071	2.17	0.1441
REP*INT	9	54.93166438	6.10351826	2.40	0.0795

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ALT	1	0.37845000	0.37845000	0.15	0.7064
INT*ALT	3	11.16443425	3.72147808	1.46	0.2737

Tests of Hypotheses using the Type III MS for REP*INT as an error term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
INT	3	16.58145212	5.52715071	0.91	0.4758

Dependent Variable: PSTOT2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	19	0.02174650	0.00114455	40.76	0.0001
Error	12	0.00033700	0.00002808		
Corrected Total	31	0.02208350			

R-Square	C.V.	Root MSE	PSTOT2 Mean
0.984740	46.58788	0.005299	0.01137500

Dependent Variable: PSTOT2

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	3	0.00208925	0.00069642	24.80	0.0001
INT	3	0.01242150	0.00414050	147.44	0.0001
REP*INT	9	0.00626775	0.00069642	24.80	0.0001
ALT	1	0.00024200	0.00024200	8.62	0.0125
INT*ALT	3	0.00072600	0.00024200	8.62	0.0025

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	3	0.00208925	0.00069642	24.80	0.0001
INT	3	0.01242150	0.00414050	147.44	0.0001
REP*INT	9	0.00626775	0.00069642	24.80	0.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ALT	1	0.00024200	0.00024200	8.62	0.0125
INT*ALT	3	0.00072600	0.00024200	8.62	0.0025

Tests of Hypotheses using the Type III MS for REP*INT as an error term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
INT	3	0.01242150	0.00414050	5.95	0.0161

Dependent Variable: PSTOT3

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	19	15.05472584	0.79235399	53.54	0.0001
Error	12	0.17760338	0.01480028		
Corrected Total	31	15.23232922			

R-Square	C.V.	Root MSE	PSTOT3 Mean
0.988340	28.07388	0.121656	0.43334375

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	3	0.19448859	0.06482953	4.38	0.0266

INT	3	13.23855434	4.41285145	298.16	0.0001
REP*INT	9	1.47571878	0.16396875	11.08	0.0001
ALT	1	0.02790703	0.02790703	1.89	0.1948
INT*ALT	3	0.11805709	0.03935236	2.66	0.0957

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	3	0.19448859	0.06482953	4.38	0.0266
INT	3	13.23855434	4.41285145	298.16	0.0001
REP*INT	9	1.47571878	0.16396875	11.08	0.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ALT	1	0.02790703	0.02790703	1.89	0.1948
INT*ALT	3	0.11805709	0.03935236	2.66	0.0957

Tests of Hypotheses using the Type III MS for REP*INT as an error term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
INT	3	13.23855434	4.41285145	26.91	0.000

Dependent Variable: PSTOT4

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	19	60.89591984	3.20504841	17.20	0.0001
Error	12	2.23643588	0.18636966		
Corrected Total	31	63.13235572			

R-Square	C.V.	Root MSE	PSTOT4 Mean
0.964575	53.33607	0.431706	0.80940625

Dependent Variable: PSTOT4

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	3	1.17651234	0.39217078	2.10	0.1531
INT	3	53.73719384	17.91239795	96.11	0.0001
REP*INT	9	2.74344803	0.30482756	1.64	0.2102
ALT	1	0.79537578	0.79537578	4.27	0.0611
INT*ALT	3	2.44338984	0.81446328	4.37	0.0268

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	3	1.17651234	0.39217078	2.10	0.1531
INT	3	53.73719384	17.91239795	96.11	0.0001

REP*INT	9	2.74344803	0.30482756	1.64	0.2102

Dependent Variable: PSTOT4

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ALT	1	0.79537578	0.79537578	4.27	0.0611
INT*ALT	3	2.44338984	0.81446328	4.37	0.0268

Tests of Hypotheses using the Type III MS for REP*INT as an error term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
INT	3	53.73719384	17.91239795	58.76	0.0001

Dependent Variable: PSTOT5

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	19	81.15590100	4.27136321	37.73	0.0001
Error	12	1.35863700	0.11321975		
Corrected Total	31	82.51453800			

R-Square	C.V.	Root MSE	PSTOT5 Mean
0.983535	36.15164	0.336481	0.93075000

Dependent Variable: PSTOT5

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	3	1.69432825	0.56477608	4.99	0.0179
INT	3	70.31013400	23.43671133	207.00	0.0001
REP*INT	9	4.77572975	0.53063664	4.69	0.0077
ALT	1	1.15824200	1.15824200	10.23	0.0077
INT*ALT	3	3.21746700	1.07248900	9.47	0.0017

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	3	1.69432825	0.56477608	4.99	0.0179
INT	3	70.31013400	23.43671133	207.00	0.0001
REP*INT	9	4.77572975	0.53063664	4.69	0.0077

Dependent Variable: PSTOT5

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ALT	1	1.15824200	1.15824200	10.23	0.0077
INT*ALT	3	3.21746700	1.07248900	9.47	0.0017

Tests of Hypotheses using the Type III MS for REP*INT as an error term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
INT	3	70.31013400	23.43671133	44.17	0.0001

Dependent Variable: PSTOT6

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	19	0.04105909	0.00216100	12.68	0.0001
Error	12	0.00204568	0.00017047		
Corrected Total	31	0.04310477			

R-Square	C.V.	Root MSE	PSTOT6 Mean
0.952542	65.07943	0.013057	0.02006250

Dependent Variable: PSTOT6

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	3	0.00046272	0.00015424	0.90	0.4674
INT	3	0.03864038	0.01288013	75.55	0.0001
REP*INT	9	0.00138815	0.00015424	0.90	0.5502
ALT	1	0.00014196	0.00014196	0.83	0.3794
INT*ALT	3	0.00042588	0.00014196	0.83	0.5012

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	3	0.00046272	0.00015424	0.90	0.4674
INT	3	0.03864038	0.01288013	75.55	0.0001
REP*INT	9	0.00138815	0.00015424	0.90	0.5502

Dependent Variable: PSTOT6

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ALT	1	0.00014196	0.00014196	0.83	0.3794
INT*ALT	3	0.00042588	0.00014196	0.83	0.5012

Tests of Hypotheses using the Type III MS for REP*INT as an error term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
INT	3	0.03864038	0.01288013	83.51	0.0001

Dependent Variable: PSTOT7

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	19	349.6679071	18.4035741	23.42	0.0001
Error	12	9.4309700	0.7859142		
Corrected Total	31	359.0988772			

R-Square	C.V.	Root MSE	PSTOT7 Mean
0.973737	23.59196	0.886518	3.75771250

Dependent Variable: PSTOT7

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	3	3.6726885	1.2242295	1.56	0.2507
INT	3	181.2671903	60.4223968	76.88	0.0001
REP*INT	9	164.3374675	18.2597186	23.23	0.0001
ALT	1	0.0058536	0.0058536	0.01	0.9326
INT*ALT	3	0.3847072	0.1282357	0.16	0.9191

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	3	3.6726885	1.2242295	1.56	0.2507
INT	3	181.2671903	60.4223968	76.88	0.0001
REP*INT	9	164.3374675	18.2597186	23.23	0.0001

Dependent Variable: PSTOT7

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ALT	1	0.0058536	0.0058536	0.01	0.9326
INT*ALT	3	0.3847072	0.1282357	0.16	0.9191

Tests of Hypotheses using the Type III MS for REP*INT as an error term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
INT	3	181.2671903	60.4223968	3.31	0.0712

Dependent Variable: PSHA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	19	129.1888653	6.7994140	17.31	0.0001
Error	12	4.7147198	0.3928933		
Corrected Total	31	133.9035850			

R-Square	C.V.	Root MSE	PSHA Mean
0.964790	17.63823	0.626812	3.55371250

Dependent Variable: PSHA

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	3	4.16552243	1.38850748	3.53	0.0484
INT	3	91.03222734	30.34407578	77.23	0.0001
REP*INT	9	30.89817208	3.43313023	8.74	0.0005
ALT	1	2.06461360	2.06461360	5.25	0.0408
INT*ALT	3	1.02832980	0.34277660	0.87	0.4823

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	3	4.16552243	1.38850748	3.53	0.0484
INT	3	91.03222734	30.34407578	77.23	0.0001
REP*INT	9	30.89817208	3.43313023	8.74	0.0005

Dependent Variable: PSHA

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ALT	1	2.06461360	2.06461360	5.25	0.0408
INT*ALT	3	1.02832980	0.34277660	0.87	0.4823

Tests of Hypotheses using the Type III MS for REP*INT as an error term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
INT	3	91.03222734	30.34407578	8.84	0.0048

Dependent Variable: PSTA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	19	139.3472881	7.3340678	25.77	0.0001
Error	12	3.4154258	0.2846188		
Corrected Total	31	142.7627139			

R-Square	C.V.	Root MSE	PSTA Mean
0.976076	22.14656	0.533497	2.40893750

Dependent Variable: PSTA

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	3	0.35808513	0.11936171	0.42	0.7424
INT	3	64.92283712	21.64094571	76.03	0.0001

REP*INT	9	72.53260363	8.05917818	28.32	0.0001
ALT	1	0.64354513	0.64354513	2.26	0.1585
INT*ALT	3	0.89021712	0.29673904	1.04	0.4090
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	3	0.35808512	0.11936171	0.42	0.7424
INT	3	64.92283713	21.64094571	76.03	0.0001
REP*INT	9	72.53260363	8.05917818	28.32	0.0001

Dependent Variable: PSTA

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ALT	1	0.64354513	0.64354513	2.26	0.1585
INT*ALT	3	0.89021712	0.29673904	1.04	0.4090

Tests of Hypotheses using the Type III MS for REP*INT as an error term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
INT	3	64.92283713	21.64094571	2.69	0.1096

Dependent Variable: PSPA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	19	487.9049008	25.6792053	22.22	0.0001
Error	12	13.8709165	1.1559097		
Corrected Total	31	501.7758174			

R-Square	C.V.	Root MSE	PSPA Mean
0.972356	18.03112	1.075132	5.96265000

Dependent Variable: PSPA

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	3	5.2265188	1.7421729	1.51	0.2628
INT	3	286.3261599	95.4420533	82.57	0.0001
REP*INT	9	187.6279314	20.8475479	18.04	0.0001
ALT	1	5.0135195	5.0135195	4.34	0.0593
INT*ALT	3	3.7107712	1.2369237	1.07	0.3983
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F

REP	3	5.2265188	1.7421729	1.51	0.2628
INT	3	286.3261599	95.4420533	82.57	0.0001
REP*INT	9	187.6279314	20.8475479	18.04	0.0001

Dependent Variable: PSPA

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ALT	1	5.0135195	5.0135195	4.34	0.0593
INT*ALT	3	3.7107712	1.2369237	1.07	0.3983

Tests of Hypotheses using the Type III MS for REP*INT as an error term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
INT	3	286.3261599	95.4420533	4.58	0.0328

BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH.