



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
UNA**

**FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL  
FACA**

**TESIS**

**Producción de biomasa de *Cratylia argentea* bajo diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte en el trópico seco de Managua, Nicaragua.**

**Tesistas:**

**Br. Luis Alfonso Buena Lòpez  
Bra. Heidi María Fuentes Calero**

**Managua, Nicaragua  
Agosto, 2004**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
UNA**

**FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL  
FACA**

**TESIS**

**Producción de biomasa de *Cratylia argentea* bajo diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte en el trópico seco en Managua, Nicaragua.**

**Tesistas:**

**Br. Luis Alfonso Buena López  
Bra. Heidi María Fuentes Calero**

**Tutor:**

**Ing. Nadir Reyes Sánchez MSc**

**Managua, Nicaragua  
Agosto, 2004**

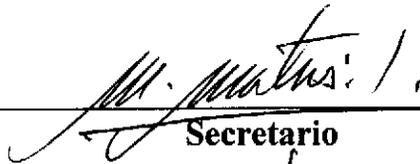
Esta tesis fue aceptada en su presente forma, por el Consejo de Investigación y Desarrollo de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria y aprobada por el tribunal examinador como requisito parcial para optar al grado de:

## INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

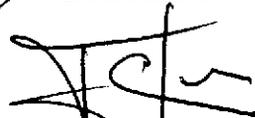
### MIEMBROS DEL TRIBUNAL



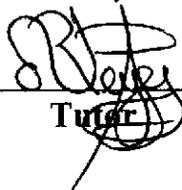
Presidente



Secretario

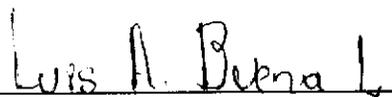


Vocal



Titular

### SUSTENTANTES



Br. Luis Alfonso Buena López

Bra. Heidi María Fuentes Calero

## **DEDICATORIA**

El logro alcanzado con este trabajo se lo dedico con grande sinceridad a:

Dios eterno, por darme muchas bendiciones materiales y espirituales, y sobre todo, la fortaleza oportuna para culminar mi carrera universitaria.

Mi madre, Felipa López por dedicarnos su vida y todo su amor, por ser la razón de mi lucha sin tregua ante las adversidades de la vida.

Mis hermanos: Lucas y Lissett por brindarme su ayuda económica incondicional, Cruz por su apoyo moral, por haber estado conmigo en todos los proyectos de mi vida estudiantil, Rosa por ser una inspiración más para este mi logro.

Mi abuelita, Maura Buena por sus sabios consejos, por inculcar en mi la importancia del estudio, por levantar mi moral en los momentos de cansancio.

La memoria de mi hermano Santos Daniel Buena, quien fuera para mi madre el mediador de la luz que Dios manda a su rostro.

El Pueblo de Dios, por interceder por mí con oraciones ante el todopoderoso.

Los y las compañeras de universidad quienes me cedieron un lugarcito en su corazón.

**LUIS ALFONSO BUENA LÓPEZ**

## **DEDICATORIA**

Antes que todo a mi Dios único y poderoso, por ser quien me ha regalado la vida y todo lo que hasta el momento he logrado.

A mis padres, Mario Fuentes y María Calero por brindarme su apoyo incondicional, por estar junto a mí en los momentos más difíciles de mi vida y por ayudarme a coronar mi carrera con esfuerzo y dedicación.

A mi hijo, Byron Castillo Fuentes por ser la razón de mi existir, y a quien le dedicaré todos los momentos de la vida que Dios me dé.

A mi esposo, Byron Castillo quien fue mi compañero fiel e incondicional a lo largo y culminación de mi carrera.

A todos mis hermanos, por su comprensión y consejos de superación emocional y espiritual.

A mi compañero de investigación Luis Buena, quien me brindó su mano fiel y desinteresada durante la realización de este trabajo.

A mis compañeros y amigos de clase que de uno u otro modo formaron parte de mis logros durante mi vida universitaria.

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestro Tutor Ingeniero Nadir Reyes S. por su disposición desinteresada para darnos orientación durante las fases de nuestra tesis, gracias por depositar su confianza en nosotros, que sea Dios bendiciéndole por esta gran ayuda que nos brindó, la cual hizo posible cumplir nuestra meta.

Al pueblo y gobierno de Suecia por el apoyo financiero para la realización de esta investigación, a través de SAREC/ASDI y el Programa PhD-SLU.

A los Dres. Victor Aguilar e Inger Ledin por la colaboración brindada en la realización de nuestra investigación.

Al Ingeniero Roldán Corrales B. por el oportuno consejo, el cual nos dió confianza en el transcurso de nuestro trabajo.

Al Ingeniero Bryan Mendieta A. por habernos asistido en una determinada etapa de nuestro trabajo.

A nuestros compañeros de estudio Byron Flores, Francisco Jaime Duarte, y Byron Castillo por habernos apoyado incondicionalmente en la realización de nuestra investigación.

Al Lic. César Cajina y al Señor Marvin Rojas por su gran aporte en la elaboración de este documento, gracias por su gran servicio desinteresado y de manera muy especial a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron con su granito de arena para la culminación de nuestra carrera.

**Luis Alfonso Buena López**  
**Heidi María Fuentes Calero**

## CARTA DEL TUTOR

Por este medio hago constar que los bachilleres: Luis Alfonso Buena López y Heidi María Fuentes Calero han concluido satisfactoriamente su trabajo de tesis titulado Producción de Biomasa de *Cratylia argentea* bajo diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte en el trópico seco en Managua, Nicaragua, habiendo cumplido cabalmente con los objetivos planteados en el mismo.

Durante el transcurso de la investigación los bachilleres Buena López y Fuentes Calero se caracterizaron por su responsabilidad, creatividad e independencia para realizar todas las actividades de campo y el procesamiento, análisis e interpretación de los resultados.

En tal sentido, considero que este trabajo cumple con los requisitos necesarios para ser sometido a la consideración del honorable tribunal examinador para optar al grado de ingeniero agrónomo con orientación en zootecnia.

---

**Ing. Nadir Reyes Sánchez MSc.**

**TUTOR**

## TABLA DE CONTENIDO

CONTENIDO	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1 Características agronómicas de las leguminosas arbustivas.....	4
3.2 Origen y descripción de la especie <i>Cratylia argentea</i> .....	5
3.3 Distribución geográfica y hábitat de preferencia.....	6
3.4 Descripción botánica.....	7
3.5 Adaptación a factores bióticos y abióticos.....	7
3.6 Factores antinutricionales.....	9
3.7 Plagas y enfermedades.....	9
3.8 Propagación.....	10
3.9 Crecimiento y rendimiento de Materia Seca.....	10
3.10 Producción de semilla.....	12
3.11 Edad al primer corte.....	13
3.12 Altura de corte.....	13
3.13 Frecuencia de corte.....	14
3.14 Densidad de siembra.....	14
3.15 Época del año y estado fisiológico.....	15
3.16 Interacción entre los factores de manejo.....	15
3.17 Calidad nutritiva.....	15
3.18 Efecto de la madurez y el manejo poscosecha.....	16
3.19 Utilización de <i>Cratylia argentea</i> como suplemento en vacas lecheras.....	17
3.20 Como suplemento a ovinos estabulados.....	19
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
4.1 Localización del ensayo.....	21

4.1.1	Clima.....	21
4.1.2	Suelo.....	21
4.1.2.1	Análisis físico.....	22
4.1.2.2	Análisis químico.....	22
4.2	Selección del área experimental.....	22
4.3	Manejo del ensayo.....	23
4.3.1	Corte de uniformidad.....	23
4.3.2	Limpieza.....	23
4.4	Metodología experimental.....	23
4.4.1	Modelo estadístico.....	24
4.5	Descripción de las variables.....	25
4.5.1	Producción de Materia Fresca Total (PMFT).....	25
4.5.2	Producción de Materia Fresca Fracción Fina (PMFFF).....	25
4.5.3	Producción de Materia Fresca Fracción Gruesa (PMFFG).....	25
4.5.4	Porcentaje de Materia Seca (% MS).....	26
4.5.5	Producción de Materia Seca Total (PMST).....	26
4.5.6	Producción de Materia Seca Fracción Fina (PMSFF).....	26
4.5.7	Altura promedio de la planta (APP).....	26
4.5.8	Porcentajes de Cenizas (%) .....	27
4.5.9	Tasa de Crecimiento (TC).....	27
4.6	Análisis estadístico.....	27
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
5.1	Producción de Materia Fresca Total.....	28
5.2	Producción de Materia Fresca Fracción Fina.....	30
5.3	Producción de Materia Fresca Fracción Gruesa.....	32
5.4	Porcentaje de Materia Seca.....	33
5.5	Producción de Materia Seca Total.....	35
5.6	Producción de Materia Seca Fracción Fina.....	38
5.7	Altura promedio de las plantas.....	39

5.8 Porcentaje de Cenizas.....	41
5.9 Tasa de Crecimiento.....	43
VI. CONCLUSIONES.....	46
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	47
VIII. ANEXOS.....	51

## LISTA DE CUADROS

No.Cuadros	Pág.
1. Características morfológicas y fenológicas de las especies de <i>Cratylia</i> relacionadas con su potencial forrajero.....	7
2. Características de clima y suelo en los sitios de México y Centroamérica en donde se ha evaluado <i>Cratylia argentea</i> .....	8
3. Leguminosas arbustivas con buen comportamiento agronómico e índice de retención de hojas superior al 25% en período seco.....	9
4. Efecto de la edad al primer corte sobre el rebrote de <i>Cratylia argentea</i> expresado en materia seca (MS), N (%) y N-Total.....	11
5. Rendimientos promedios de Materia Seca de accesiones de <i>Cratylia argentea</i> en varios sitios de Latino América.....	11
6. Rendimiento de semilla de <i>Cratylia argentea</i> en Quilachao, Colombia. ....	13
7. Composición química y digestibilidad de <i>Cratylia argentea</i> con dos meses de rebrote.....	16
8. Porcentaje de Proteína Cruda (PC), digestibilidad in vitro (DIVMS) y taninos en <i>Cratylia argentea</i> en comparación con otras leguminosas arbustivas comúnmente utilizadas como forrajes.....	16
9. Efecto de la madurez y manejo poscosecha en la composición química y digestibilidad in vitro (DIVMS) (en %) de <i>Cratylia argentea</i> .....	17
10. Efecto de suplementación con <i>Cratylia argentea</i> y otras leguminosas en la producción.....	19
11. Análisis físico del suelo.....	22
12. Análisis químico del suelo.....	22
13. Descripción de los tratamientos.....	24
15. Medias de Materia Fresca Total (Ton/ha/año) derivadas del análisis de varianza para densidades siembra.....	28

16. Medias de Materia Fresca Total (Ton/ha/año) derivadas el análisis de varianza para frecuencias de corte.....	29
18. Medias de Materia Fresca Fracción Fina (Ton/ha/año) derivadas del análisis de varianza para densidades de plantas.....	31
19. Medias de Materia Fresca Fracción Fina (Ton/ha/año) derivadas del análisis de varianza para la interacción frecuencia por época.....	31
21. Medias de Materia Fresca Fracción Gruesa (Ton/ha/año) derivadas del análisis de varianza para densidades de plantas.....	31
22. Medias de materia Fresca Fracción Gruesa (Ton/ha/año) derivadas del análisis de varianza ara frecuencias de corte.....	33
24. Medias de porcentajes de Materia Seca derivadas del análisis de varianza para frecuencias de corte.....	33
25. Medias en porcentaje de Materia Seca derivadas el análisis de varianza para épocas de evaluación.....	34
26. Medias de porcentajes de materia Seca derivadas el análisis de varianza para la interacción frecuencias de corte por épocas del año. ....	33
28. Medias de la Producción de Materia Seca Total (Ton/ha/año) derivadas del análisis de varianza para densidades de plantas.....	36
29. Medias del rendimiento de Materia Seca Total (Ton/ha/año) derivadas del análisis de varianza para frecuencias de corte.....	37
31. Medias del rendimiento de Materia Seca Fracción Fina (Ton/ha/año) derivadas del análisis de varianza para densidades de plantas.....	38
32. Medias del rendimiento de Materia Seca Fracción Fina (Ton/ha/año) derivadas del análisis de varianza para frecuencias de corte.....	39
34. Medias de alturas (cm) promedio derivadas del análisis de varianza para frecuencias de corte.....	40
36. Medias en porcentajes de Cenizas derivadas el análisis de varianza para frecuencias de corte en <i>Cratylia argentea</i> .....	41

37. Medias en porcentajes de Cenizas derivadas el análisis de varianza para épocas de evaluación.....	42
38. Medias en porcentajes de Cenizas derivadas el análisis de varianza para la combinación frecuencia de corte por época del año.....	43
40. Medias de la Tasa de Crecimiento (kg/ha/día) derivadas del análisis de varianza para densidades de plantas.....	44
41. Medias de la Tasa de Crecimiento (kg/ha/día) derivadas del análisis de varianza para épocas de evaluación en <i>Cratylia argentea</i> .....	44
42. Medias de la Tasa de Crecimiento (kg/ha/día) en <i>Cratylia argentea</i> , derivadas del análisis de varianza para la evaluación de las diferentes frecuencias de corte en las diferentes épocas del año.....	45

## ANEXOS

Cuadro	Pag.
14. Análisis de varianza para producción de Materia Fresca Total (Ton/ha/año) en <i>Cratylia argentea</i> .....	51
17. Análisis de varianza para Producción de Materia Fresca Fracción Fina (Ton/ha/año).....	51
20. Análisis para Producción de Materia Fresca Fracción Gruesa (Ton/ha/año).....	52
23. Análisis de varianza para el Porcentaje de Materia Seca (%MS).....	52
27. Análisis de varianza para la Producción de Materia seca Total (Ton/ha/año) de <i>Cratylia argentea</i> .....	53
30. Análisis de varianza para la Producción de Materia Seca Fracción Fina (Ton/ha/año) en <i>Cratylia argentea</i> .....	53
33. Análisis de varianza para las alturas (cm) promedio encontradas en <i>Cratylia argentea</i> .....	54
35. Análisis de varianza para porcentajes de Cenizas en <i>Cratylia argentea</i> ....	54
39. Análisis de varianza para la Tasa de Crecimiento (kg/ha/día) en <i>Cratylia argentea</i> .....	55

Buena L., L. A.; Fuentes C., H. M. 2003. Producción de Biomasa de *Cratylia argentea* bajo diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte en el trópico seco de Managua, Nicaragua. Tesis Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 55 p.

Palabras claves: *Cratylia argentea*, producción, densidad, frecuencia, tolerancia, época seca.

## RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo de septiembre 2002 a septiembre 2003 en la finca Santa Rosa propiedad de la Universidad Nacional Agraria, ubicada al norte de la Comunidad de Sabana Grande en el municipio de Managua, Nicaragua. Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completamente al Azar, con arreglo de parcelas divididas. Se evaluaron los efectos de tres densidades de siembra (40,000, 20,000 y 10,000 plantas/ha) y tres frecuencias de corte (8, 12 y 16 semanas) sobre la producción de biomasa de *Cratylia argentea*. Se realizó análisis de varianza y comparaciones con la prueba de Tukey, utilizando MINITAB, Versión 13.0; en las variables Materia Fresca Total (MFT), Materia Fresca Fracción Fina (MFFF), Materia Fresca Fracción Gruesa (MFFG), Porcentaje de Materia Seca (%MS), Cenizas, Rendimiento de Materia Seca Total (RMST), Rendimiento de Materia Seca Fracción Fina (RMSFF), Altura, y Tasa de Crecimiento (TC). El Análisis de Varianza ( $P < 0.05$ ) demostró que la densidad de siembra (40,000 plantas/ha) ofreció los mayores resultados en las variables MFT (59.19 ton/ha/año), MFFF (44.51 ton/ha/año), MFFG (13.88 ton/ha/año), RMST (18.00 ton/ha/año), RMSFF (13.26 ton/ha/año), y TC (33.39 kg/ha/día), las densidades de siembra no afectaron a las variables %MS, Cenizas y Altura. La frecuencia de corte de 16 semanas, presentó los mejores resultados en las variables MFT (53.13 ton/ha/año), MFFG (18.31 ton/ha/año), % MS (34.83%), % Cenizas (15.67%) RMST (18.38 ton/ha/año), RMSFF (12.11 ton/ha/año), Altura (162.30 cm). Las frecuencias de corte no tuvieron ningún efecto sobre MFFF y TC. En la época de lluvia se obtuvieron los mejores resultados para TC (41.51 kg MS/ha/día) y en la época de seca para %MS (32.53%) y cenizas (13.85%) el resto de variables no fueron afectadas por el efecto de época del año.

## I. Introducción

La economía de los países centroamericanos en general y de Nicaragua en particular está basada en productos de agro-exportación. Dentro de estos, la ganadería es de gran importancia ya que contribuye en la alimentación de la población y en la obtención de divisas a través de la exportación de productos lácteos y carne vacuna.

Sin embargo, los sistemas de producción ganadera presentan en forma general bajos índices productivos y reproductivos, tales como: carga animal 1.2 animales/ha; relación vaca/toro 26:1; producción de leche en litros/vaca/día 3.59; mortalidad de terneros 11.08 %; mortalidad de adultos 5.43 %; edad al destete 10.4 meses; peso al destete 133.7 kg; edad al primer parto 37 meses; peso al primer parto 325 kg; porcentaje de parición 58.45 % e intervalos entre partos de 23 meses (Mendieta, Reyes y Alfranca, 2000).

Estos índices son característicos de sistemas extensivos de producción basados en el uso de pastos naturales. En el estudio de Mendieta y col (2000) el 87 % de los productores usaban pastos naturales para la alimentación del ganado entre ellos mencionaban *Aristida jorullensis*, *Axonopus compresus*, *Paspalum virgatum* y pastos naturalizados (introducidos en la zona hace mucho tiempo) como el *Hyparrhenia ruffa* y *Panicum maximun*; solo el 13.11 % de los productores manifestaba el uso de pastos mejorados como *Andropogon gayanus*, *Pennisetum purpureum*, *Brachiaria sp.*. Ningún productor utilizaba leguminosas para la alimentación bovina.

Lo anterior nos demuestra que la principal limitante para incrementar la productividad en estos ecosistemas es la limitada cantidad y calidad de los pastos y forrajes durante todo el año, pero principalmente en la época de seca. Una de las estrategias para mejorar la producción en estos sistemas es combinar el uso de árboles y arbustos forrajeros con las pasturas naturales para hacer un uso óptimo del suelo y mejorar la alimentación del ganado.

Las leguminosas forrajeras arbustivas presentan un gran potencial para mejorar los sistemas de producción de rumiantes, ya que además de mejorar el suelo por la fijación de nitrógeno

atmosférico, permiten complementar la alimentación del ganado, especialmente desde el punto de vista proteico, debido a que producen más biomasa que las herbáceas, toleran mejor el mal manejo, tienen la capacidad de rebrotar y ofrecer forraje de buena calidad en localidades con sequías prolongadas (Perdomo, 1991).

En el presente estudio se evalúa la leguminosa forrajera *Cratylia argentea* bajo las condiciones agroclimáticas del trópico seco de Nicaragua, con el propósito de generar información acerca del grado de adaptabilidad expresados en la producción de biomasa en base a materia seca a diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Generar información sobre la producción de biomasa de *Cratylia argentea* sometida a diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte bajo condiciones de trópico seco en Nicaragua.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Determinar el efecto de tres densidades de siembra y tres frecuencias de corte sobre la producción de biomasa de *Cratylia argentea* expresada en términos de Producción de Materia Fresca Total, Producción de Materia Fresca Fracción Fina, Producción de Materia Fresca Fracción Gruesa, Porcentaje de Materia Seca, Producción de Materia Seca Total, Producción de Materia Seca Fracción Fina, altura promedio de las plantas, contenido de cenizas y tasa de crecimiento.

### **III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Las leguminosas arbustivas se han utilizado tradicionalmente en sistemas de producción, pero sólo en los últimos 20 años los investigadores han mostrado un creciente interés en su empleo en los sistemas agrícolas en áreas tropicales.

La investigación sobre especies de leguminosas arbustivas en sistemas agrícolas avanzados se ha centrado en su utilización como componente secundario, mientras que en los sistemas tradicionales, especialmente con pequeños productores, forman parte integral del sistema de producción.

Las leguminosas forrajeras arbustivas tienen gran potencial para mejorar los sistemas de producción animal, particularmente en zonas subhúmedas (4 a 6 meses de sequía) del trópico; su rendimiento de forraje es mayor que las leguminosas herbáceas; toleran mejor el mal manejo y tienen la capacidad de rebrotar y ofrecer forraje de buena calidad en localidades con sequías prolongadas (Argel y Lascano, 1995.)

#### **3.1 Características Agronómicas de las Leguminosas Arbustivas**

Existen algunas características que sirven para diferenciar las leguminosas arbustivas de las herbáceas, mientras otras son comunes a ambas.

La mayoría de las leguminosas arbustivas son perennes y tienen larga vida (Kerridge y Lascano, 1995). Sin embargo, esta característica de longevidad se relaciona, a menudo, con un establecimiento lento y, en consecuencia, con un período de tiempo largo antes de que se puedan utilizar plenamente; esto es válido tanto en especies arbustivas cultivadas para alimentación de animales, como para otros usos.

A pesar de su lento establecimiento, las leguminosas arbustivas se utilizan con frecuencia como colonizadoras en la recuperación de áreas degradadas. Al igual que las leguminosas

herbáceas, son capaces de fijar nitrógeno atmosférico que luego puede ser utilizado por las especies asociadas (Dart, 1994 citado por Kerridge y Lascano, 1995).

La capacidad de rebrote de las leguminosas arbustivas es una característica deseable cuando éstas se utilizan como forraje o para madera; presentan alta tolerancia a la sequía y son capaces de sobrevivir en estas condiciones (Xavier, et al., 1990). Esta característica se relaciona generalmente con el enraizamiento profundo, pero puede variar en forma significativa entre especies y es muy afectada por el sistema de manejo.

Otro atributo de las especies arbustivas es el favorecer el crecimiento y la calidad de las pasturas que se desarrollan bajo la sombra de aquellas. Este efecto se ha atribuido al mejor reciclado de nutrientes por parte de las especies arbustivas y a la mayor actividad microbiana, como resultado de la menor temperatura y del mejor nivel de humedad en los suelos con áreas bajo sombra.

Una de las principales limitaciones al mayor uso de las leguminosas arbustivas en los sistemas de producción es su lento establecimiento. Aunque este factor puede reducir el uso de las áreas de pastoreo durante el período de establecimiento, es posible manejarlo en sistemas de explotación agrícola mixta intensiva, mediante la introducción de leguminosas arbustivas en una de las fases de cultivo (Kerridge y Lascano, 1995).

### **3.2 Origen y Descripción de la Especie *Cratylia argentea***

Se cree que este género es de origen reciente, debido a que no se han encontrado plantas en la margen izquierda del río Amazonas, ni al oeste de la cordillera de los Andes, por lo tanto, el género surgió después de la formación de estos grandes ecosistemas, durante el Plio-Pleistoceno (Queiroz y Coradín, 1995).

La taxonomía del género *Cratylia* está aún en proceso de estudio, actualmente se han identificado 5 especies, las cuales son: *C. bahiensis*, *C. hypargyrea*, *C. intermedia*, *C. mollis* y *C. argentea*. Se considera que sólo las dos últimas especies tienen potencial

forrajero, debido a que las primeras son plantas tipo enredaderas, con poco follaje disponible, no obstante, pueden ser fuentes valiosas de genes para suelos salinos (*C. hypargyrea*) o para tolerancia a heladas (*C. intermedia*).

### 3.3 Distribución Geográfica y Hábitat de preferencia

*Cratylia* es un género neotropical, originario de América del Sur, aunque esencialmente es amazónica. Su ocurrencia se ha reportado en Perú, Argentina, Bolivia, y varios estados de Brasil, principalmente en Paraná, Mato Grosso, Goias, Ceará y sur de Tocantins. *Cratylia mollis*, esta presente exclusivamente en áreas de Caatinga en el noreste de Brasil, extendiéndose del centro-norte del estado de Bahía hasta la región limítrofe con los estados de Piauí y Ceará.

*Cratylia bahiensis*, presenta una distribución mas restringida dentro de la formación biogeográfica de Caatinga (Cabrera y Willink, 1980). *Cratylia hypargyrea*, se encuentra preferentemente en áreas restringidas del sur estado de Bahía hasta el estado de Río de Janeiro. En el sur de Bahía y norte de Espírito Santo algunas poblaciones pueden penetrar hacia el interior, ocurriendo en áreas abiertas dentro del dominio de Mata Atlántica, en claros de un borde de Mata. *Cratylia intermedia*, se encuentra restringida al área localizada al noreste de Argentina (Queiroz y Coradin, 1995).

*Cratylia argentea*, a diferencia de las demás presenta una amplia distribución en América del Sur, ocurriendo en sentido norte-sur en el estado de Para y al sur de los estados de Mato Grosso y Goias y en sentido este-oeste desde Perú hasta el estado de Ceará. *C. argentea* es una especie que se ha observado en alturas hasta 950 msnm, pero se considera que el mayor rango de ocurrencia se encuentra entre los 300 y 800 metros de altura, casi siempre en suelos pobres y ácidos (Queiroz y Coradin, 1995).

### 3.4 Descripción Botánica

*C. argentea* es un arbusto leñoso, de crecimiento voluble, que puede convertirse en enredadera cuando crece junto a plantas de mayor altura. El arbusto tiene la cualidad de ramificar desde la base del tallo y puede tener hasta 11 ramas por planta, con un crecimiento de 1.5 a 3.0 metros de altura (Maass, 1995).

**Cuadro 1. Características morfológicas y fenológicas de las especies de *Cratylia* relacionadas con su potencial forrajero.**

Especie	Hábito	Sistema de ramificación	Consistencia de las hojas	Persistencia de hojas en época seca
<i>C. argentea</i>	Arbusto 1.5-3 m	Muy ramificado desde la base	Papiráceas	Persistentes
<i>C. bahiensis</i>	Liana, hasta 5 m	Poco ramificado	Cartáceas	Semipersistentes
<i>C. hypargyrea</i>	Liana, hasta 8 m	Poco ramificado	Coriáceas	Ocurre en áreas sin estación seca definida
<i>C. mollis</i>	Arbusto 1.5-3 m	Muy ramificado desde la base	Papiráceas	Persistentes

Fuente: Queiroz y Coradin, 1995.

Las hojas son trifoliadas con abundante pubescencia en el envés, en plantas provenientes del Cerrado Brasileiro, pero suaves y glabras en poblaciones que se encuentran en Santa Cruz de la Sierra en Bolivia. Las flores varían en tamaño de 1.5 a 3.0 cm, con pétalos de color lila, el fruto es una legumbre dehiscente que contiene de 4 a 8 semillas de forma lenticular, circular o elíptica (Queiroz y Coradin, 1995).

### 3.5 Adaptación a factores bióticos y abióticos

*Cratylia argentea* es un arbusto de reciente incorporación en los programas de evaluación forrajera del trópico latinoamericano (Argel y Maass, 1995), se han realizado estudios de evaluación por adaptación de la especie en sitios bien drenados con características climáticas y de suelo contrastante.

Estas evaluaciones se realizaron en Colombia (bosque húmedo tropical y bosque semi-siempre verde), Costa Rica (bosque muy húmedo y subhúmedo tropical), México (sabana iso-hipertémica bien drenada), Guatemala (bosque húmedo subtropical caliente), Brasil (sabana isotérmica bien drenada, clima tropical mesotérmico húmedo) y Perú (bosque húmedo tropical).

Las precipitaciones en los sitios de evaluación varían desde 997 mm en Isla (México) hasta 4000 mm (Guápiles-Costa Rica). En estos suelos predominan los oxisoles, ultisoles, e inceptisoles con pH entre 3.8 y 5.9, y saturación de aluminio variable entre 0 y 87 %. La base del germoplasma evaluado es un conjunto de 11 accesiones provenientes del banco de germoplasma del CIAT, recolectadas en Brasil (Maass, 1995).

Las 11 accesiones evaluadas de *Cratylia argentea* tienen características morfológicas similares y han mostrado buena adaptación en un amplio rango de climas y suelos, en particular en suelos ácidos pobres con alto contenido de aluminio, de los órdenes ultisol y oxisol. El mayor vigor de crecimiento de las plantas se ha observado en condiciones de trópico húmedo con suelos de fertilidad media a alta.

**Cuadro 2. Características de clima y suelo en los sitios de México y Centroamérica en donde se ha evaluado *Cratylia argentea* (Adaptado de Argel, 1995)**

Pais/local.	Ecosistema	PP (mm)	Meses secos	pH	Al (%)	P (ppm)	Suelo
<b>C. Rica</b>							
San Isidro	BTESSV <sup>a</sup>	2900	3 a 4	4.6	73	2.4	Ultisol
Atenas	BTSh	1600	5 a 6	5.9	0	3.6	Inceptisol
Guápiles	BTL	4000	0	5.5	2	8.3	Inceptisol
<b>México</b>							
Isla	SBDI	997	5 a 6	4.8	nd.	13.5	Ultisol
<b>Guatemala</b>							
El Subin	BHSc	1800	4 a 5	5.4	nd.	0.8	nd.

a. BTESSV = bosque tropical estacional semisiempreverde; BTSh = bosque tropical subhúmedo; BTL = bosque tropical lluvioso; SBDI = sabana bien drenada isohipertémica; BHSc = bosque húmedo subtropical caliente. nd: no disponible

Aparentemente existe una interacción genotipo por ambiente por el desarrollo de la planta, ya que a través de sitios o en los diferentes sitios las accesiones evaluadas no mantienen el mismo orden en términos de producción de biomasa.

La alta retención foliar, particularmente de hojas jóvenes y la capacidad de rebrote durante la época seca es una de las características más sobresalientes de *Cratylia argentea*. Esta característica está asociada con el desarrollo de raíces vigorosas que alcanzan hasta 2 m de longitud (Pizarro et al., 1995).

**Cuadro 3. Leguminosas arbustivas con buen comportamiento agronómico e índice de retención de hojas superior al 25% en periodo seco.**

Genero/especie	CIAT N°.	Retención de hojas (%)
<i>Mimosa sp.</i>	0040	100
<i>Mimosa sp.</i>	0041-0042	75
<i>C. argentea</i>	18666-18674	75
<i>G. sepium.</i>	0046	50
<i>F. macrophylla</i>	20265-20744	50
<i>C. gyroides.</i>	23748-33129	50
<i>C. gyroides</i>	3001-13986-23746-23747	25
<i>Sesbania sp.</i>	7931-18947	25

Fuente: Pizarro et al., (1995).

### 3.6 Factores antinutricionales

*Cratylia argentea* presenta proporciones no significativas de taninos. Los taninos son compuestos fenólicos solubles en agua que tienen la propiedad de coagular proteínas. Por inactivación de enzimas, especialmente de tripsina y amilasa, reducen la palatabilidad y digestibilidad del alimento. En animales, disminuyen la tasa de crecimiento y conversión de forraje. Pueden tener efectos tóxicos por la reducción de los movimientos del rúmen y provocar una constipación total, seguido de la muerte.

### 3.7 Plagas y enfermedades

Hasta ahora no se han encontrado plagas y enfermedades. Se ha observado en algunos sitios, durante la fase de establecimiento ataques de algunos grillos comedores y hormigas

cosechadoras de hojas jóvenes, en cambio en otros lugares las enfermedades se redujeron a la presencia de *Cercospora* en hojas adultas, pero sin limitar el desarrollo de las plantas. Experiencias en suelos ácidos de baja fertilidad muestran que el arbusto tiene pobre crecimiento y desempeño por encima de los 1200 msnm, lo que sugiere que *Cratylia* tiene problemas de adaptación en sitios con suelos ácidos y temperaturas bajas (Maass, 1995).

### 3.8 Propagación

*C. Argentea* se multiplica fácilmente por semilla, pero la propagación vegetativa no ha sido exitosa (Pizarro et al., 1995). Produce semilla de buena calidad y sin marcada latencia física (dureza) o fisiológica; por tanto, no se necesita escarificación previa a la siembra y, por el contrario, parece que la escarificación con ácido sulfúrico reduce la viabilidad de la misma (Maass, 1995).

La siembra con semilla se debe hacer de forma superficial, es decir, colocándola a menos de 2 cm de profundidad en el suelo, ya que siembras más profundas causan pudrición de la semilla, retardan la emergencia de las plántulas y producen plantas con menor desarrollo radicular (RIEPT-MCAC, 1996). La semilla del arbusto responde a la inoculación con cepas de *Rizobium* del mismo tipo del *Caupí*, las cuales son comunes en suelos tropicales.

### 3.9 Crecimiento y Rendimiento de Materia Seca

El crecimiento de *C. argentea* es lento durante los dos primeros meses después del establecimiento, a pesar de que el vigor de la plántula es mayor que el de otras especies arbustivas como *L. leucocephala*.

Se sabe que el rendimiento de MS de esta leguminosa, está influenciado por la fertilidad del suelo, la densidad de siembra, la edad al primer corte, y la edad de la planta. Xavier et al., (1990) no encontraron diferencias en producción de materia seca de *C. argentea* (sinónimo *C. floribunda*) cuando se cosechó de 20 ó 40 cm de altura. Entre más desarrollo presentan

las plantas de *C. argentea* al momento del primer corte, los rendimientos de biomasa esperados serán mayores.

**Cuadro 4. Efecto de la edad al primer corte sobre el rebrote de *C. argentea* expresado en materia seca (MS), N (%) y N-total (Adaptado de Xavier y Carvalho, 1995).**

Edad primer corte (días).	Corte (N°)	MS total (g/planta)	Crecimiento (g/planta)*	N (%)	N total * (g/planta)
21	4	122.0 bc**	30.5 a	4.5 a	1.32 a
42	4	136.2 ab	34.1 a	4.2 a	1.34 a
63	4	186.5 a	46.6 a	4.2 a	1.87 a
84	3	112.5 bc	37.5 a	4.4 a	1.54 a
105	2	64.8 c	32.4 a	4.4 a	1.35 a

\* Corte cada 28 días.

\*\* Las medias seguidas por letras iguales dentro de cada columna, no difieren significativamente entre si por la prueba de Tukey (5%).

Xavier et al., (1996), encontraron repuesta a la aplicación de fósforo y Argel (1995) encontró la mayor productividad individual por planta, en plantas menores de un año y cortadas cada 8 semanas, cuando la densidad de siembra era 6000 plantas/hectárea (100 gr. MS/planta).

**Cuadro 5. Rendimientos promedios de MS de accesiones de *Cratylia argentea* en varios sitios de Latino América (CIAT, 1995; Maass, 1995; Pizarro et al., 1995).**

CIAT N°	MS (g/planta)			
	Costa Rica (*)		Colombia (**)	Brasil(***)
	Atenas	San Isidro	Quilichao	Planaltina
18667	193	133	85	216
18676	184	200	183	307
18673	184	28	108	127
18674	183	73	138	315
18668	172	206	272	340
18672	164	48	136	n.d.
18666	163	191	104	177
18957	154	40	160	227
18516	145	117	98	78
18675	126	35	193	357
18671	121	30	149	n.d.
Promedio	163	100	148	

(\*) Promedio de siete y cinco cortes respectivamente en Atenas y San Isidro.

(\*\*) Promedio de dos cortes. nd: no disponible

(\*\*\*) Acumulado de un año.

*Cratylia argentea* se puede cosechar en forma estratégica al final del período lluvioso, para obtener un rebrote vigoroso durante la época seca (caracterizada por baja disponibilidad y calidad de forraje).

### 3.10 Producción de Semilla

La floración de *C. argentea* es abundante pero poco sincronizada y se inicia hacia el final del período lluvioso. Las plantas pueden florecer durante el primer año de establecidas, pero los rendimientos de semilla son bajos. La floración se prolonga 1 ó 2 meses y es común observar la presencia de abejas europeas (*Apis mellifera*) y otros insectos polinizadores. La maduración de los primeros frutos ocurre aproximadamente 1.5 meses después de la polinización y se extiende por 2 ó 3 meses más. Por esta razón, la cosecha manual de semilla es un proceso continuo que se hace una vez por semana y que puede prolongarse durante gran parte del período seco.

Los rendimientos de semilla dependen del genotipo, edad de la planta, manejo del corte y las condiciones ambientales prevalecientes durante la floración y fructificación. En Atenas, Costa Rica se encontró que plantas de 3 años de edad, cortadas a 30 cm de altura y fertilizadas con fósforo al final del período lluvioso, rindieron, en promedio entre 50 y 70 gr de semilla pura/planta (Argel, 1995). La época de corte de uniformidad afecta el inicio de floración y, por lo tanto, el rendimiento potencial de la semilla; las plantas cortadas al inicio de la época seca o dentro de ella, tienden a florecer poco y formar un número bajo de semillas.

La semilla de *C. argentea* no tiene latencia, pero puede perder rápidamente su viabilidad en período de un año, si es almacenada en condiciones ambientales de temperatura y humedad prevalecientes en el trópico bajo. La semilla no necesita de escarificación, pero se ha observado que siembras profundas conducen a poca emergencia de plántulas por la alta pudrición de semilla, relacionado probablemente con la presencia de patógenos en el suelo (Argel, 1995).

**Cuadro 6. Rendimiento de semilla de *Cratylia argentea* en Quilachao, Colombia.**

Accesión CIAT	Area producción (m <sup>2</sup> )	Rendimiento de semilla (kg/ha)			Rendimiento anual (g/planta) <sup>d</sup>
		1 <sup>a</sup> . Cosecha	2 <sup>a</sup> . Cosecha	Total/año	
18516	500b	460.0	194.4	654.4	409.0
18668	225b	225.6	311.1	536.5	335.3
18668	940c	228.0	nd	nd	nd

a. Fertilizado con 50 kg/ha de P y K, y 20 kg/ha de Mg (superfosfato triple, cloruro de potasio, sulfato de magnesio) y 20 kg/ha de flor de azufre al establecimiento y anualmente de mantenimiento.

b. Durante 1992.

c. Durante 1993; nd = no determinado.

d. 1600 plantas/ha.

Fuente: A. Ortega, 1995 citado por Maass, 1995.

### 3.11 Edad al primer corte

Según Franco (1997) *C. argentea* se considera establecida a los 6 ó 7 meses de haber sido sembrada. Por lo tanto, realizar el primer corte demasiado temprano (en un estado inmaduro) o demasiado tarde (en un estado senescente) puede reducir el vigor del rebrote significativamente (Steinmuller, 1995). Rebrotar con vigor después de un corte requiere que los arbustos hayan desarrollado suficientemente su sistema radicular para soportar el rebrote.

Los rendimientos foliares y leñosos de especies perennes como *C. argentea* durante el año posterior al primer corte (entre 13 y 21 meses después de la siembra) aumentan a medida que la edad al primer corte es mayor (Ella et al., 1991; Stur et al., 1994).

### 3.12 Altura de corte

La altura de corte refleja la intensidad de defoliación, ya que determina la cantidad de tallos y hojas residuales. Xavier et al., (1990) no encontraron diferencias en producción de MS de *Cratylia argentea* (sin. *C. floribunda*) cuando se cosechó a 20 ó; a 40 cm de altura.

Argel y Valerio (1996) en Esparza, Costa Rica en un ensayo establecido con *C. argentea* a 1 m entre surcos y 0.50 m entre plantas y cosechando a 1 m sobre el suelo, encontró un

rendimiento de 474 g/planta de MS aprovechable por corte y un estimado de 38 t/ha por año. Por otra parte, en Isla, México, después de 1.5 años de evaluación con esta leguminosa, establecida a 0.50 m x 0.50 m y cosechada a 0.40 m sobre el suelo, se han encontrado rendimientos de materia seca menores a los del ensayo anterior. Se observó en los ensayos de Isla, un incremento en la producción de MS foliar con la edad de la planta.

### 3.13 Frecuencia de corte

Se considera que la escogencia previa de los estados de rebrote (altura del rebrote encima del corte anterior, diámetro del tallo, inicio de floración) indican mejor el momento adecuado de cosecha, que intervalos fijos de corte.

Según Franco (1997), en condiciones de trópico seco y subhúmedo de la región centroamericana, se han encontrado a las 8 y 12 semanas de edad del rebrote de *Cratylia argentea*, valores promedios de 26 % y 20 % de proteína cruda y 52 % de DIVMS. Estos valores están dentro del rango encontrados para leguminosas forrajeras tropicales y adecuados desde el punto de vista nutricional para un forraje en estas zonas secas.

En los trabajos revisados se resalta que intervalos de corte mas espaciados resultan en mayores rendimientos de biomasa, siendo menor la proporción hoja:tallo (Blair et al., 1990; Horne et al., 1986; Ivory, 1990; Stur et al., 1994).

### 3.14 Densidad de siembra

La densidad de plantas y la distribución espacial son factores que dificultan la interpretación de los resultados de producción en especies arbustivas. La densidad y configuración de siembra de las plantas puede afectar los rendimientos de MS; así, con *C. argentea* se han observado mayores rendimientos por área cuando las plantas se siembran en bloques, en comparación con la siembra en líneas. La distribución en líneas es útil en sistemas de barreras vivas o en cultivos en callejones, y la distribución en bloques es útil en bancos de proteína y en sistemas de barbecho mejorado.

### **3.15 Época del año y estado fisiológico**

Existen diferencias en el efecto de defoliación según la estación del año (de lluvia o de seca) y del estado fisiológico de la planta (reproductivo o vegetativo).

### **3.16 Interacción entre los factores de manejo**

Existen interacciones importantes entre los factores ambientales limitantes (nutricionales, bióticos o climáticos) y los factores del manejo; por ejemplo, plantas que sufren una limitación edáfica, como suelos ácidos con alta saturación de aluminio, pueden requerir otro tipo de manejo que plantas bien nutridas.

Se estima que existe una alta interacción entre la frecuencia de corte y la densidad de plantas, lo cual puede conducir a conclusiones erradas, Horne et al., (1986). Cuando se favorece una alta densidad de plantas y, por lo tanto, una cobertura arbórea máxima, los cortes frecuentes deberían dar rendimientos foliares óptimos.

Con base en los datos de varios trabajos, se concluye que el mejor indicador para el intervalo óptimo de corte es la proporción de hojas, y que el rendimiento de MS comestible es máximo cuando la cosecha se realiza en el momento en que la proporción de hojas es aproximadamente de 50%. Es necesario tener en cuenta que la calidad nutritiva de las especies disminuye al aumentar la cantidad de hojas viejas; en consecuencia, es importante encontrar el momento óptimo de cosecha para conseguir tanto cantidad como calidad del follaje (Blair et al., 1990).

### **3.17 Calidad nutritiva**

La calidad nutritiva de una planta forrajera depende de su composición química, digestibilidad y consumo voluntario. Los resultados de un análisis químico realizado en muestras de leguminosas arbustivas cosechadas en la estación CIAT, Quilachao (Colombia), mostraron que el follaje aprovechable para los animales (hojas más tallos

finos) de *C. argentea* de 3 meses de rebrote, presentó un contenido de proteína bruta de 23%, similar al de otras especies conocidas como *Calliandra calothyrsus* (24 %), *E. poeppigiana* (27 %), *G. sepium* (25 %), y *L. leucocephala* (27 %) (Perdomo, 1991). Por otra parte la DIVMS del forraje de *C. argentea* (48 %) fue mayor que la de *C. calothyrsus* (41 %), pero menor que la encontrada en el forraje de *G. sepium* (51 %), y *L. leucocephala* (53 %).

**Cuadro 7. Composición química y digestibilidad de *C. argentea* con dos meses de rebrote.**

Componentes	Porcentajes	Digestibilidad
MS	26.6	57
PB	21.3	75
FDN	67.6	54
FDA	39.0	34

Fuente: Xavier y Carvalho, 1995.

Por el alto contenido de proteína bruta y bajos niveles de taninos, *C. argentea* es una excelente fuente de N fermentable en el rúmen (Wilson y Lascano, 1997).

**Cuadro 8. Porcentaje de proteína bruta (PB), digestibilidad in vitro (DIVMS) y taninos en *Cratylia argentea* en comparación con otras leguminosas arbustivas comúnmente utilizadas como forrajes. (Adaptado de Perdomo, 1991).**

Especie	PC <sup>a</sup>	DIVMS	Taninos <sup>b</sup>
<i>Cratylia argentea</i>	23.5	48.1	0.2
<i>Calliandra calothyrsus</i>	23.9	41.0	16.2
<i>Eritrina fusca</i>	19.1	51.4	0.3
<i>Eritrina poeppigiana</i>	27.1	48.2	0.3
<i>Gliricidia sepium</i>	25.4	50.5	0.2
<i>Leucaena leucocephala</i>	26.5	52.2	8.3

a. Análisis realizados en hojas (liofilizadas) de rebrote de tres meses en leguminosas sembradas en un vertisol con pH 7.0, Valle, Colombia.

b. Catequinas equivalentes (vanilina-HCl).

### 3.18 Efecto de la madurez y el manejo poscosecha

La composición química de *C. argentea* varía con la madurez de la planta y entre sus partes. El mayor efecto de la madurez se presenta en la DIVMS de las hojas y los tallos, lo cual está asociado con incrementos en contenido de pared celular (FND y FAD). Debido a que en muchos sistemas de producción las leguminosas arbustivas son utilizadas para corte

y acarreo, se evaluó el efecto del manejo post-cosecha sobre el contenido de PB y la DIVMS tanto en hojas marchitas como en hojas secas al sol durante 48 horas.

Los resultados de caracterización nutritiva de *C. argentea* muestran que es una leguminosa con altos niveles de PB fácilmente degradable en el rumen y con una digestibilidad in Vitro media y comparable a la de otras leguminosas arbustivas ampliamente utilizadas en la alimentación de rumiantes en el trópico.

**Cuadro 9. Efecto de la madurez y manejo poscosecha en la composición química y digestibilidad in vitro (DIVMS en %) de *C. argentea* (Lascano, 1995).**

Tipo muestra	PB	DIVMS	FND	FAD
Hojas inmaduras <sup>a</sup>	23.1	54.0	64.0	34.8
Hojas maduras <sup>b</sup>	21.5	42.0	70.0	37.0
Tallos inmaduros	8.9	45.0	71.1	51.1
Tallos maduros	6.1	24.0	76.1	58.8
Hojas marchitas en sombras (48 h)	24.1	47.6	-	-
Hojas secadas al sol (48 h)	24.2	46.9	-	-

a. Rebrote de 4 meses.

b. Rebrote de 22 meses.

En el campo se observó que vacas lecheras rechazaban el follaje inmaduro de *C. argentea* cuando se ofreció fresco, pero lo consumían si se oreaba. Resultados confirman que vacas en pastoreo con acceso a un banco de *C. argentea* consumían mejor el forraje maduro y en menor grado el forraje inmaduro.

### 3.19 Utilización de *Cratylia argentea* como suplemento en vacas lecheras

Las dietas con base en forrajes de baja calidad no suplen nutrientes como energía, proteína y minerales, necesarios para la eficiente fermentación ruminal. Por lo tanto, una estrategia utilizada por productores en algunos sistemas de producción es suplementar la dieta basal con proteínas provenientes de leguminosas arbustivas.

Lascano y Avila (1991) suplementando MS de *C. argentea* (1.5 % del PV) y caña de azúcar a vacas lecheras encontraron que la suplementación resultó en aumentos crecientes de

producción de leche (1.2 y 2.2 lt/vaca/día), a medida que se incrementó la proporción de *C. argentea* (10 %, 25 %, 50 %, 75 %) en el suplemento. Es posible entonces el uso potencial de *Cratylia argentea* como suplemento en la época seca para vacas lecheras en los sistemas de doble propósito comunes en zonas tropicales.

Resultados obtenidos en ensayos con suplementación de *C. argentea* mostraron que durante la época seca el forraje cosechado de esta leguminosa produjo un aumento de 13 % en la producción de leche de vacas mantenidas en una pastura de *Brachiaria dictyoneura*. En los mismos experimentos, la suplementación con *Flemingia macrophylla*, una leguminosa arbustiva con menor calidad y con altos niveles de taninos, produjo incrementos menores entre 0 y 10 %, en producción de leche.

La diferencia en calidad de las dos leguminosas arbustivas también se reflejó en el consumo (3.0 vs. 6.3 de MS/kg de PV por día) y en nivel de urea en la leche (9.3 vs. 15.3 mg). La urea en la leche o en la sangre refleja el consumo de la leguminosa y la degradabilidad de la proteína de la planta en el rúmen, lo cual está asociado con el contenido de taninos (Lascano et al., 1990; Hess et al., 1992).

La suplementación de *C. argentea* durante la época de lluvia resultó en un bajo (7 %) o ningún aumento en producción de leche de vacas en pastoreo.

Con base en las evidencias disponibles, se espera que con la suplementación de *C. argentea* en combinación con gramíneas de corte utilizadas en sistemas de doble propósito, será posible no solo ordeñar las vacas en época seca sino también mantener la producción de leche a través del año. Además, la suplementación con la leguminosa podría mejorar el estado de los terneros de cría y la condición corporal de las vacas, lo cual se traduciría en una mayor eficiencia reproductiva. Por otra parte, es posible que la suplementación con *C. argentea* en época de lluvia no tenga un efecto significativo en la producción de leche individual, pero si pudiese permitir un aumento de la carga animal en las pasturas sin afectar la producción de leche por vaca.

**Cuadro 10. Efecto de suplementación con *C. argentea* y otras leguminosas en la producción diaria de leche con vacas sen pastoreo (Lascano, 1995).**

Pastura <sup>a</sup>	Leguminosa suplementada	Oferta de leguminosa	Consumo de leguminosa	Producción de leche <sup>b</sup> (kg/vaca)	Urea en leche (mg/100 ml)
Epoca seca:					
<i>Brachiaria dictyoneura</i>	Control <sup>c</sup>	-	-	6.2 (4.9-7.4) <sup>5</sup>	10.8 (5.5-16.0)
	<i>F. macrophyla</i> <sup>c,d</sup>	8.4 (7.6-9.1) <sup>e</sup>	3.0 (1.0-4.4)	6.4 (5.0-8.0)	9.3 (5.8-14.6)
	<i>C. argentea</i> <sup>c,d</sup>	8.1 (6.6-10.4)	6.3 (4.1-8.0)	7.0 (5.6-8.2)	15.3 (12.1-19.9)
Epoca de lluvia:					
<i>Brachiaria decumbens</i>	Control	-	-	9.3	10.0
	<i>C. macrocarpum</i> <sup>d</sup>	11.4	8.1	10.1	14.0
	<i>C. argentea</i> <sup>d</sup>	11.3	7.8	10.0	17.7
<i>Brachiaria dictyoneura</i>	Control	-	-	6.8	12.8
	<i>C. macrocarpum</i> <sup>d</sup>	13.5	10.5	7.0	15.2
	<i>C. argentea</i> <sup>d</sup>	11.3	7.8	6.9	20.5

a Pastoreo con vacas ( 1 vaca/ha) Holstein y Mestizas por periodo de 42 días.

b Leche corregida por grasa (4%).

c Promedio de 4 ciclos de medición de 42 días c/u.

d Hoja de leguminosa marchita.

e Rango.

### 3.20 Como suplemento a ovinos estabulados

Resultados con ovinos en jaulas metabólicas alimentados con una gramínea deficiente en proteína (6 %) mostraron que la suplementación de *C. argentea* en niveles de 40 % de la oferta resultó en: aumento de 18 % del consumo total; mayor concentración de amonio ruminal (3.0 vs. 7.5 mg/d); mayor flujo al duodeno de proteína bacteriana (3.3 vs. 5.5 g/día), y nitrógeno total (8.4 vs. 14.2); mayor absorción aparente de Al (4.7 vs. 8.2 g/día), en comparación con la dieta de sólo gramínea (Wilson y Lascano, 1997). Fue evidente que la suplementación con la leguminosa resultó en una sustitución de la gramínea en todos los niveles de oferta (10, 20 y 40% por día), sin embargo hubo una reducción de la digestibilidad de la dieta, lo cual estuvo asociado con su alto nivel de fibra indigerible (13%) (Wilson y Lascano, 1997).

Una conclusión de ese estudio es que la suplementación de *C. argentea* contribuye a aliviar la deficiencia de proteína en rumiantes, la cual es común en la época seca. Los resultados sugieren que el efecto de *C. argentea* como suplemento de sistema de corte y acarreo podría ser mayor si se combina con una fuente rica en energía.

## **IV. MATERIALES Y METODOS**

### **4.1 Localización del ensayo**

El presente estudio se realizó en la finca Santa Rosa, propiedad de la Universidad Nacional Agraria (UNA), ubicada al Norte de la comunidad de Sabana Grande, en el municipio de Managua, localizada geográficamente a 12°08'15'' de latitud Norte y 86°09'36'' de longitud Este, y a una altitud de 56 msnm. Dicho estudio se llevó a cabo e en el período comprendido entre Septiembre del 2002 a Septiembre del 2003.

#### **4.1.1 Clima**

Las condiciones climáticas del área experimental corresponden a una zona de vida ecológica de bosque tropical seco, con un rango de precipitación histórica de 1132.4 mm, una temperatura media anual de 28°C y una humedad relativa media anual de 75 %. El régimen pluviométrico de la región se caracteriza por presentar una distribución bimodal con una época seca prolongada entre los meses de Noviembre a Abril y una temporada húmeda entre los meses de Mayo a Octubre, durante la realización del presente trabajo investigativo la precipitación fue de 1198.8 mm.

#### **4.1.2 Suelo**

El área experimental donde se ubicó el ensayo es un suelo perteneciente a la serie Sabana Grande con topografía plana y de origen volcánico. Durante el primer año de evaluación de la producción de biomasa (por Hernández, Urbina y Reyes, 2003) se tomaron muestras de suelo para realizar un análisis físico y químico.

#### 4.1.2.1 Análisis Físico

Los suelos tienen una textura franco con 22.5 % de arcilla, 32.5 % de limo y 45.0 % de arena, presentan un buen drenaje. Según el sistema de clasificación estadounidense, son suelos de la clase tres (inceptisoles), apropiados para la agricultura y las principales limitaciones son la erosión eólica y la baja fertilidad.

**Cuadro 11. Análisis físico del suelo.**

% arcilla	% limo	% arena	Clase de Textura
22.5	32.5	45.0	franco

#### 4.1.2.2 Análisis Químico

Según los resultados de los análisis estos suelos tienen alto porcentaje de materia orgánica y de Nitrógeno (4.77 % y 0.23 % respectivamente) y presentan 13.2 ppm de fósforo, 1.67 meq/100 gramos de potasio y un pH de 7.3 clasificado como ligeramente alcalino (Quintana et al., 1983 citado por Hernández et al., 2003).

**Cuadro 12. Análisis Químico del suelo.**

Profundidad (cm)	pH (agua)	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (meq/100g)
0 – 30	7.3	4.77	0.23	13.2	1.67

#### 4.2 Selección del área experimental

Para este experimento se utilizó un área de 1440 m<sup>2</sup> de *Cratylia argentea*, establecida en el 2001 donde Hernández, Urbina y Reyes (2003) realizaron la evaluación de la producción de biomasa durante el primer año, ellos establecieron cuatro bloques perpendiculares a la pendiente, con 3 parcelas grandes dentro de cada bloque y 3 parcelas pequeñas dentro de cada parcela grande, para un total de 36 subparcelas con una distancia entre parcelas de 1 m, distancia entre bloques de 2 m y una ronda de 2 m alrededor para facilitar el manejo del

ensayo y las labores agronómicas. Cada parcela pequeña tuvo un área experimental de 20 m<sup>2</sup>, al eliminar el efecto borde de la parcela se obtuvo un área útil 12 m<sup>2</sup>.

### **4.3 Manejo del ensayo**

#### **4.3.1 Corte de uniformidad**

El corte de uniformidad se realizó el 26 de septiembre del 2002 a una altura de 30 cm del suelo, fecha que sirvió como referencia para llevar a cabo las evaluaciones correspondientes.

#### **4.3.2 Limpieza.**

La limpieza del ensayo se realizó cada 2 meses en la época seca y cada mes en la época de lluvia (siguiendo lo dispuesto en el calendario de actividades), realizando la misma de forma manual dentro de las parcelas y en las calles entre parcelas y entre bloques; se utilizaron machetes, azadones y rastrillos.

### **4.4 Metodología Experimental**

El diseño experimental utilizado fue el de Bloques Completos al Azar (B.C.A), con 4 repeticiones, con arreglo de parcelas divididas, donde los factores estudiados fueron frecuencia de corte (8, 12 y 16 semanas) y densidad de siembra (0.5m x 0.5m, 1.0m x 0.5m, 1.0m x 1.0m). A las parcelas principales se les asignó la densidad de plantas y a las subparcelas la frecuencia de corte, generando nueve combinaciones de tratamientos:

**Cuadro 13. Descripción de los tratamientos.**

Tratamientos	Densidad de plantas (cm)	Frecuencia de corte (semanas)
1	0.5m x 0.5m	8
2	0.5m x 0.5m	12
3	0.5m x 0.5m	16
4	1.0m x 0.5m	8
5	1.0m x 0.5m	12
6	1.0m x 0.5m	16
7	1.0m x 1.0m	8
8	1.0m x 1.0m	12
9	1.0m x 1.0m	16

#### 4.4.1 Modelo estadístico

El modelo estadístico utilizado en la presente investigación fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + D_j + (BD)_{ij} + F_k + (FD)_{jk} + E_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Observación de i-ésima replicas de la j-ésima densidad de siembra y k-ésima frecuencia de corte.

$\mu$  = Valor media general.

$B_i$  = Efecto de i-ésimo bloque.

$D_j$  = Efecto de j-ésima densidad de siembra.

$(BD)_{ij}$  = Efecto de la interacción del i-ésimo bloque con la j-ésima densidad de siembra.

$F_k$  = Efecto de k-ésima frecuencia de corte.

$(DF)_{jk}$  = Efecto de la interacción de la j-ésima densidad de siembra con la k-ésima frecuencia de corte.

$E_{ijk}$  = Error experimental.

$$i = 1 \dots r = 4$$

$$j = 1 \dots d = 3$$

$$k = 1 \dots f = 3$$

## **4.5 DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES**

### **4.5.1 PRODUCCIÓN DE MATERIA FRESCA TOTAL (PMFT)**

Para la obtención del rendimiento de Materia Fresca por hectárea se efectuó el corte del material vegetativo (Tallos de todo tipo de diámetro, hojas y pecíolos) correspondiente a la parcela útil (12 m<sup>2</sup>) a una altura de 30 cm (por cada repetición, densidad y frecuencia de corte) se pesó y registró para estimar la producción Materia Fresca Total por hectárea mediante la siguiente fórmula:

$$PMFT = \frac{\text{kg de MF} \times 10000 \text{ m}^2}{12 \text{ m}^2}$$

### **4.5.2 PRODUCCIÓN DE MATERIA FRESCA FRACCIÓN FINA (PMFFF)**

La porción fracción fina corresponde a la parte de la planta compuesta principalmente por hojas, pecíolos y tallos finos con diámetros menores a 5 mm, constituyen la parte de mayor interés forrajero (fracción fina), la cual se separó manualmente del resto de la planta (tallos con diámetro mayor a los 5 mm), pesó y registró para calcular el RMFFF por hectárea utilizando la siguiente fórmula:

$$RMFFF = \frac{\text{kg de MFFF} \times 10000 \text{ m}^2}{12 \text{ m}^2}$$

### **4.5.3 PRODUCCIÓN DE MATERIA FRESCA FRACCIÓN GRUESA (PMFFG)**

La porción fracción gruesa corresponde a la parte de la planta con tallos de diámetros mayores a 5 mm, la cual se separó manualmente, se pesó y registró para estimar RMFFG por hectárea mediante la siguiente fórmula:

$$RMFFG = \frac{\text{kg de MFFG} \times 10000 \text{ m}^2}{12 \text{ m}^2}$$

#### 4.5.4 PORCENTAJE DE MATERIA SECA (PMS)

Después de cosechada, pesada y registrada la materia seca por cada subparcela, una muestra del material se tomó para determinar el contenido de materia seca. Cada muestra se llevó al Laboratorio de Bromatología de la Universidad Nacional Agraria donde se secó en un horno de circulación forzada de aire a 60°C durante 48 horas, posteriormente el material se pesó, se molió y almacenó en un frasco de vidrio debidamente identificado. Luego, del material molido se tomó una muestra de 5 gramos y se colocó en un horno a 105°C durante 4 horas para calcularle humedad residual y estimar materia seca mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{Peso inicial de la muestra (g)} - \text{Peso final de la muestra (g)}}{\text{Peso inicial de la muestra (g)}} \times 100$$

Contenido de Materia Seca (%) = 100 - % de humedad

#### 4.5.5 PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA TOTAL (PMST)

Se estimó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{RMST} = \frac{\text{RMFT} \times \text{CMS}}{100}$$

#### 4.5.6 PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA FRACCIÓN FINA (PMSFF)

Se calculó a través de la siguiente fórmula:

$$\text{MSFFF} = \frac{\text{MFFF} \times (\% \text{MS})}{100}$$

#### 4.5.7 ALTURA PROMEDIO DE LA PLANTA (APP)

Para estimar la altura promedio de las plantas se tomaron 5 plantas diferentes al azar de cada subparcela y se midieron con una cinta métrica desde la base de la planta hasta la punta de la última hoja, luego se calculó el promedio de estas 5 plantas.

#### **4.5.8 CONTENIDO DE CENIZAS (%).**

La determinación se realizó tomando una muestra de 1g (muestra que estuvo en el horno por 48 horas a 60°C) que se colocó en un crisol de porcelana, se incineró en un mechero durante cinco minutos aproximadamente y luego se introdujo en una mufla a temperatura de 550°C durante dos horas, después de este lapso de tiempo se sacó y colocó en los enfriadores por 10 minutos y se tomaba el peso. Con los datos obtenidos se procedió a realizar el cálculo del % de ceniza a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Cenizas (\%)} = \frac{\text{Peso inicial de la muestra (g)} - \text{Peso final de la muestra (g)}}{\text{Peso inicial de la muestra (g)}} \times 100$$

#### **4.5.9 TASA DE CRECIMIENTO (TC)**

Esta variable es la producción diaria de biomasa (kg MS/ha/día) durante cada frecuencia de corte, y se estimaba mediante la siguiente fórmula:

$$\text{TC} = \frac{\text{RMST (kg/ha /corte)}}{\text{Frec. de corte (días)}}$$

#### **4.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Todos los análisis fueron realizados con el paquete estadístico MINITAB, Versión 13.20 para computadoras personales (2000).

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Producción de Materia Fresca Total (MFT)

En el Cuadro 14 (ver anexos), podemos observar los resultados obtenidos del análisis de varianza de la producción de Materia Fresca Total (MFT), los cuales muestran que se encontró diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) para los efectos de densidad de siembra (DS) y frecuencia de corte (FC), y no se encontró diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) para los efectos de bloque, época y las interacciones bloque por densidad, densidad por frecuencia, frecuencia por época, densidad por época y densidad por frecuencia por época.

De acuerdo a lo obtenido en el Cuadro 14, en el Cuadro 15 se muestran los resultados de la separación de medias mediante la prueba de Tukey para densidades de siembra. La mayor producción de MFT se obtuvo con la densidad de siembra 3 con 59.19 ton/ha/año, la que difiere estadísticamente ( $P < 0,05$ ) de las densidades de siembra 2 (40.26 ton/ha/año) y 1 (34.12 ton/ha/año) las que a su vez no difieren estadísticamente entre sí ( $P > 0,05$ ).

El comportamiento de la variable producción de materia fresca total coincide con lo expresado por Ivory (1990) de que una menor densidad de plantas se compensa con un mayor rendimiento individual, y una mayor densidad de plantas se traduce en un menor rendimiento individual, pero así mismo, en un mayor rendimiento por área.

**Cuadro 15. Medias de Materia Fresca total (ton/ha/año) derivadas del análisis de varianza para densidades de siembra.**

Densidades:	Medias*
10,000 plantas/ha	34.12 <sup>a</sup>
20,000 plantas/ha	40.26 <sup>a</sup>
40,000 plantas/ha	59.19 <sup>b</sup>

\*Medias seguidas por letras iguales dentro de columna, no difieren estadísticamente entre si para la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

Estos datos tienen similar comportamiento que los datos obtenidos por Argel, et al., (2001), que encontraron mayores rendimientos de MFT en la medida que la densidad de siembra era mayor, ya que los rendimientos individuales por planta aumentan a medida que las

distancias de siembra son mayores, mientras que los rendimientos por unidad de área aumentan al incrementar la densidad de siembra.

El rendimiento de MFT obtenido en la densidad 3 (40,000 plantas/ha) es similar al obtenido por Lascano et al., (2002) quienes reportan una producción de 60 ton/MFT/año en densidades de siembra de 55,555 plantas/ha. Por otro lado, Lascano et al., (2002) reportan rendimiento de 32 ton/MFT/año en distancias de siembra de 60cm x 60cm (27,778 plantas/ha), los que son similares a los encontrados en nuestro ensayo en la densidad de siembra 1 (10,000 plantas/ha).

Nuestros resultados son similares a los encontrados por Hernández, Urbina y Reyes (2003) de 59.93, 42.3 y 33.92 ton/ha/año para las densidades 3, 2 y 1 respectivamente, en el primer año de evaluación de este ensayo.

Con relación a las frecuencias de corte en el Cuadro 16, se muestran los resultados de la separación de medias mediante la prueba de Tukey, la frecuencia de corte 3 (16 semanas) presentó la mayor producción de MFT con 53.13 ton/ha/año la que difiere estadísticamente ( $P < 0,05$ ) de la frecuencia 2 (12 semanas) con un rendimiento de 45.35 ton/ha/año y de la frecuencia 1 (8 semanas) que tuvo una producción de 35.10 ton/ha/año, las cuales a su vez difieren estadísticamente entre sí ( $P < 0,05$ ).

**Cuadro 16. Medias de Materia Fresca Total (ton/ha/año) derivadas del análisis de varianza para frecuencias de corte.**

<b>Frecuencias</b>	<b>Medias*</b>
8 semanas	35.10 <sup>a</sup>
12 semanas	45.35 <sup>b</sup>
16 semanas	53.13 <sup>c</sup>

\*Medias seguidas por letras desiguales dentro de columna, difieren estadísticamente entre si para la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

Los resultados encontrados en la comparación de medias muestra que los rendimientos son mayores al aumentar la frecuencia de corte (16 semanas) lo anterior se debe a la tendencia de la fibra que incrementa a medida que las frecuencias de corte van siendo mayores, lo que

ratifica que en el trópico las especies forrajeras se lignifican rápidamente a medida que van envejeciendo debido a que a mayor edad las plantas acumulan una mayor cantidad de elementos estructurales (celulosa, hemicelulosa y lignina), mientras que a menor edad los tallos son herbáceos y los rendimientos son menores.

Blair et al., (1990) según trabajos realizados, resalta que intervalos de corte mas espaciados resultan en mayores rendimientos de biomasa. Por su parte Ella (1991) y Stur (1994) plantean que los rendimientos foliares y leñosos en especies perennes, aumentan a medida que la edad al corte es mayor.

Nuestros resultados son similares a los reportados por Hernández, Urbina y Reyes (2003) de 35.14 ton/ha/año para la frecuencia 1 (8 semanas), pero no coinciden con lo encontrado en la frecuencia 2 y 3 con 51.34 y 59.58 ton/ha/año respectivamente.

## **5.2 Producción de Materia Fresca Fracción Fina (MFFF)**

En el Cuadro 17 (anexos), se muestra el análisis de varianza para producción de materia fresca fracción fina (MFFF) en el cual puede observarse que no existen diferencias significativas ( $P>0.05$ ) para bloques, frecuencias de cortes, épocas y las interacciones bloque por densidad, densidad por frecuencia y densidad por época, encontrándose diferencias altamente significativas ( $P<0.01$ ) únicamente para densidades de siembra y la interacción frecuencia de corte por época.

Al realizarse la comparación de medias mediante la prueba de Tukey (Cuadro 18) se encontró que el mayor rendimiento fue para la densidad de siembra 3 (40,000 plantas/ha) con 44.51 ton/ha/año, la que difiere estadísticamente ( $P<0.05$ ) de las densidades 2 (20,000 plantas/ha) con 29.85 ton/ha/año y 1 (10,000 plantas/ha) con 26.55 ton/ha/año, las que a su vez no difieren estadísticamente entre sí ( $P>0.05$ ).

La porción fracción fina corresponde a la parte de la planta compuesta principalmente por hojas, pecíolos y tallos finos con diámetros menores a 5 mm, constituyen la parte de mayor

interés forrajero (fracción fina) y de mayor valor nutritivo para los animales rumiantes (Faria Mármol, 1994).

**Cuadro 18. Medias de Materia Fresca Fracción Fina (ton/ha/año) derivadas del análisis de varianza para densidades de plantas.**

Densidades:	Medias*
10,000 plantas/ha	26.55 <sup>a</sup>
20,000 plantas/ha	29.85 <sup>a</sup>
40,000 plantas/ha	44.51 <sup>b</sup>

\*Medias seguidas por letras iguales dentro de columna, no difieren estadísticamente entre si para la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

En nuestros resultados es importante destacar que de la producción total de materia fresca obtenida en la densidad 3 que fue la de mayor producción (59.19 ton/ha/año) el 75% corresponde a la MFFF obtenida en la misma densidad 3 (44.51 ton/ha/año), que es la fracción que consumen en mayor cantidad los animales debido a su alto valor nutritivo.

Al realizarse la comparación de medias mediante la prueba de Tukey (Cuadro 19), se encontró que el mayor rendimiento 41.79 ton/ha/año obtenido de los cortes realizados cada 12 semanas durante el período de lluvia, difiere estadísticamente ( $P < 0.05$ ) del menor rendimiento 26.23 ton/ha/año, obtenido en los cortes realizados cada 8 semanas durante la época seca.

**Cuadro 19. Medias de Materia Fresca Fracción Fina (ton/ha/año) derivadas del análisis de varianza para la interacción frecuencia por época.**

Frecuencia por época	Medias*
8 semanas en Seca	26.23 <sup>a</sup>
8 semanas en Lluvia	35.83 <sup>a</sup>
12 semanas en Seca	27.18 <sup>a</sup>
12 semanas en Lluvia	41.19 <sup>b</sup>
16 semanas en Seca	39.22 <sup>a</sup>
16 semanas en Lluvia	31.56 <sup>a</sup>

\*Medias seguidas por letras iguales dentro de columna, no difieren estadísticamente entre si para la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

### 5.3 Producción de Materia Fresca Fracción Gruesa (MFFG).

En el Cuadro 20 ( ver anexo), se muestra el análisis de varianza para la producción de materia fresca fracción gruesa (MFFG) en el cual puede observarse que no existen diferencias significativas ( $P>0.05$ ) para bloques, épocas y las interacciones bloque por densidad, densidad por frecuencia, densidad por época y frecuencia por época, encontrándose diferencias significativas ( $P<0.05$ ) para densidades de siembra y frecuencias de corte.

En el cuadro 21, se muestran los resultados de la comparación de medias mediante la prueba de Tukey para densidades de siembra, obteniendo la mayor producción de materia fresca fracción gruesa en la densidad 3 (40,000 plantas/ha) con 13.88 ton/ha/año la que difiere significativamente ( $P<0,05$ ) de las densidades 2 (20,000 plantas/ha) con 10.46 ton/ha/año y de la densidad 1 (10,000 plantas/ha) con 9.31 ton/ha/año, las que a su vez no difieren estadísticamente entre si ( $P>0,05$ ).

**Cuadro 21. Medias de Materia Fresca Fracción Gruesa (ton/ha/año) derivadas del análisis de varianza para densidades de plantas.**

Densidades:	Medias*
10,000 plantas/ha	9.31 <sup>a</sup>
20,000 plantas/ha	10.46 <sup>a</sup>
40,000 plantas/ha	13.88 <sup>b</sup>

\*Medias seguidas por letras iguales dentro de columna, no difieren estadísticamente entre si para la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

Al realizarse la comparación de medias mediante la prueba de Tukey (Cuadro 22) se encontró que el menor rendimiento fue para la frecuencia de corte 1 (8 semanas) con 4.26 ton/ha/año, la que difiere estadísticamente ( $P<0.05$ ) de las frecuencias 2 (12 semanas) con 11.08 ton/ha/año y 3 (16 semanas) con 18.31 ton/ha/año, las que a su vez difieren estadísticamente entre sí ( $P<0.05$ ).

Los resultados encontrados en el presente trabajo muestran la misma tendencia y son similares a los reportados por Hernández, Urbina y Reyes (2003) en el sentido de que a

medida que se aumenta la frecuencia de corte también aumenta la producción de materia fresca fracción gruesa, lo que es congruente con la fisiología de la planta, ya que al avanzar la edad de la planta esta acumula una mayor cantidad de sustancias estructurales como celulosa, hemicelulosa y lignina que conllevan al engrosamiento de los tallos y a la disminución de su valor nutricional.

**Cuadro 22. Medias de Materia Fresca Fracción Gruesa (ton/ha/año) derivadas del análisis de varianza para frecuencias de corte.**

Frecuencias	Medias*
8 semanas	4.26 <sup>a</sup>
12 semanas	11.08 <sup>b</sup>
16 semanas	18.31 <sup>c</sup>

\* Medias seguidas por letras desiguales dentro de columna, difieren estadísticamente entre si para la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

#### 5.4 Porcentaje de Materia Seca (%MS)

Las diferentes densidades de siembra, bloques e interacciones bloque por densidad, densidad por frecuencia, densidad por época y densidad por frecuencia por época, no presentaron diferencias significativas ( $P>0,05$ ) (Cuadro 23 en anexos), encontrándose diferencias significativas ( $P<0,05$ ) únicamente para frecuencias de cortes, épocas y la interacción frecuencia por época.

La comparación de medias por la Prueba de Tukey mostró diferencias significativas ( $P<0,05$ ) entre las frecuencias de corte (Cuadro 24), observándose que la frecuencia de corte 1 (8 semanas) presenta el menor porcentaje de materia seca (27.90%), el cual difiere de las frecuencias de cortes 2 (30.26%) y 3 (34.83%), las cuales a su vez difieren estadísticamente entre sí ( $P<0,05$ ).

**Cuadro 24. Medias de Porcentajes de Materia Seca (%) derivadas del análisis de varianza para las frecuencias de corte.**

Frecuencias	Medias*
8 semanas	27.90 <sup>a</sup>
12 semanas	30.26 <sup>b</sup>
16 semanas	34.83 <sup>c</sup>

\* Medias seguidas por letras desiguales dentro de columna, difieren estadísticamente entre si para la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

Los valores obtenidos en la frecuencia 1 (27.90%) son similares a los encontrados por Xavier et al., (1990); Argel (1995); Gómez, Vargas y Reyes (1999); Hernández, Urbina y Reyes (2003) que reportan valores de 26.6, 26.6, 25.77 y 25.26% respectivamente para *C. argentea* de 60 días de edad, pero son menores al ser comparados con los valores obtenidos en las Frecuencias de corte de 12 y 16 semanas con 30.26% y 34.83% respectivamente.

No obstante, nuestros resultados para contenido de materia seca en las frecuencias 2 (30.26%) y 3 (34.83%) son superiores a los valores reportados para esta variable por Gómez, Vargas y Reyes (1999) que encontraron un 27.77% de materia seca en su mayor frecuencia de corte (75 días), y son también superiores a los obtenidos por Hernández, Urbina y Reyes (2003) para frecuencias de corte de 12 y 16 semanas con 27.93 y 28.51% respectivamente.

Con relación a la separación de medias por la prueba de Tukey para el efecto de época (Cuadro 25) encontramos que el mayor contenido de materia seca se obtuvo en la época de seca con 32.53% el que difiere estadísticamente ( $P < 0.05$ ) del valor obtenido en la época de lluvia (29.47%), estas diferencias son debidas probablemente a que en la época de seca el contenido de agua de las plantas disminuye y se incrementa el contenido de lignina y carbohidratos estructurales.

**Cuadro 25. Medias en porcentaje de MS derivadas del análisis de varianza para épocas de evaluación.**

Épocas del año	Medias*
Seca	32.53 <sup>a</sup>
Lluvia	29.47 <sup>b</sup>

\* Medias seguidas por letras desiguales dentro de columna, difieren estadísticamente entre si para la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

En el Cuadro 26 se presenta la comparación de medias para la interacción frecuencia de corte por época del año, observándose que los mayores contenidos de materia seca corresponden a la frecuencia de corte de 16 semanas tanto en la época de seca como en la época de lluvia y a la frecuencia de corte de 12 semanas en la época de seca con 34.92, 34.75 y 34.15% respectivamente, las que no difieren estadísticamente entre sí ( $P > 0.05$ ), pero son superiores y estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ) a los valores obtenidos en la

frecuencia de corte de 8 semanas tanto en época seca como en lluvia y a la frecuencia de corte de 12 semanas en la época de lluvia con 28.51, 27.28 y 26.37% respectivamente las que no difieren estadísticamente entre si ( $P>0.05$ ).

**Cuadro 26. Medias de Contenido de Materia Seca (%) derivadas del análisis de varianza para la interacción frecuencias de corte por época del año.**

Frecuencia * época	Medias*
8 semanas en Seca	28.51 <sup>a</sup>
8 semanas en Lluvia	27.28 <sup>a</sup>
12 semanas en Seca	34.15 <sup>b</sup>
12 semanas en Lluvia	26.37 <sup>a</sup>
16 semanas en Seca	34.92 <sup>b</sup>
16 semanas en Lluvia	34.75 <sup>b</sup>

\*Medias seguidas por letras iguales dentro de columna, no difieren estadísticamente entre si para la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

### 5.5 Producción de Materia Seca Total (PMST).

En el Cuadro 27 (anexos), podemos observar los resultados obtenidos del análisis de varianza de la producción de Materia Seca Total (MST), los cuales muestran que se encontró diferencias significativas ( $P<0,05$ ) para los efectos de densidad de siembra y frecuencia de corte, y no se encontró diferencias significativas ( $P>0,05$ ) para los efectos de bloque y época, y las interacciones bloque por densidad, densidad por frecuencia, densidad por época y frecuencia por época.

En el Cuadro 28, se muestran los resultados de la comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el efecto de densidades de siembra, obteniendo la mayor producción de materia seca total en la densidad de siembra 3 (40,000 plantas/ha) con 18.00 ton MS/ha/año la que difiere significativamente ( $P<0,05$ ) de las densidades 2 (20,000 plantas/ha) con 12.00 ton MS/ha/año y de la densidad 1 (10,000 plantas/ha) con 10.65 ton MS/ha/año, las que no difieren estadísticamente entre si ( $P>0,05$ ).

Según Ivory (1990) al haber una mayor densidad de siembra se obtiene un menor rendimiento individual por planta, pero así mismo implica un mayor rendimiento por área. Los resultados obtenidos con la densidad 3 (18.00 ton MS/ha/año) son similares a los

valores reportados por Lascano et al., (2002) entre 14-20 ton MS/ha por año, no obstante estos valores son superiores a los que encontramos en las densidades 1 y 2.

**Cuadro 28. Medias del rendimiento de Materia Seca Total (ton/ha/año) derivadas del análisis de varianza para densidades de plantas.**

Densidades:	Medias*
10,000 plantas/ha	10.65 <sup>a</sup>
20,000 plantas/ha	12.00 <sup>a</sup>
40,000 plantas/ha	18.00 <sup>b</sup>

\* Medias seguidas por letras iguales dentro de columna, no difieren estadísticamente entre si para la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

Nuestros resultados en las tres densidades de siembra son superiores a los obtenidos por Hernández, Urbina y Reyes (2003) que fueron de 14.86, 10.67 y 8.57 ton MS/ha/año para las densidades de siembra de 40,000; 20,000 y 10,000 plantas/ha respectivamente. Esta diferencia probablemente se debe a que la plantación de *Cratylia argentea* al tener un mayor tiempo de establecimiento, esta alcanzando su madurez productiva lo cual se refleja en un mayor rendimiento por hectárea.

Por otro lado, Pizarro, et al., (1995), con una densidad de siembra de 5,000 plantas/ha (2m x 2m) obtuvo una producción de 16 ton MS/ha/año, la cual es superior a los valores encontrados en nuestro trabajo para las densidades de 10,000 y 20,000 plantas /ha. Desconocemos cual fue el manejo que se le dio a ese experimento así como cualquier otro factor (frecuencia de corte, fertilización, inoculación, precipitación, suelo, entre otros) que pudo haber influenciado ese rendimiento, por lo que es difícil explicar estas diferencias con nuestros resultados.

Al realizarse la comparación de medias mediante la prueba de Tukey (Cuadro 29) se encontró que el menor rendimiento fue para la frecuencia de corte 1 (cada 8 semanas) con 9.51 ton MS/ha/año, la que difiere estadísticamente ( $P < 0,05$ ) de los rendimientos obtenidos en la frecuencia de corte 2 (cada 12 semanas) con 12.76 ton MS/ha/año y en la frecuencia de corte 3 (cada 16 semanas) con 18.38 ton MS/ha/año, las que difieren estadísticamente entre sí ( $P < 0,05$ ). Esto nos demuestra que la producción total de materia seca puede ser afectada por variaciones en las densidades de siembra y la frecuencia de corte, obteniendo

los mejores resultados con densidades de siembra de 40,000 plantas/ha y frecuencia de cortes de cada 16 semanas.

**Cuadro 29. Medias del rendimiento de Materia Seca Total (ton/ha/año) derivadas del análisis de varianza para frecuencias de corte.**

<b>Frecuencias</b>	<b>Medias*</b>
8 semanas	9.51 <sup>a</sup>
12 semanas	12.76 <sup>b</sup>
16 semanas	18.38 <sup>c</sup>

\* Medias seguidas por letras desiguales dentro de columna, difieren estadísticamente entre sí para la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

Este resultado es consistente con lo encontrado por Argel (1995), quien afirma que los rendimientos de MS aprovechable de esta leguminosa han sido variables de acuerdo a las frecuencias de corte, notándose un incremento de los mismos a una mayor edad de las plantas al momento de su evaluación y coincide con lo planteado por Teague, (1989) que observó que defoliaciones frecuentes conducen a la planta a un descenso en los niveles de carbohidratos de reserva que son requeridos para respiración y crecimiento y por lo tanto a un descenso en los niveles de producción.

Además, los arbustos con mayores períodos de recuperación presentan mejores niveles de carbohidratos que plantas con períodos muy cortos entre cortes. Esos mayores niveles de carbohidratos pueden ser los responsables de mayores y más vigorosos rebrotes. Por otro lado, el mayor rendimiento de materia seca con el aumento de la edad puede ser debido a incrementos en el número de ramificaciones potenciales para el crecimiento (Adejumo et al., 1985).

Los resultados obtenidos son superiores a los reportados por Hernández, Urbina y Reyes (2003) de 16.15 ton MS/ha/año para la frecuencia de corte cada 16 semanas, pero similares a las producciones que ellos encontraron para las frecuencias de corte cada 8 y 12 semanas con 8.31 y 12.67 ton MS/ha/año.

La mayor producción de MST fue encontrada en la frecuencia de corte 3 (cada 16 semanas) con 18.38 ton MS/ha/año, la cual es superior al valor reportado por Xavier et al., (1990) de

14.3 ton MS/ha/año, pero bajo condiciones de suelos ácidos con alta concentración de aluminio.

### 5.6 Producción de Materia Seca Fracción Fina (ton/ha/año)

En el análisis de varianza practicado (Cuadro 30, ver anexos) a la variable rendimiento de materia seca fracción fina se encontró que no existen efectos significativos ( $P>0,05$ ) de bloques y épocas, ni de las interacciones bloque por densidad, densidad por frecuencia, densidad por época y frecuencia por época, encontrando diferencias significativas ( $P<0,05$ ) para densidades de siembra y frecuencias de corte.

En el Cuadro 31, se muestran los resultados de la comparación de medias mediante la prueba de Tukey para densidades de siembra. La densidad de siembra 3 (40,000 plantas/ha) presentó la mayor producción de MSFF con 13.26 ton MS/ha/año la que difiere estadísticamente ( $P<0,05$ ) de las densidades 2 (8.98 ton MS/ha/año) y 1 (7.90 ton MS/ha/año) las que a su vez no difieren entre sí ( $P>0,05$ ).

**Cuadro 31. Medias del rendimiento (ton/ha/año) de Materia Seca Fracción Fina derivadas del análisis de varianza para densidades de plantas.**

Densidades:	Medias*
10,000 plantas/ha	7.90 <sup>a</sup>
20,000 plantas/ha	8.98 <sup>a</sup>
40,000 plantas/ha	13.26 <sup>b</sup>

\* Medias seguidas por letras iguales dentro de columna, no difieren estadísticamente entre si para la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

La proporción entre la fracción fina y fracción gruesa de la materia seca es un indicativo de la cantidad de forraje de alto valor nutritivo que se puede obtener a partir de una planta (Pathak et al., 1980).

Nuestros resultados son superiores a los obtenidos por Hernández, Urbina y Reyes (2003) que encontraron valores de 10.59, 6.45 y 5.61 ton/ha/año para las densidades de siembra de 40,000; 20,000 y 10,000 plantas por hectárea respectivamente, estas diferencias pueden ser

debido a que la plantación ha alcanzado su estado de madurez productiva y que su capacidad de rebrote sea mayor, lo que se refleja en mayor producción por área.

La comparación de medias (Cuadro 32) por la prueba de Tukey para frecuencias de corte, muestra que en la frecuencia 3 (16 semanas), se obtuvo el mayor rendimiento de MSFF (12.11 ton/ha/año), la que no difiere estadísticamente ( $P>0.05$ ) de la frecuencia de corte 2 (12 semanas) con 9.73 ton/ha/año, pero si difiere estadísticamente ( $P<0.05$ ) de la frecuencia de corte 1 (8 semanas) con 8.30 ton/ha/año, sin embargo, los rendimientos de las frecuencias 1 y 2 no difieren estadísticamente ( $P>0.05$ ) entre si.

**Cuadro 32. Medias del rendimiento de Materia Seca Fracción Fina (ton/ha/año) derivadas del análisis de varianza para frecuencias de corte.**

<b>Frecuencias</b>	<b>Medias*</b>
8 semanas	8.30 <sup>a</sup>
12 semanas	9.73 <sup>ab</sup>
16 semanas	12.11 <sup>b</sup>

\* Medias seguidas por letras iguales dentro de columna, no difieren estadísticamente entre si para la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

Los resultados obtenidos en nuestro experimento son superiores a los reportados por Hernández, Urbina y Reyes (2003), de 8.75, 8.69 y 6.33 ton/ha/año para las frecuencias de corte cada 16, 12 y 8 semanas respectivamente.

### **5.7 Altura promedio de las plantas**

La altura de la planta, es un componente del rendimiento que permite conocer cuando puede ser cosechada al correlacionarlo con otros factores (Mishra et al., 1991). En el Cuadro 33 (anexo), podemos observar los resultados obtenidos del análisis de varianza para altura promedio de las plantas, los cuales muestran que se encontró diferencias significativas ( $P<0,05$ ) únicamente para el efecto de frecuencia de corte y no se encontró diferencias significativas ( $P>0.05$ ) para los efectos de bloque, densidad y las interacciones bloque por densidad, densidad por frecuencia, frecuencia por época, densidad por época y densidad por frecuencia por época.

La altura, en nuestro estudio al igual que lo reportado por Hernández, Urbina y Reyes (2002), no se vio afectada por las densidades de siembra, sin embargo, según algunos autores hay cierta orientación a obtener plantas más altas a menores densidades de siembra. Lascano et al., (2002) y Añez, Reverol y Tavira (1980) citado por Hernández et al., (2003) en otras especies observaron una tendencia a aumentar las alturas a medida que disminuían las distancias de siembra. Así como, Argel, (2001) quien encontró que la densidad de siembra (número de plantas/ha) afecta ligeramente la altura de la planta.

Al realizar la comparación de medias (Cuadro 34) a través de la prueba de Tukey podemos observar que las alturas promedio de las plantas de acuerdo con las frecuencias de corte pueden agruparse en tres categorías estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ). Encontrándose que la mayor altura se obtuvo en la frecuencia de corte de 16 semanas con 162.30 cm, seguido de la frecuencia de 12 semanas con 130.55 cm, y el menor valor se obtuvo en la frecuencia de corte de 8 semanas con una altura de 93.73 cm.

**Cuadro 34. Medias de alturas (cm) promedio derivadas del análisis de varianza para frecuencias de corte.**

Frecuencias	Medias*
8 semanas	93.73 <sup>a</sup>
12 semanas	130.55 <sup>b</sup>
16 semanas	162.30 <sup>c</sup>

\* Medias seguidas por letras desiguales dentro de columna, difieren estadísticamente entre sí para la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

Nuestros resultados en relación a la altura promedio de las plantas según la frecuencia de corte son superiores a los encontrados por Hernández, Urbina y Reyes (2003) de 147.74, 117.50 y 91.46 cm para las frecuencias de corte cada 16, 12 y 8 semanas respectivamente.

Argel (1995) encontró que la altura promedio de diferentes accesiones de *C. argentea* durante la época seca fue como promedio 47.2 cm, los cuales son menores a todos los resultados obtenidos en nuestro estudio, incluso en la frecuencia de corte cada 8 semanas con 93.73 cm.

Nuestros resultados en la frecuencia de corte 2 (130.55 cm) son similares a los encontrados por Lascano et al., (2002) en un ensayo con una densidad de 90 x 90 cm que obtuvo 123 cm de altura a los 9 meses después de la siembra.

La altura promedio obtenida en nuestro experimento con la frecuencia de corte cada 16 semanas con 162.30 cm se encuentra entre los valores reportados por Maass (1995), Queiroz y Coradin (1995), Sobrinho y Nunes (1995) y Xavier y Carvalho (1995) que van desde 1.5 a 3 m.

### 5.8 Porcentaje de Cenizas

A través del análisis de varianza (Cuadro 35 en anexo) se determinó que existen diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) para los efectos de frecuencias de corte, época e interacción frecuencia por época. No se encontró diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ) para los efectos de bloque, densidad e interacciones bloque por densidad, densidad por frecuencia, densidad por época y densidad por frecuencia por época.

Al realizar la comparación de medias por la Prueba de Tukey para el efecto de la frecuencia de corte sobre el porcentaje de cenizas (Cuadro 36) encontramos que el mayor porcentaje de cenizas corresponde a la frecuencia de corte cada 16 semanas con 15.67% el que difiere estadísticamente ( $P < 0.05$ ) de lo encontrado para la frecuencia de corte cada 12 semanas (12.00%) y la frecuencia de corte cada 8 semanas (12.54%), las que no difieren estadísticamente entre sí ( $P > 0.05$ ).

**Cuadro 36. Medias de porcentajes (%) de Cenizas derivadas del análisis de varianza para frecuencias de corte en *Cratylia argentea*.**

Frecuencias	Medias*
8 semanas	12.54 <sup>a</sup>
12 semanas	12.00 <sup>a</sup>
16 semanas	15.67 <sup>b</sup>

\* Medias seguidas por letras iguales dentro de columna, no difieren estadísticamente entre sí para la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

Podemos observar que el contenido de cenizas aumenta a medida que la frecuencia de corte es mayor. Posiblemente el mayor contenido de agua en los rebrotes jóvenes hace que la concentración de los minerales respecto al peso total sea menor.

Nuestros resultados son similares a los reportados por Hernández, Urbina y Reyes (2003) de 12.15 y 12.09% para las frecuencias de corte cada 12 y 8 semanas respectivamente, pero el valor reportado para la frecuencia de corte cada 16 semanas de 12.92% es inferior al que encontramos en este estudio.

En el cuadro 37, se muestran los resultados de la comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el efecto épocas del año. El mayor porcentaje de cenizas (13.85%) se obtuvo en la época de seca, el cual difiere significativamente ( $P < 0.05$ ) del obtenido en la época de lluvia (12.96%), esta diferencia es debida probablemente a que en la época de seca el contenido de agua de las plantas disminuye y de lugar a un incremento de la concentración de la parte inorgánica de la planta.

**Cuadro 37. Medias en porcentajes (%) de Cenizas derivadas del análisis de varianza para épocas de evaluación.**

Épocas del año	Medias*
Seca	13.85 <sup>a</sup>
Lluvia	12.96 <sup>b</sup>

\* Medias seguidas por letras desiguales dentro de columna, difieren estadísticamente entre sí para la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

De acuerdo a lo obtenido en el Cuadro 35, en el Cuadro 38 se muestran los resultados de la separación de medias mediante la prueba de Tukey para el contenido de cenizas según la interacción frecuencia de corte por época del año. El mayor contenido de cenizas corresponde a la frecuencia de corte cada 16 semanas con 15.69% y 15.66% para la época de seca y lluvia respectivamente, los que difieren estadísticamente ( $P < 0.05$ ) de los contenidos de cenizas obtenidos en las interacciones frecuencias de corte cada 12 semanas por época del año con 13.21% y 10.79% para seca y lluvia respectivamente, que a su vez difieren estadísticamente entre sí ( $P < 0.05$ ).

Los contenidos de cenizas de las interacciones frecuencias de corte cada 8 semanas por época del año con 12.64% y 12.44% para seca y lluvia respectivamente no difieren entre sí ( $P>0.05$ ), pero difieren estadísticamente ( $P>0.05$ ) de la interacción frecuencia de corte cada 16 semanas por época del año.

**Cuadro 38. Medias en porcentaje (%) de Cenizas derivadas del análisis de varianza para la combinación frecuencias de corte por época del año.**

Frecuencia por época	Medias*
8 semanas en Seca	12.64 <sup>a</sup>
8 semanas en Lluvia	12.44 <sup>a</sup>
12 semanas en Seca	13.21 <sup>a</sup>
12 semanas en Lluvia	10.79 <sup>b</sup>
16 semanas en Seca	15.69 <sup>c</sup>
16 semanas en Lluvia	15.66 <sup>c</sup>

\*Medias seguidas por letras desiguales dentro de columna, difieren estadísticamente entre sí para la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

### 5.9 Tasa de Crecimiento

En el análisis de varianza del Cuadro 39 (anexos), se observa que la densidad de siembra, época del año y la interacción frecuencia de corte por época del año fueron los factores que influyeron significativamente ( $P<0,05$ ) sobre la tasa de crecimiento, no se encontró diferencias estadísticas ( $P>0,05$ ) entre bloques, frecuencias de corte y en las interacciones bloque por densidad, densidad por frecuencia y densidad por época.

De acuerdo a lo obtenido en el Cuadro 39 (anexos), en el Cuadro 40 se muestran los resultados de la comparación de medias mediante la Prueba de Tukey para densidades de siembra encontrándose que la mayor tasa de crecimiento se obtiene con la densidad 3 (40,000 plantas/ha) con 33.39 kg MS/ha/día la que difiere estadísticamente ( $P<0,01$ ) de la densidad 2 (20,000 plantas/ha) con 23.68 kg MS/ha/día y de la densidad 1 (10,000 plantas/ha) con 21.60 kg MS/ha/día, las que no difieren estadísticamente entre si ( $P>0,05$ ).

La mayor tasa de crecimiento se obtuvo con la mayor densidad, coincidiendo con lo planteado por Argel, (2001) con relación a que los rendimientos individuales por planta aumentan a medida que las distancias de siembra son mayores, mientras que los rendimientos por unidad de área aumentan al incrementar la densidad de siembra.

**Cuadro 40. Medias de la Tasa de Crecimiento (kg/ha/día) derivadas del análisis de varianza para densidades de plantas.**

Densidades:	Medias*
10,000 plantas/ha	21.60 <sup>a</sup>
20,000 plantas/ha	23.68 <sup>a</sup>
40,000 plantas/ha	33.39 <sup>b</sup>

\* Medias seguidas por letras iguales dentro de columna, no difieren estadísticamente entre sí para la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

Al realizar la comparación de medias por la Prueba de Tukey para el efecto de las épocas del año sobre la tasa de crecimiento (Cuadro 41) obtuvimos que en la época de lluvia se obtuvo la mayor tasa de crecimiento con 41.51 kgMS/ha/año la que difiere estadísticamente ( $P < 0.05$ ) de la tasa de crecimiento en la época de seca que fue de 10.93 kg MS/ha/día.

**Cuadro 41. Medias de la Tasa de Crecimiento (kg/ha/día) derivadas del análisis de varianza para épocas de evaluación en *Cratylia argentea*.**

Épocas del año	Medias*
Seca	10.93 <sup>a</sup>
Lluvia	41.51 <sup>b</sup>

\* Medias seguidas por letras desiguales dentro de columna, difieren estadísticamente entre sí para la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

La disponibilidad de humedad es uno de los factores físicos más determinantes de la tasa de crecimiento de biomasa forrajera; sin embargo, ésta no debe ser analizada aisladamente del tipo de suelo ni de los genotipos de forrajeras, pues entre éstos hay una gran diversidad en cuanto a su tolerancia o resistencia al estrés de la sequía.

La mayor tasa de crecimiento en la época de lluvia se explica por que la cantidad de agua disponible para las plantas forrajeras está en función de la precipitación, de la capacidad de retención de humedad que tiene el suelo y de las pérdidas de agua, tanto por la planta como por el suelo. El agua disponible para la planta se define como el volumen de agua mantenido entre la capacidad de campo y el punto de marchitez (- 0.03 y - 1.5 Mpa de presión). Se puede generalizar que la tasa de crecimiento del forraje se reduce cuando la disponibilidad de humedad en el suelo disminuye a menos del 25% del valor máximo o cuando la evaporación de agua a través del follaje no puede ser compensada por el movimiento de agua de las raíces hacia las hojas (Pearson y Ison, 1987), esta reducción en

la disponibilidad de agua en la época de seca es mayor al 25% bajo las condiciones en que se desarrollo nuestra investigación.

En el Cuadro 42, se presentan los resultados de la comparación de medias, según prueba de Tukey para la interacción frecuencia de corte por época. La mayor tasa de crecimiento la presentó la frecuencia de corte 3 (16 semanas) en la época de lluvia con 51.87 kg MS/ha/día, la que no difiere estadísticamente ( $P>0.05$ ) de la frecuencia de corte 2 (12 semanas) en la época de lluvia con 43.16 kg MS/ha/día, donde la primera combinación difiere estadísticamente ( $P<0.05$ ) de la combinación frecuencia de corte cada 8 , 12 y 16 semanas en la época de seca con 20.36, 12.38 y 0.06 kg MS/ha/día.

**Cuadro 42. Medias de la Tasa de Crecimiento (kg/ha/día) en *Cratylia argentea* derivadas del análisis de varianza para la evaluación de las diferentes frecuencias de corte en las diferentes épocas del año.**

<b>Interacción frecuencia por época</b>	<b>Medias*</b>
8 semanas en Verano	20.36 <sup>a</sup>
8 semanas en Invierno	29.49 <sup>a</sup>
12 semanas en Verano	12.38 <sup>b</sup>
12 semanas en Invierno	43.17 <sup>c</sup>
16 semanas en Verano	0.06 <sup>d</sup>
16 semanas en Invierno	51.88 <sup>e</sup>

\*Medias seguidas por letras desiguales dentro de columna, difieren estadísticamente entre sí para la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5%.

## VI. CONCLUSIONES

Esta investigación permitió cumplir con los objetivos propuestos de evaluar la producción de biomasa *Cratylia argentea*, sometida a diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte, llegando a las siguientes conclusiones:

1. La densidad de siembra de 40,000 plantas/ha (0.5 x 0.5 m) mostró las mayores producciones de Materia Fresca Total, Materia Fresca Fracción Fina, Materia Fresca Fracción Gruesa, Materia Seca Total, Materia Seca Fracción Fina y Tasa de Crecimiento con 59.19 ton/ha/Año, 44.51 ton/ha/año, 13.88 ton/ha/año, 18.00 ton MS/ha/año, 13.26 ton MS/ha/año y 33.39 kgs MS/ha/día, respectivamente.
2. Las densidades de siembra no tienen ningún efecto sobre el Porcentaje de Materia Seca, Contenido de Cenizas y Altura Promedio de las Plantas.
3. La frecuencia de corte cada 16 semanas presentó los mejores resultados para Producción de Materia Fresca Total, Producción de Materia Fresca Fracción Gruesa, Porcentaje de Materia Seca, Porcentaje de Cenizas, Producción de Materia Seca Total, Producción de Materia Seca Fracción Fina y Altura Promedio de las Plantas con 53.13 ton/ha/Año, 18.31 ton/ha/año, 34.83%, 15.67%, 18.38 ton MS/ha/Año, 12.11 ton MS/ha/año, 162.30 cm, respectivamente.
4. Las frecuencias de cortes no tiene ninguna influencia sobre la Producción de Materia Fresca Fracción Fina y la Tasa de Crecimiento.
5. En la época de lluvia se obtuvieron los mejores resultados para Tasa de Crecimiento con 41.51 kg MS/ha/día, y en la época de seca para Porcentaje de Materia Seca (32.53%) y Porcentaje de Ceniza (13.85%) el resto de variables no fueron afectadas por el efecto de época del año.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Adejumo, J. and Ademosum, A. 1985. Effects of planting distance, cutting frequency and height on dry matter yield and nutritive value of *Leucaena leucocephala* sown alone and in mixture with *Panicum maximun*. J. Anim. Prod. Res. 5:204-221.
- Argel, P. J. 1995. Evaluación agronómica de *Cratylia argentea* en México y Centroamérica. Trabajo presentado en taller de *Cratylia*, 19-20 de julio de 1995 en Brasilia D. F., Brasil. 11 p.
- Argel, P.J. y Lascano, C.E. 1995. *Cratylia argentea* (Desv.) O. Kuntze: Una nueva leguminosa para suelos ácidos en zonas subhúmedas tropicales. Pasturas Tropicales, Vol. 20, No. 1
- Argel, P. J. y Maass, B. L. 1995. Evaluación y adaptación de leguminosas arbustivas en suelos ácidos infértiles de América Tropical. En: Nitrogen tres for Acid Soil. Evans, D. O. and Szott, L. T. (eds.). Nitrogen fixing tree research report. Special issue. Winrock International and NFTA. Morrilton, Arkansas, P. 215-227.
- Argel, P.J. y Valerio, A. 1996. *Cratylia argentea*: un nuevo arbusto forrajero con potencial para el trópico subhúmedo. In: V Ciclo Internacional en Producción e Investigación en Pastos Tropicales. Maracaibo, Venezuela, Abril, 1996.
- Blair, G.; Catchpoole, D.; y Horne, P. 1990. Foraje tree legumes; their de management and contribution to the nitrogen economic of wet and humid tropical environments. Adv. Agron. 44: 27-54.
- Cabrera, A. L. e Willink, A. 1980. Biogeografía de América Latina. 2ª. ed. Organización de los Estados Americanos (OEA), Washington, E. U. 117t.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) 1995. West and Central African. Feed Research Project. Cali, Colombia
- Ella, A. ; Blair, G. J. ; y Stur, W. W. 1991. Effect of age of forage tree legumes at the first cutting on subsequent productions. Trop. Grassl. 25: 275-280.
- Franco, MH (1997) Evaluación de la calidad nutricional de *Cratylia argentea* como suplemento en el sistema de producción doble propósito en el trópico subhúmedo de Costa Rica. MSc Thesis, CATIE, Turrialba, Costa Rica
- Gómez, J.D; Vargas, A.M y Reyes, N. 1999. Rendimiento de biomasa y calidad nutritiva de *Cratylia argentea* en época de lluvia, sometida a tres frecuencias de corte en condiciones de trópico seso. Tesis ingeniero agrónomo. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. (UNA). 44 p.

- Hernández, J. M.; L. Urbina, F. J., y Reyes, N. 2003. Producción de biomasa de *Cratylia argentea* bajo diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte, en el trópico seco de Nicaragua. Tesis Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 55 pág.
- Hess, D; Lascano, C.E. y Plazas, C. 1992. Niveles de amonio ruminal en novillos que pastorean gramíneas solas y asociadas con leguminosas de calidad nutritiva contrastante. *Pasturas Tropicales* 14(3):9-13.
- Horne, P. M.; Catchpole, D. W.; y Ella, A. 1986. Cutting management of tree and shrub legumes. En: Blair, G.; Ivory, D. A.; y Evans, T. R. (eds.). *Forages in southeast Asian and South pacific agricultures; proceedings of an international workshop held at cisarva, Indonesia, 19 – 23 August 1985*. ACIAR Proceedings Series no. 12. p. 164 – 169.
- Ivory, D. A. 1990. Major characteristics, agronomic features, and nutritional value of shrubs and tree fodders. En: Devendra, C. (ed.). *Shrub and tree fodders for farm animals; proceedings of workshop in Denpasar, Indonesia, 24-29 july 1989*. International Development Research Center (IDRC), Ottawa, Ontario, Canada. P. 22-38.
- Kerridge, P.C y Lascano, C.E. 1995. Leguminosas arbustivas en sistemas de producción en el trópico. In: *Potencial del género Cratylia como leguminosa forrajera*. Memorias Julio 1995, Brasilia, DF, Brasil.
- Lascano, C. y Avila, P. 1991. Potencial de producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. *Colombia. Pasturas Tropicales*. 13:2-10
- Lascano, C.; Avila, P. Y Argel, P.J. 2002. Cultivar veranera (*Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze). Leguminosa arbustiva de usos multiples para zonas con períodos prolongados de sequía en Colombia. CORPOICA, CIAT. Villavicencio, Colombia. Noviembre, 2002
- Maass, B. L. 1995. Evaluación agronómica de *Cratylia Argentea* (Desvaux) O. Kuntze en Colombia. En: Pizarro, E. A. y Coradin, L. (eds). *Potencial del Genero Cratyllia como leguminosa forrajera*. EMBRAPA, CENARGEN, CPAC, CIAT. Memorias del taller sobre *Cratylia*, realizado el 19-20 de julio de 1995, Brasilia, Brasil. P. 62-74.
- Maass, B. L. 1995. Evaluación Agronómica de *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze en Colombia. Trabajo presentado en taller de *Cratylia*, 19 – 20 de julio 1995 en Brasilia, D. F. Brasil. 10p.
- Mendieta, A.B; Reyes, S.N y Alfranca, O. Estrategia de desarrollo pecuario para el departamento de Chontales. Tesis Mag. Sc. Managua, Nicaragua, Universidad Autónoma de Barcelona. 2000.

- Pathak, P. S; R Raid; R. Debray. 1980 Forage production from koolbabool *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. 1. Effect of plant density, cutting intensity and interval. Forage Res. 6:8390.
- Pearson, C.J. and Ison, R.L. 1987. Agronomy of Grassland Systems. Cambridge, UK., Cambridge University Press. 169 p.
- Perdomo, P. 1991. Adaptación edáfica y valor nutritivo de 20 especies y accesiones de leguminosas arbóreas y arbustivas en dos suelos contrastantes. Tesis de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, Colombia, 128p.
- Pizarro, E. A.; Carvalho, M. A.; y Ramos, A. K. B. 1995. Introducción y evaluación de leguminosas forrajeras arbustivas en el Cerrado Brasileño. En Pizarro, E. A. y Coradin, L. (eds.). Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. Memorias del taller sobre *Cratylia* realizado del 19 – 20 de julio de 1995 en Brasilia, Brasil. EMBRAPA, Cenargen, CPAC y CIAT. P. 21- 28 y 40 – 49.
- Queiroz, L. P. de y Coradin, L. 1995. Biogeografía de *Cratylia* e Areas prioritarias para coleta. Trabajo presentado en Taller de *Cratylia*; 19 – 20 de julio 1995 en Brasilia, D. F. Brasil. 23p.
- RIEPT – MCCA ( Red Internacional de Evaluación de pastos para México, Centroamérica y el Caribe). 1996. Hoja informativa 2(4):4.
- Sobrinho, J.M. y Nunes, M.R. 1995. Estudos desenvolvidos pela empresa Goiana de pesquisa agropecuaria com *Cratylia argentea*. En Pizarro, E. A. y Coradin, L. (eds.). Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. Memorias del taller sobre *Cratylia* realizado del 19 – 20 de julio de 1995 en Brasilia, Brasil. EMBRAPA, Cenargen, CPAC y CIAT. P. 21- 28 y 40 – 49.
- Steinmuller, N 1995. Agronomy of the N<sub>2</sub> fixing fodder trees sesbanid sesban (L.) Merr. An sesbania goetzii Harms in the Ethiopian highlands. Dr. sC. Agr. Dissertation. Verlag virich E. Graver, Sttgart, Alemania 230p.
- Sturr, W. W. ; Shelton, H. M. ; y Gutteridge, R. C. 1994. Defoliation management of forage tree legumes. En: Gutteridge, R. C. And H. M. Shelton (eds). Forrage tree legumes in tropical agriculture. CAB International, Wallingford, Reino Unido. 158-167.
- Teague, w. 1989. Effect of intensity and frequency of defoliation on aerial growth and carbohydrate reserve levels in *Acacia karoo* plants. J. Grassl. Soc. South. Agro. 6:132-138.
- Wilson, Q. T. y Lascano, C. E. 1997. *Cratylia argentea* como suplemento de un heno de gramínea de baja calidad utilizado por ovinos. Pasturas Tropicales 19: 2 – 8.
- Xavier, D.F; Carvalho, M.M. y Botrel, M.A. 1990. Curva de crescimento e acumulacao de proteína bruta da leguminosa *Cratylia argentea*. Pasturas Tropicales 12:35-38

Xavier, D. F. ; Carvalho, M. M. y Botrel, M. A. 1996. Niveis \_Críticos externos e internos de fosforo de *Cratylia argentea* em um solo acido. Pasturas Tropicales 18 (3): 33 – 36.

## VIII ANEXOS

**Cuadro 14. Análisis de varianza para producción de materia fresca total (ton/ha/año).**

FV	GL	SC	CM	F	P
Bloque	3	1,729.8	576.6	0.93	0.430 ns
Densidad	2	15,518.8	7,759.4	12.47	0.000 **
Bloque * Densidad	6	1,828.0	304.7	0.49	0.815 ns
Frecuencia	2	7,932.0	3,966.0	6.37	0.002 **
Época	1	2,161.7	2,161.7	3.47	0.065 ns
Densidad * frecuencia	4	2,442.4	610.6	0.98	0.420 ns
Frecuencia * época	2	2,376.0	1,188.0	1.91	0.152 ns
Densidad * época	2	1,384.0	692.0	1.11	0.332 ns
Densidad * frecuencia * época	4	2,840.6	710.1	1.14	0.340 ns
Error	129	80,290.6	622.4		
<b>Total</b>	<b>155</b>				

ns = no significativo

\*\* Altamente significativo

**Cuadro 17. Análisis de varianza para producción de materia fresca fracción fina (Ton/ha/año).**

FV	GL	SC	CM	F	P
Bloque	3	1,048.4	349.5	1.05	0.374 ns
Densidad	2	8,669.8	4,334.9	13.00	0.000 **
Bloque * Densidad	6	1,012.7	168.8	0.51	0.803 ns
Frecuencia	2	567.6	283.8	0.85	0.429 ns
Época	1	1,037.8	1,037.8	3.11	0.080 ns
Densidad * frecuencia	4	1,871.5	467.9	1.40	0.237 ns
Densidad * época	2	427.1	213.6	0.64	0.529 ns
Frecuencia * época	2	2,526.1	1,263.0	3.79	0.025 *
Error	133	44,364.3	333.6		
<b>Total</b>	<b>155</b>				

ns = no significativo

\* significativo

\*\* = altamente significativo

**Cuadro 20. Análisis de varianza para producción de materia fresca fracción gruesa (ton/ha/año).**

FV	GL	SC	CM	F	P
Bloque	3	114.08	38.03	0.54	0.653 ns
Densidad	2	537.19	268.59	3.84	0.024 *
Bloque * Densidad	6	272.25	45.37	0.65	0.691 ns
Frecuencia	2	4,579.06	2,289.53	32.71	0.000 **
Época	1	201.90	201.90	2.88	0.092 ns
Densidad * frecuencia	4	189.49	47.37	0.68	0.609 ns
Densidad * época	2	78.21	39.10	0.56	0.573 ns
Frecuencia * época	2	325.21	162.6	2.32	0.102 ns
Error	133	9,308.76	69.99		
<b>Total</b>	<b>155</b>				

ns = no significativo

\* significativo

\*\* = altamente significativo

**Cuadro 23. Análisis de varianza para el porcentaje de materia seca (%MS).**

FV	GL	SC	CM	F	P
Bloque	3	91.15	30.38	2.37	0.073 ns
Densidad	2	17.08	8.54	0.67	0.515 ns
Bloque * Densidad	6	55.59	9.27	0.72	0.631 ns
Frecuencia	2	1,067.37	533.68	41.67	0.000 **
Época	1	319.39	319.39	24.94	0.000 **
Densidad * frecuencia	4	30.71	7.68	0.60	0.664 ns
Frecuencia * época	2	395.12	197.56	15.43	0.000 **
Densidad * época	2	0.86	0.43	0.03	0.967 ns
Densidad * frecuencia * época	4	2.11	0.53	0.04	0.997 ns
Error	129	1,652.21	12.81		
<b>Total</b>	<b>155</b>				

ns = no significativo

\*\* = altamente significativo

**Cuadro 27. Análisis de varianza para la producción de materia seca total (ton/ha/año)**

FV	GL	SC	CM	F	P
Bloque	3	66.43	22.14	0.45	0.715 ns
Densidad	2	1,453.88	726.94	14.91	0.000 **
Bloque * Densidad	6	47.77	7.96	0.16	0.986 ns
Frecuencia	2	1,752.35	876.18	17.98	0.000 **
Época	1	63.71	63.71	1.31	0.255 ns
Densidad * frecuencia	4	219.70	54.93	1.13	0.347 ns
Densidad * época	2	78.77	39.38	0.81	0.448 ns
Frecuencia * época	2	88.98	44.49	0.91	0.404 ns
Error	133	6,482.97	48.74		
<b>Total</b>	<b>155</b>				

ns = no significativo

\*\* = altamente significativo

**Cuadro 30. Análisis de varianza para la producción de materia seca fracción fina (ton/ha/año)**

FV	GL	SC	CM	F	P
Bloque	3	47.02	15.67	0.73	0.536 ns
Densidad	2	760.77	380.38	17.70	0.000 **
Bloque * Densidad	6	56.53	9.42	0.44	0.852 ns
Frecuencia	2	323.42	161.71	7.53	0.001 **
Época	1	5.37	5.37	0.25	0.618 ns
Densidad * frecuencia	4	85.94	21.48	1.00	0.410 ns
Densidad * época	2	63.77	31.89	1.48	0.230 ns
Frecuencia * época	2	131.23	65.61	3.05	0.051 ns
Error	133	2,858.02	21.49		
Total	155				

ns = no significativo.

\*\* = altamente significativo.

**Cuadro 33. Análisis de varianza para altura (cm) promedio de las plantas**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Bloque	3	1,158.7	386.2	0.70	0.555 ns
Densidad	2	1,047.8	523.9	0.95	0.391 ns
Bloque * Densidad	6	2,912.9	485.5	0.88	0.514 ns
Frecuencia	2	112,305.8	56,152.9	101.40	0.000 **
Época	1	1,633.2	1,633.2	2.95	0.088 ns
Densidad * frecuencia	4	981.9	245.5	0.44	0.777 ns
Frecuencia * época	2	14.9	7.4	0.01	0.987 ns
Densidad * época	2	98.1	49.0	0.09	0.915 ns
Densidad * frecuencia * época	4	1,979.9	495.0	0.89	0.470 ns
Error	129	71,434.2	553.8		
<b>Total</b>	<b>155</b>				

ns: no significativo

\*\* altamente significativo

**Cuadro 35. Análisis de varianza para porcentaje (%) de Cenizas**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Bloque	3	29.198	9.733	4.43	0.055 ns
Densidad	2	1.167	0.583	0.27	0.767 ns
Bloque * Densidad	6	5.939	0.990	0.45	0.844 ns
Frecuencia	2	292.163	146.081	66.47	0.000 **
Época	1	26.561	26.561	12.09	0.001 **
Densidad * frecuencia	4	8.394	2.098	0.95	0.435 ns
Frecuencia * época	2	42.303	21.152	9.63	0.000 **
Densidad * época	2	0.129	0.065	0.03	0.971 ns
Densidad * frecuencia * época	4	1.984	0.496	0.23	0.924 ns
Error	129	283.482	2.198		
<b>Total</b>	<b>155</b>				

ns = no significativo

\*\* = altamente significativo

**Cuadro 39. Análisis de varianza para la Tasa de Crecimiento (kg/ha/día)**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Bloque	3	299.8	99.9	0.24	0.867 ns
Densidad	2	3,760.0	1,880.0	4.55	0.012 **
Bloque * Densidad	6	173.2	28.9	0.07	0.999 ns
Frecuencia	2	234.1	117.0	0.28	0.754 ns
Época	1	31,890.2	31,890.2	77.25	0.000 **
Densidad * frecuencia	4	1,732.0	433.0	1.05	0.385 ns
Frecuencia * época	2	10,687.2	5,343.6	12.94	0.000 **
Densidad * época	2	689.6	344.8	0.84	0.436 ns
Error	133	54,906.5	412.8		
<b>Total</b>	<b>155</b>				

ns = no significativo

\*\* Altamente significativo