



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
(U.N.A)**

**FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL
(F.A.C.A)**

TESIS

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

Por:

Br. Jessica Maria Hernández Granera

Br. Francisco José L. Urbina

**Managua. Nicaragua
Junio, 2003**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

TESIS

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

Por:

Br. Jessica Maria Hernández Granera

Br. Francisco José L. Urbina

Tutor: Ing. Nadir Reyes Sánchez.

**Managua. Nicaragua
Junio, 2003**

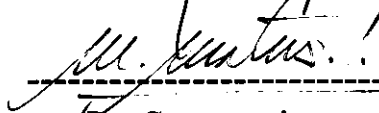
Esta tesis fue aceptada en su presente forma, por el Comité técnico Académico de la facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria y aprobado por el tribunal examinador como requisito parcial para optar al grado de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

MIEMBROS DEL TRIBUNAL



Presidente



Secretario



Vocal



Tutor

Asesor

SUSTENTANTES



Br. Jessica Maria Hernández Granera



Br. Francisco José L. Urbina

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo investigativo a:

DIOS, por haberme permitido alcanzar una meta más en mi vida.

Mis PADRES Yelba Granera y Lester Hernández, en reconocimiento de los esfuerzos realizados por ellos; por ser la luz y el mejor ejemplo que DIOS me pudo dar.

Mis Hermanos; Kenneth, Guissell, Lesyel y Jennifer por el apoyo moral y la comprensión que siempre me brindaron.

José Rubén, con el que he contado todo el tiempo, por animarme a concluir mis estudios de Ing. Agrónomo.

JESSICA MARIA HERNANDEZ GRANERA

DEDICATORIA

El esfuerzo desarrollado en este trabajo se lo dedico con grata satisfacción a:

Dios padre por ser la fuente de mi vida, sabiduría, inspiración y esperanza, por darme tantas bendiciones espirituales y materiales y por haberme dado la oportunidad de culminar mi carrera.

Mi madre, Mercedes de Guadalupe, por ser el máximo ejemplo de entrega y sacrificio.

Mis abuelitas Mercedes y Adilia por haberme guiado con sus sabios consejos y haber estado a mi lado en todo momento.

Mi padre Arkangel Abaunza por la confianza que ha depositado en mí, y por brindarme su incondicional apoyo en todo momento.

Mis tíos Luis, Román y Néstor por los consejos recibidos en los momentos difíciles de mis estudios.

Mis primos Henry, Claudia, Néstor, Orlando, Deyanira y Mariling por formar parte de mi vida y brindarme su apoyo en todo momento.

Todas aquellas personas que de una u otra forma, me han ayudado en mi desarrollo como ser humano y profesional.

Francisco José L. Urbina

AGRADECIMIENTO

A nuestro Tutor Ingeniero Nadir Reyes S. muy en especial, gracias por apoyarnos incondicionalmente en toda la realización de este trabajo, que Dios lo bendiga por esta gran ayuda que nos brinda para poder hacer posible cumplir nuestra meta.

Al Ingeniero Roldán Corrales por su decidido apoyo y colaboración en nuestro trabajo de investigación.

A la Lic. Damaris Mendieta por brindarnos su apoyo en el laboratorio de Bromatología.

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

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

A nuestros compañeros de estudio Julio y Mario Jarquín por habernos apoyado en todo momento durante la realización de este trabajo y todos los momentos agradables compartidos.

Agradecemos sinceramente a todas aquellas personas que directa e indirectamente hicieron posible nuestra formación profesional.

Finalmente a nuestros padres, que con su aporte hicieron posible nuestro sueño de coronar esta carrera.

Jessica María Hernández Granera
Francisco José L. Urbina

CARTA DEL TUTOR

Por este medio hago constar que los bachilleres: Jessica María Hernández Granera y Francisco José Lazo Urbina 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 departamento de Managua, habiendo cumplido cabalmente con los objetivos planteados en el mismo.

Durante el transcurso de la investigación los bachilleres Francisco Lazo y Jessica Hernández 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 sometida a la consideración del honorable tribunal examinador para optar al grado de ingeniero agrónomo con orientación en zootecnia.



Ing. MSc. Nadir Reyes S.

TUTOR

TABLA DE CONTENIDO

CONTENIDO	Pág.
I. INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
III. REVISION DE LITERATURA.....	4
3.1 Origen.....	4
3.1.1 Descripción taxonómica y botánica.....	4
3.1.2 Distribución geográfica.....	5
3.2 Adaptación y evaluación agronómica.....	7
3.2.1 Establecimiento y propagación.....	13
3.2.2 Altura de corte.....	14
3.2.3 Tolerancia a la sequía.....	15
3.2.4 Calidad nutritiva.....	17
3.3 Utilización y manejo.....	18
3.3.1 Corte y acarreo.....	18
3.3.2 Como reemplazo de gallinaza en dietas para vacas de producción.....	19
3.3.3 Como material ensilado.....	19
3.4 Consumo y respuesta animal.....	20
3.5 Producción de semillas.....	24
3.6 Respuesta a la inoculación.....	25
3.7 Plagas y enfermedades.....	26
IV. MATERIALES Y METODOS.....	27
4.1 Localización del ensayo.....	27
4.1.1 Clima y suelo.....	27
4.2 Descripción del ensayo.....	28
4.3 Manejo agronómico.....	28
4.3.1 Preparación de suelo y siembra.....	28
4.3.2 Control de plagas.....	29
4.3.3 Corte de uniformidad.....	29

4.4 Descripción de los tratamientos y diseño experimental.....	30
4.4.1 Modelo Estadístico.....	30
4.5 Descripción de las variables.....	31
4.5.1 Rendimiento de Materia Fresca Total (RMFT).....	31
4.5.2 Rendimiento de Materia Fresca Fracción Fina (RMFFF).....	31
4.5.3 Rendimiento de Materia Fresca Fracción Gruesa (RMFGF).....	32
4.5.4 Contenido de Materia Seca (CMS).....	32
4.5.5 Rendimiento de Materia Seca Total (RMST).....	32
4.5.6 Materia Seca de la Fracción Fina (MSFF).....	33
4.5.7 Altura promedio de la planta (APP).....	33
4.5.8 Tasa de crecimiento (TC).....	33
4.5.9 Porcentaje de ceniza (%).....	33
4.6 Análisis estadístico.....	34
4.6.1 Transformación de la Raíz Cuadrada.....	34
4.6.2 Transformación Logarítmica.....	34
4.6.3 Transformación angular Arcoseno.....	34
V. RESULTADOS Y DISCUSION.....	35
5.1 Producción de Materia Fresca Total (MFT).....	35
5.2 Materia Fresca Fracción Fina (MFFF).....	37
5.3 Materia Fresca Fracción Gruesa (MFFG).....	38
5.4 Porcentaje de Materia Seca (PMS).....	39
5.5 Producción de Materia Seca Total (PMST).....	41
5.6 Materia Seca Fracción Fina Ton/ha/Año.....	43
5.7 Contenido de Cenizas.....	45
5.8 Tasa de Crecimiento.....	46
5.9. Altura.....	48
VI. CONCLUSIONES.....	50
VII. BIBLIOGRAFIA.....	51

LISTA DE CUADROS

CUADRO	Pág.
1. Características morfológicas y fenológicas de las especies de <i>Cratylia</i> con respecto al potencial forrajero.	7
2. Sitios y características de clima y suelo del trópico Latino Americano donde se ha evaluado <i>C. argentea</i> en años recientes.	8
3. Materia Seca (MS) disponible y relación tallo-hoja en leguminosas arbustiva seleccionadas en el cerrado brasileño.	9
4. Variación en composición química y digestibilidad in Vitro entre accesiones de <i>C. argentea</i> .	10
5. Adaptación de tres especies de árboles y arbustos en dos tierras contrastantes de Colombia.	10
6. Rendimientos promedios de MS de accesiones de <i>C. argentea</i> en diferentes localidades en Latino América.	11
7. Efecto de la edad al primer corte en el rebrote de <i>C. argentea</i> en Materia Seca y % de Nitrógeno.	12
8. Efecto de dosis de calcio sobre la producción de MS y concentración de nutrientes en <i>C. argentea</i> en escasa vegetación.	14
9. Leguminosas arbustivas con buen comportamiento agronómico y alto índice de retención de hojas.	15
10. Promedio de altura de rebrote y retención de hojas durante la estación seca de accesiones de <i>Cratylia</i> establecidas en Costa Rica.	16
11. Digestibilidad in Vitro de MS, Proteína Cruda y contenido de Taninos de <i>C. argentea</i> .	18
12. Consumo de <i>C. argentea</i> por la oveja en las jaulas metabólicas.	21
13. Efecto de suplementación de <i>C. argentea</i> y otras leguminosas en la producción diaria de leche con vacas en pastoreo.	22
14. Rendimientos de Semilla de <i>C. argentea</i> en Quilichao, Colombia.	25
15. Respuesta de <i>C. argentea</i> CIAT 18516 a la inoculación con <i>Bradyrhizobium</i> (CIAT 3561)	26
16. Análisis Químico del suelo.	27

17. Análisis Físico del suelo.	28
18. Descripción de los Tratamientos.	30
19. Análisis de Varianza para Materia Fresca Total (Ton/ha/Año).	35
20. Medias derivadas a partir del análisis de varianza para densidades de siembra de la Materia Fresca Total (Ton/ha/Año).	36
21. Medias provenientes del análisis de varianza de frecuencia de corte para Materia Fresca Total (Ton/ha/Año).	36
22. Resultados obtenidos del Análisis de Varianza para Materia Fresca Fracción Fina (MFFF) (Ton/ha/año).	37
23. Medias resultantes a partir del análisis de varianza sobre la producción promedio de MFFF sometida a distintas densidades de siembra.	38
24. Análisis de Varianza para Materia Fresca Fracción Gruesa (Ton/ha/Año).	38
25. Efecto de la frecuencia de corte sobre los rendimientos de MFFG (Ton/ha/año)	39
26. Efecto de la densidad de siembra sobre los promedios de rendimiento de Materia Fresca Fracción Gruesa.	39
27. Análisis de Varianza para Porcentaje de Materia Seca (PMS).	40
28. Porcentaje promedio de MS de <i>C. argentea</i> con diferentes frecuencias de corte.	40
29. Análisis de Varianza para Materia Seca Total (Ton/ha/Año).	41
30. Medias resultantes del análisis de varianza para densidades de siembra de Materia Seca Total (Ton/ha/Año).	41
31. Medias obtenidas para frecuencia de corte de Materia Seca Total (Ton/ha/Año).	42
32. Análisis de Varianza para Materia Seca Fracción Fina (MSFF) Ton/ha/Año.	44
33. Porcentaje promedio de MSFF de <i>C. argentea</i> con diferentes Densidades de siembra.	44
34. Porcentaje promedio de MSFF de <i>C. argentea</i> con diferentes frecuencias de corte.	45

35. Análisis de varianza del efecto de la densidad de siembra y frecuencia de corte sobre el Porcentaje promedio de cenizas en las plantas de <i>C. argentea</i> .	46
36. Medias y categorías estadísticas por tratamiento para porcentaje de Ceniza a diferentes frecuencias de corte.	46
37. Análisis de Varianza del efecto de la densidad de siembra y la frecuencia de corte sobre la Tasa de Crecimiento (kg/ha/día).	47
38. Medias y categorías estadísticas por tratamiento para Tasa de Crecimiento a diferentes Densidades de siembra.	47
39. Medias y categorías estadísticas por tratamiento para Tasa de Crecimiento a diferentes frecuencias de corte.	48
40. Análisis de varianza para altura (cm).	48
41. Medias y categorías estadísticas por tratamiento para Altura promedio de <i>C. argentea</i> en las diferentes frecuencias de corte.	49

HERNÁNDEZ, J.M; L. URBINA, F.J. 2002. 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

Palabras Claves: *Cratylia argentea*, producción, densidad, frecuencia, tolerancia, Época seca.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la finca "Santa Rosa" propiedad de la Universidad Nacional Agraria, localizada geográficamente a 12°08'15" de latitud Norte y 86°09'36" de longitud Este, en el departamento de Managua, en los meses de octubre 2001 a septiembre 2002, se utilizó un diseño de Bloques completamente al azar, con arreglo en 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*. Las variables evaluadas fueron Materia Fresca Total (MFT), Materia Fresca Fracción Fina (MFFF), Materia Fresca Fracción Gruesa (MFFG), Porcentaje de Materia Seca (PMS), Materia Seca Total (MST), Materia Seca Fracción Fina (MSFF), Altura, Tasa de Crecimiento (TC) y Ceniza. Se realizó análisis de varianza y comparaciones con la Prueba de Tukey utilizando MINITAB, versión 13.0. Los resultados en el análisis de varianza ($P < 0,05$) mostraron que la densidad de siembra de 40,000pl/ha presentó los mayores resultados sobre las variables, MFT (59.93 Ton/ha/Año), MFFF (43.5 Ton/ha/Año), MFFG (13.34 Ton/ha/Año), MST (14.86 Ton MS ha/Año), MSFF (10.59 Ton MS ha/Año) y TC (52.33 Kg MS ha/día), las densidades de siembra no afectaron las variables altura, TC y PMS, la frecuencia de corte de 16 semanas mostró los mejores resultados para las variables MFT (59.58 Ton/ha/Año), MFFG (15.45 Ton/ha/Año), %MS (28.51 %), MST (16.15 Ton MS ha/Año), MSFF (8.75 Ton MS/ha/Año), altura (147.74 cm), Ceniza (12.92 %) y TC (60.06 kg MS ha/día), excepto para MFFF.

I. INTRODUCCIÓN

En los trópicos los sistemas de alimentación de rumiantes están basados principalmente en la utilización de pastos y forrajes, principalmente gramíneas. La producción de pastos, en general no es suficiente para satisfacer los requerimientos de los animales durante todo el año y principalmente en la época de seca.

El suministro irregular de forraje durante el año debido a la distribución estacional de las lluvias, la baja calidad de los pastos fundamentalmente en la época seca y los altos costos de los suplementos alimenticios son factores que han tenido repercusiones negativas sobre la producción bovina y los recursos naturales en las regiones tropicales (Benavides, 1986).

El uso de concentrado para la suplementación animal durante la época seca no es una práctica muy ventajosa debido a la limitada disponibilidad de ingredientes y al alto costo de los mismos. Actualmente, existe una marcada tendencia a la búsqueda y desarrollo de nuevos sistemas de producción, que permitan un uso más racional y sostenible de los recursos naturales.

La agroforestería es una opción racional para contribuir a la producción de alimentos, fibras y madera con una tecnología sencilla y de bajo costo. Estas prácticas agroforestales combinan árboles con cultivos o con animales en un mismo espacio o tiempo, en una asociación simultánea o secuencial. En este contexto, el estudio de la actividad ganadera utilizando sistemas agroforestales, constituye un punto de vista necesario en las investigaciones para el desarrollo de sistemas ganaderos sostenibles en los trópicos (Pezo, 1991).

Los árboles generalmente no son usados como fuente de alimentación sino más bien para proteger a los animales del viento o la lluvia, o con fines energéticos o producción de madera. No obstante, el ganado consume de manera voluntaria las hojas y frutos de especies forrajeras que se encuentran en su ambiente, principalmente en la época de seca (Gunkel, 1994).

En áreas con períodos críticos de sequía, la suplementación del forraje de baja calidad con hojas de leguminosas arbustivas puede incrementar la producción animal. Ecológicamente, el uso de árboles (especialmente leguminosas) puede contribuir al mejoramiento de la productividad y la sostenibilidad de los sistemas debido a un incremento en el rendimiento de las pasturas o indirectamente a través de la alimentación de los animales con hojas, tallos o frutos.

Las características más importantes de los arbustos forrajeros son: alto contenido de proteína bruta, alta producción de biomasa, capacidad de ofrecer forrajes de buena calidad en lugares con prolongados períodos de seca (Benavides, 1994). Además, pueden ser utilizados como cercas vivas, para estabilizar los suelos en laderas, y como fuente de energía de uso doméstico.

En consecuencia, la incorporación de árboles y arbustos forrajeros en los sistemas de producción animal, puede ser una alternativa viable para mejorar el uso actual del suelo y al mismo tiempo mejorar la ración suministrada a los animales rumiantes.

II. OBJETIVOS

GENERAL

- Determinar la producción de biomasa de *Cratylia argentea* sometida a diferentes densidades de siembra y diferentes frecuencias de corte, bajo condiciones de trópico seco en Nicaragua.

ESPECIFICOS

- Determinar el efecto de tres densidades de siembra y tres frecuencias de corte sobre el rendimiento de Materia fresca total, Materia fresca fracción fina y Materia fresca fracción gruesa de *C. argentea*.
- Determinar el efecto de tres densidades de siembra y tres frecuencias de corte sobre el rendimiento de Materia seca total y Materia seca fracción fina de *C. argentea*.
- Determinar el efecto de tres densidades de siembra y tres frecuencias de corte sobre la Altura y Tasa de crecimiento de *C. argentea*.
- Determinar el efecto de tres densidades de siembra y tres frecuencias de corte sobre el contenido de Materia seca (%) y el contenido de minerales totales (% de ceniza) de *C. argentea*.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1 Origen.

Cratylia es un género neotropical extra-amazónico, el cual presenta una amplia distribución en América del sur. En Brasil crece desde el estado de Para hasta Mato grosso y Goias en dirección norte-sur y desde el estado de Ceara hasta la frontera con Perú en dirección este-oeste. Su distribución presenta cierta continuidad, exceptuando en la región amazónica, donde *C. argentea* forma poblaciones aisladas. Esta continuidad sobre un área tan extensa refleja, no en tanto, la distribución actual de apenas una de sus especies *C. argentea*, en cuanto a las demás presentan un patrón mas restringido en su distribución geográfica, lo cual se relaciona con determinadas formaciones vegetales (Queiroz y Coradin, 1995).

Los datos en la distribución y la diferenciación morfológica limitada indican que el género *Cratylia* puede haberse originado recientemente, debido a que no ha sido encontrada en la margen izquierda del río Amazonas ni al oeste de la cordillera de los Andes. El hecho que *C. argentea* no se presente en el margen izquierdo del río Amazonas puede estar relacionado con las elevadas altitudes que presentan estas áreas, así como las fuertes precipitaciones lo que en conjunto posiblemente signifique una barrera de contención en la dispersión de esta especie; ya que los datos sugieren que debe haberse originado y expandido después del surgimiento de los Andes y de la bacía Amazónica, por lo tanto, su historia parece ser asociada con el proceso repetido de expansión y retractación de la vegetación de la sabana nativa durante el Cuaternario (Queiroz y Coradin, 1995).

3.1.1 Descripción taxonómica y botánica.

La taxonomía del género todavía está en proceso de estudio, sin embargo Queiroz y Coradin (1995) reconocieron cinco especie de este género a saber: *C. bahiensis*, *C. hypargyrea*, *C. intermedia*, *C. mollis* y *C. argentea*. Se considera que sólo las dos últimas especies tienen potencial forrajero porque las tres primeras generalmente son tipo liana y poco ramificadas lo que ocasiona que la cantidad de biomasa foliar disponible sea muy

escasa. Sin embargo, ellas pueden ser valiosas fuentes de genes para los suelos alcalinos (*C. hypargyrea*), o para la tolerancia al frío (*C. intermedia*).

El reconocimiento de las cinco especies validas hasta el momento se fundamentó en la investigación realizada por Queiroz y Montero (1991), los cuales estudiaron una gran colección de material de herbarios obtenidos en diversos trabajos de campo.

C. argentea es una leguminosa perteneciente a la familia Leguminosae, subfamilia Papilionoideae, tribu Phaseolae y subtribu Diocleinae (Queiroz y Coradin, 1995).

Las hojas son trifoliadas y estipuladas, y poseen consistencia papirácea con abundante pubescencia plateada en el envés; sin embargo parece que en sitios con promedio de temperatura menor de 18° C, estas presentan menos pubescencia (Argel, 2001).

Los foliolos son membranosos o coriáceos con los dos laterales ligeramente asimétricos, la inflorescencia es unseudoracimo noduloso con seis a nueve flores por nódulo; las flores varían entre 1.5 y 3 cm con pétalos de color lila y el fruto es una legumbre dehiscente que contiene de 4 a 8 semillas en forma lenticular, circular o elíptica (Queiroz y Coradin, 1995), posee un crecimiento variable que puede convertirse en liana al crecer junto con las plantas más altas. El arbusto tiene la propiedad de echar ramas de la base del tallo y puede llegar a tener 11 ramas por planta con una altura entre 1.5 a 3 m (Maas, 1995).

3.1.2 Distribución geográfica.

Se considera que la especie *C. argentea* tiene una amplia distribución en América del Sur, porque ha estado durante mucho tiempo presente en el Amazona y en áreas de Perú, Bolivia y el nordeste de Argentina (Queiroz, 1991). Esta especie se ha observado en la altitudes hasta de 950 msnm, pero es considerado que la mayor ocurrencia se encuentra entre 300 a 800 m de altitud, casi siempre en suelos pobres y ácidos (Queiroz y Coradin, 1995).

Las diferentes especies se han encontrado en formaciones vegetales tipo Caatinga (semidesierto, bosque bajo, poco desarrollado, formado por arbustos espinosos y árboles de hoja caduca; clima tropical-semiárido, con un periodo de sequía al que sigue una etapa de lluvias irregulares, lo que provoca que la vegetación pierda sus hojas durante la estación seca), Mata atlántica y Cerrado (sabana, que se extiende por una amplia altiplanicie, se asocia a una región que presenta una estación seca y otra lluviosa bien diferenciada, y unas precipitaciones anuales que oscilan entre los 100 y los 400 milímetros, posee inmensos acuíferos subterráneos, por lo que las plantas desarrollan raíces muy largas, capaces de absorber agua a 15 m de profundidad) en Brasil; y cada una posee una distribución particular.

C. mollis esta restringida exclusivamente a áreas de Caatinga al nordeste de Brasil, extendiéndose del centro norte del estado de Bahía hasta la región limítrofe con los estados de Piauí y Ceará. *C. bahiensis* por su parte posee una distribución más restringida en el interior de la formación biogeográfica de Caatinga (Cabrera y Willink, 1980). *C. hypargyrea* al igual que *C. bahiensis* posee una distribución restringida mostrando preferencia hacia la zona sur del estado de Río de Janeiro.

C. argentea a diferencia de las anteriores se distribuye en cuatro de las principales formaciones biogeográficas de América del sur (Cabrera y Willink, 1980) estas son: provincia Amazónica, provincia de Cerrado, provincia de Caatinga y las provincias de Yungas (matas nebulares de las costas orientales de los Andes). En cuanto a la especie *C. intermedia* se encuentra restringida al área localizada al nordeste de Argentina (Queiroz y Coradin, 1995).

La diferenciación entre estas especies se logró tomando como base las características morfológicas vegetativas (Cuadro 1) y su ubicación geográfica, debido a que no existen hasta la fecha estudios de reproducción ni de hibridación que permitan una clasificación de especie basada en marcadores biológicos (Queiroz y Coradin, 1995).

3.2 Adaptación y evaluación agronómica.

La leguminosa *C. argentea* se ha evaluado relativamente poco en el trópico latino americano, por consiguiente, el rango de adaptación, la respuesta al manejo agronómico, y la posible contribución a los sistemas agrícolas en la región todavía está bajo estudio (Argel y Maas, 1995).

Cuadro 1. Características morfológicas y fenológicas de las especies de *Cratylia* con respecto al potencial forrajero.

Especies	Hábito	Sistema de ramificación	Persistencia de hojas en época seca
<i>C. argentea</i>	Arbusto 1.5-3m	Alta desde la base	Persistente
<i>C. bahiensis</i>	Liana de casi 5m	Baja	Semi-persistente
<i>C. hypargyrea</i>	Liana de casi 8m	Baja	Esta especie ocurre en las áreas sin estación seca definida
<i>C. mollis</i>	Arbusto 1.5-3m	Alta desde la base	Persistente

Fuente: Queiroz y Coradin, 1995.

C. argentea es una especie que se adapta mejor a climas del trópico bajo y probablemente tiene un límite de adaptación a la altura sobre el nivel del mar. Su límite de adaptación a bajas temperatura no se conoce bien pero se ha observado que a alturas superiores a 1200 msnm en la zona ecuatorial disminuye fuertemente el crecimiento, por tal razón debe tener un rango de temperaturas para crecimiento óptimo indicado por el patrón de distribución de la especie hasta latitudes inferiores a 20° S, pero es muy probable que este nivel óptimo de temperatura interactúe con la fertilidad del suelo (Queiroz, 1991).

Se han realizados estudios de evaluación de adaptación de las distintas accesiones de *C. argentea* en diversos ambientes los que resultaron ser muy contrastantes tanto edáficamente como climáticamente, los sitios de evaluación fueron los siguientes: Colombia (Sabana isohipertermica bien drenada y bosque estacional semi-siempreverde), Brasil (Sabana isotérmica bien drenada, clima tropical mesotérmico húmedo), Perú (Bosque húmedo tropical), Costa Rica (Bosque húmedo y subhúmedo tropical), México (Sabana isohipertermica bien drenada), Argel y Lascano (1995).

Los sitios y las características climáticas de los suelos dónde esta especie se ha evaluado en los últimos años se presentan en el Cuadro 2. Se observa mucha variabilidad en la duración de la estación seca y la precipitación anual que varían desde 997 mm en Isla México, a 4000 mm en Guapiles, Costa Rica. Los suelos varían desde oxisoles subsecuentemente infértiles (Carimagua, Colombia) al inceptisol de mediana fertilidad (Atenas, Costa Rica), así como suelos que tienen contenidos variables de acidez, fósforo (P) y aluminio (Al).

Cuadro 2. Sitios y características de clima y suelo del trópico Latino Americano donde se ha evaluado *C. argentea* en años recientes.

País	Sitio	Precipitación		Suelo			Tipo
		mm/año	Meses secos	pH	% Al	P (ppm)	
Costa Rica	San Isidro	2900	3-4	4.6	73	2.4	Ultisol
	Atenas	1600	5-6	5.9	0	3.6	Inceptisol
	Guapiles	4000	0	5.5	2	8.3	Inceptisol
México	Isla	997	5-6	4.8	Nd	13.5	Ultisol
Guatemala	Petén	1800	4-5	5.4	Nd	0.8	Nd
Colombia	Quilichao	1800	4-5	3.8	87	2.5	Ultisol
	Libertad	2891	3-4	4.2	73	2.3	Oxisol
	Carimagua	2100	3-4	4.1	86	1.5	Oxisol
	Caquetá	3464	1-2	4.5	62	5.7	Ultisol
Brasil	C. Pacheco	1500	5-6	4.7	Na	1.9	Latosol
Perú	Pucallpa	1770	3-4	4.4	81	2.0	Ultisol

Fuente: Argel y Valerio, 1996

La accesión más evaluada a nivel de Centroamérica ha sido *C. argentea* CIAT 18516, pero su producción en el Cerrado Brasileño fue menor que las demás accesiones, por tal razón su utilización se debe a los pocos materiales originales disponibles para la evaluación.

En el Cuadro 3 se puede observar alta variabilidad en la producción de materia seca y en la relación tallo: hoja (Pizarro et al. 1995), además, la variación en la producción esta asociada una alta calidad del forraje (Cuadro 4) presentando valores de Proteína Bruta entre 21 y 28 %, y de Digestibilidad In Vitro de la Materia Seca entre 53% para *C. argentea* CIAT 18674 y 65 % para *C. argentea* CIAT 18666 (Lascano, 1995).

Xavier et al., (1990) encontraron que en las condiciones de suelo ácido con concentraciones altas de aluminio (Coronel Pacheco, Brasil) el crecimiento acumulativo de los arbustos fueron del tipo cúbico y podría expresarse por la ecuación $Y = 74.47 - 6.54 X + 0.147X^2 - 0.0004467X^3$ donde, Y estima rendimiento de MS en g/planta y, X es la edad del corte en días.

Al inicio de la curva las edades 21, 42 y 63 días después del corte de uniformidad reflejaron un crecimiento insignificante; en cambio a los 84 días después del corte de uniformidad, el rendimiento de MS por planta fueron 297 g/planta, equivalente a 4 ton/ha, la producción máxima de forraje ocurrió a los 189 días de edad y fue de 1.073 gr MS/planta equivalente a 14 t/ha de MS por corte, este corte coincidió con el inicio del periodo de escasez de forraje. Este último rendimiento fue superior a los rendimientos encontrados por Primavesi et al (1994) para *Leucaena leucocephala*, 6.7-9.8 ton/ha en condiciones similares.

Cuadro 3. Materia seca disponible (kg/ha por año*) y relación tallo-hoja Un leguminosas arbustivas seleccionadas en el cerrado brasileño, Planaltina, DF.

Especie	Ecotipo CIAT	Hojas	Tallos	Planta completa	Relación tallo-hoja
<i>C. argentea</i>	18675	1572 a**	575 abc	1247 ab	2.69 abc
	18674	1450 ab	440 bc	1890 ab	3.09 a
	18676	1185 ab	655 abc	1842 ab	1.88 bcde
	18668	1175 ab	872 ab	2045 ab	1.37 e
	18667	980 ab	317 bc	1297 ab	2.95 ab
	18957	795 ab	572 abc	1367 ab	1.67 cde
	18666	640 ab	425 bc	1067 ab	1.49 de
	18673	547 ab	217 c	765 b	2.51 abcd
	18516	320 b	150 c	470 b	2.06 abcde

* Precipitación acumulada en el periodo = 1295 mm

** Valores en una misma columna seguidos de letras iguales no difieren en forma significativa (P<0.05)

Fuente: Pizarro et al. 1995.

Durante la última década una colección de 11 accesiones ha sido o esta siendo evaluada en muchos lugares de Colombia, Brasil y Costa Rica. La colección de *C. argentea* que se conserva en el CIAT contiene 11 accesiones diferentes, originarias de regiones aisladas del Brasil, las accesiones CIAT 18666 hasta 18676 fueron recolectas en 1984 en los ecosistema de Cerrado y Bosque en sitio de matorral de bordes de carretera o de bosques de galería, con una precipitación anual entre 1300 y 1650 mm en cinco meses de época seca (Maass, 1989).

Cuadro 4. Variación en composición química y Digestibilidad in Vitro (DIVMS) (en porcentaje) entre accesiones de *C. argentea*.

Accesión CIAT no	Quilichao		Carimagua	
	PC ^a	DIVMS	PC ^a	DIVMS
18156	24.0	58.4	19.2	53.5
18666	21.0	64.9	19.6	55.0
18667	22.7	60.9	19.8	54.4
18668	25.4	63.0	17.5	54.4
18671	28.0	61.9	20.0	54.5
18672	24.5	53.6	17.9	50.5
18673	23.3	54.9	15.4	50.8
18675	25.6	56.1	19.1	52.2
18676	21.7	53.9	19.6	50.9
18957	26.1	56.3	17.8	51.1
Promedio	24.2	58.4	18.6	52.7

^a Análisis realizado en hojas (liofilizadas) de rebrote de 3 meses en leguminosas sembradas en un ultisol (Quilichao, Cauca, Colombia) y un oxisol (Carimagua, llanos de Colombia).

Fuente: Lascano, 1995.

Lo anterior también se ha observado en lugares de ultisoles pobres representados por Quilichao, Colombia (Cuadro 5). En este lugar *C. argentea* CIAT 18516 fue superior que otras especies de arbustos con la excepción de *F. macrophylla*, que tenía los rendimientos más altos en vertisoles fértiles de Palmira, Colombia (Maass, 1995).

Cuadro 5. Adaptación de tres especies de árboles y arbustos en dos tierras contrastantes de Colombia.

Especie	Accesión CIAT No	MS (g/planta) ^a	
		Quilichao ^b	Palmira ^c
<i>L. leucocephala</i> cv. <i>Cunningham</i>	17502	3	8822
<i>G. sepium</i>	21290	4	3667
<i>D. velotinum</i>	23984	36	718
	23134	41	1053
<i>Cratylia argentea</i>	18516	309	454
<i>F. macrophylla</i>	17412	478	1406

a. Acumulado de tres cortes cada 3 meses, después de realizado corte de uniformidad a los 5 meses de edad; la altura cortada 30 o 50 centímetro.

b. Características edáficas: Ultisol; pH 4.0; saturación de Al 91%; P (Bray II): 5.3 ppm.

c. Características edáficas: Vertisol; pH 7.7; Na: 0.2 meq/100g suelo; P (Bray II):84.6ppm.

Fuente: Maass, 1995.

Estos ensayos (Cuadro 6) no han tenido el mismo tipo de manejo a través de los sitios (la altura y frecuencias cortes). Aparentemente existen interacciones del genotipo con el medio ambiente que afectan el desempeño de *C. argentea*, ya que los rangos de producción de las accesiones no se conservan a través de los sitios de evaluación (Argel, 1996), aunque es probable que exista una respuesta al nivel de fertilidad en el suelo y a determinados factores favorables de clima (Xavier y Carvalho, 1995), porque el rango de producción no es el mismo en todos los sitios. (Maass 1995; Pizarro et al., 1995; Argel et al., 1996).

Cuadro 6. Rendimientos promedios de MS de accesiones de *Cratylia argentea* en diferentes localidades en Latino América (CIAT, 1995; Maass, 1995; Pizarro et al., 1995).

CIAT No	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	Nd
18666	163	191	104	177
18957	154	40	160	227
18516	145	117	98	78
18675	126	35	193	357
18671	121	30	149	Nd
Promedio	163	100	148	

* El promedio de 7 y 5 cortes en Atenas y San Isidro respectivamente.

** El promedio 2 cortes.

*** Acumulado en 1 año.

Las 11 accesiones evaluadas de *C. argentea* tienen características morfológicas similares y han mostrado buena adaptación a un amplio rango de climas y suelos, en particular a suelos ácidos pobres con alto contenido de aluminio tipo ultisol y oxisol; sin embargo, el mayor vigor se reporta en condiciones de trópico húmedo con suelos de mediana a buena fertilidad. Como mencionamos con anterioridad existe una interacción genotipo x ambiente, dado que, a través de sitios, las accesiones evaluadas no mantienen el mismo orden en términos de producción de biomasa. No obstante, las accesiones CIAT 18668, 18676 y

18666 tienden a mostrar rendimientos más altos y estables a través de sitios, incluyendo suelos ácidos con alta saturación de aluminio (Argel, 1995; Maass, 1995).

Otro factor que influye la producción de MS de *C. argentea* es la edad al primer corte de la planta. Xavier y Carvalho (1995), encontraron que en condiciones de Coronel Pacheco, el corte realizado cuando el arbusto tenía entre 1.5 a 2 meses de edad produce los más altos rendimientos por planta (Cuadro 7) lo anterior parece relacionarse con mayor ramificación observadas en los cortes tempranos (Argel et al, 1995). Aunque existen diferencias en los rendimientos, con relación al contenido total de nitrógeno no encontraron diferencias estadísticas lo cual refleja que la variabilidad genética dentro de las accesiones es baja.

Cuadro 7. Efecto de la edad al primer corte en el rebrote *C. argentea* expresados en MS, N (%) de N-total (Adaptado de Xavier y Carvalho, 1995).

Edad al primer corte (días)	No de cortes	MS total (g/planta)	N (%)
21	4	122.0 bc *	4.5 a*
42	4	136.2 ab	4.2 a
63	4	186.5 a	4.2 a
84	3	112.5 bc	4.4 a
105	2	68.4 c	4.4 a

1) El corte cada 28 días.

*) Las medias seguidas por comportamiento iguales dentro de cada columna, no muestra diferencias significativas por la prueba de Tukey (5%).

Se sabe que los rendimientos de MS de esta leguminosa están influenciados por la fertilidad del suelo, la densidad de siembra, la edad al primer corte y la edad de la planta. Así, Xavier et al. (1996) encontraron respuesta a la aplicación de fósforo, Argel (2001) reportó que en plantas menores de 1 año y cortadas cada 8 semanas encontró la mayor producción individual por planta cuando la densidad de siembra era de 6000 plantas/ha (100 g/planta de MS), que en la densidad de 10,000 plantas/ha (75 g/planta de MS).

También se ha observado que cuando las plantas se cosechan por primera vez a los 4 meses de edad y después de cada 8 semanas, rinden menos MS por corte (65 g/planta) que cuando se cosechan inicialmente a 6 u 8 meses de edad (77 y 101 g/planta respectivamente). Lo anterior sugiere que entre más desarrollo presentan las plantas de *C. argentea* al momento del primer corte, los rendimientos de biomasa esperados serán mayores (Argel, 1995).

3.2.1 Establecimiento y Propagación.

C. argentea se propaga fácilmente por semilla; por el contrario, la propagación por estacas no ha sido exitosa. Así lo demuestra el estudio realizado con un total de 600 estacas de *C. argentea* CIAT 18675 de 1.3 ± 0.5 cm de diámetro, proveniente de plantas de cuatro años de edad las cuales se sumergieron en agua durante 24 horas y se trataron con 200 $\mu\text{g/g}$ de ANA, durante dos horas con el fin de evaluar su capacidad de multiplicación. Encontrando que el 1% de las estacas emitieron raíces y el 0.5 % emitieron brotes de hojas a los 50 días después del tratamiento (Pizarro et al, 1995).

La semilla de *C. argentea* no requiere de escarificación antes de la siembra, inclusive, se ha observado cuando esta se escarifica solo durante dos minutos con ácido sulfúrico pierde su poder de germinación (Maass, 1995). La siembra con semilla se debe hacer superficialmente a menos de 2 cm de profundidad en el suelo, ya que a mayor profundidad la emergencia es muy baja y el desarrollo de las plántulas es muy lento, produciendo plantas con menor desarrollo radicular (RIEPT-MCAC, 1996).

C. argentea responde muy bien al establecimiento bajo el método de siembra directa en el campo en condiciones de labranza mínima o después de una preparación convencional con arado y pase de rastra. De igual forma se puede establecer a través de la elaboración de un almacigo en bolsas para su posterior traslado al campo (Argel, 2001).

Estudios realizados por Xavier y Carvalho (1988), reportaron que la aplicación de calcio puede contribuir a acelerar el establecimiento de *C. argentea* y disminuir los requerimientos iniciales de fósforo. Esto a través de aplicaciones de dosis crecientes de Ca y P, las cuales ejercen un efecto positivo sobre el crecimiento de la parte aérea de la planta, pero no afectan el crecimiento de las raíces. Este aumento de la parte aérea fue acompañado por un incremento significativo en las concentraciones de Nitrógeno, Fósforo, Calcio y Magnesio (Cuadro 8).

3.2.2 Altura de corte.

Diversos autores consideran que el efecto de la altura de corte en el comportamiento de los arbustos y árboles aun no es claro y que se requieren mas estudios sobre la relación entre la altura de corte y el número de yemas de la planta (Maass et al., 1990). La altura determina la cantidad de tallos y hojas residuales.

Cuadro 8. Efecto de dosis de calcio sobre la producción de materia seca y concentración de nutrientes en *C. argentea* en escasa vegetación.

Calcio	Producción de MS (g/vaso)		N	P (%)	Ca	Mg
	Área	Raíces				
500	6.36	2.62	2.26	0.11	0.77	0.24
2000	6.13	2.68	2.20	0.11	1.51	0.28
4000	7.05	2.58	2.85	0.13	1.58	0.34
ANOVA ^b	**		ns	**	**	**

Fuente: Xavier y Carvalho 1995

a. Medida de dosis de P en tres repeticiones

b. ANOVA: ** = Diferencias significativas a nivel 1%; ns = diferencias no significativas.

Para estimular el desarrollo de la planta se recomienda hacer una poda de formación a una altura aproximada de 90 cm sobre el suelo, entre 6 y 8 meses después de la siembra; debido a que esta favorece una abundante ramificación lateral y una mayor producción los años siguientes. Se ha encontrado que entre mayor sea el desarrollo de la planta al momento del primer corte, mayores serán los rendimientos posteriores del forraje (Argel et al., 1999).

Neamihigo y Branderlard (1993) reportaron que la altura de corte fue un factor de manejo que mas influyo en la producción de MS foliar. Xavier et al.; (1990) y Xavier y Carvalho (1995), no encontraron diferencias en producción de MS de *C. argentea* cuando se cosechó a 20 o 40 cm en Coronel Pacheco (Brasil)

Sin embargo, en Costa Rica, el corte de *C. argentea* CIAT 18516 a 1.0 m de altura en las plantas establecidas a una distancia de 1.0 x 0.5 m, produjo más (474 g/planta) que la misma planta cortada a 0.70 m de altura (123 g/planta). En Isla (México) el rendimiento era bajo en las plantas cortadas a 0.40 m de altura y sembradas a 0.5 x 0.5 m. Aparentemente

hacen falta estudios al respecto que tengan en cuenta interacciones entre frecuencias de siembras, alturas corte y edad al primer corte, con el objetivo de optimizar rendimiento de *C. argentea* (Argel, 1996).

3.2.3 Tolerancia a la sequía.

Una buena cualidad de *C. argentea* es la tolerancia a los períodos secos prolongados, lo cual se refleja en alta retención foliar (Cuadro 9) particularmente de hojas jóvenes. Esto probablemente esta asociado con el origen de planta, ya que en su ambiente natural, siempre se localiza en los lugares con estaciones secas definidas y prolongadas (Queiroz y Coradin, 1995).

Cuadro 9. Leguminosas arbustivas con buen comportamiento agronómico y alto índice de retención de hojas superior que 25% en el segundo el período seco *

Géneros/Especie	CIAT N ^o	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- 33131-	25
<i>Sesbania sp</i>	7931 – 18947	25

* Mayo-octubre de 1992, 146 mm acumulado

** Número EMBRAPA-CNPAB

C. argentea rebrota muy bien cuando es cortada en el periodo seco y es una de las pocas plantas que mantienen altas proporciones de hojas antes de comenzar el periodo lluvioso (Argel, 2001). Pizarro et al., (1995) observó una retención foliar de aproximadamente 75 % durante la estación seca en el cerrado Brasileiro en una colección de *C. argentea*.

La retención de hojas durante la estación seca es principalmente de hojas jóvenes en las plantas bajo corte. En el Cuadro 10 se muestra que durante la estación seca en Atenas, el promedio de altura de rebrote era 47 centímetro en un período de crecimiento de 12 a 14

semanas y que la retención de hojas era 90% comparados a 50% de hojas viejas (Argel, 1996).

Cuadro 10. Promedio de altura del rebrote y retención de hojas durante la estación seca de accesiones de *C. argentea* establecidas en Atenas, Costa Rica^a (Argel, 1995).

Accesiones	Alturas de rebrotes (cm.)	Retención de hojas/planta	
		Adultas	Jóvenes
18667	57.0	5	9
18673	50.0	6	10
18676	50.0	6	10
18674	46.0	6	9
18668	47.0	5	9
18672	46.0	5	9
18957	46.0	5	9
18666	48.0	4	9
18516	47.0	6	9
18675	42.0	5	9
18671	40.0	5	8
Promedio	47.2	5.3	9.1

a Promedio de nueve observaciones

b Escala de retención de hojas: 0 = defoliación total, 10 = sin defoliación

La alta tolerancia a la sequía esta relacionada con un sistema radicular profundo que se ha encontrado a 1.8 m de profundidad en las plantas viejas de *C. argentea*, aun en condiciones extremas de suelos pobres y ácidos en el Cerrado Brasileño (Pizarro et al., 1995).

Inspecciones realizadas en los sistemas radiculares de *C. argentea* y *L. leucocephala* asociadas con *B. decumbens* establecido en un suelo latosol con elevados contenido de aluminio, verificaron que hubo un punto en el cual el crecimiento de las raíces de las plantas de *L. leucocephala* suspendieron su crecimiento vertical e iniciaron su crecimiento lateral, en cambio las raíces de *C. argentea* consiguieron penetrar verticalmente horizontes con una saturación de aluminio relativamente alta de 38 % (Sobrinho y Nunes, 1981).

3.2.4 Calidad nutritiva.

La calidad forrajera y consumo animal de *C. argentea* se ha evaluado a través de pruebas agronómicas en las cuales se analizó la calidad forrajera en términos de N, P, Ca, DIVMS y polifenoles, encontrándose valores altos de PC y alta variación en la DIVMS entre las accesiones (Maass, 1989).

La calidad nutritiva de una planta forrajera es función de su composición química, digestibilidad y consumo voluntario. Resultados de análisis químicos realizados en muestras de leguminosas arbustivas cosechadas en la estación CIAT-Quilichao, mostraron que el follaje comestible (hojas + tallos finos) de *C. argentea* (3 meses de rebrote) tuvo un contenido de proteína cruda (23.5 %) similar al de otras especies conocidas como *Calliandra calothyrsus* (23.9 %), *Erythrina poeppigiana* (27.1 %), *Gliricidia sepium* (25.45 %) y *Leucaena leucocephala* (26.5 %) (Lascano, 1995).

Estudios realizados a diferentes edades indican que *C. argentea* es una planta con alto contenido foliar de nitrógeno (Xavier y Carvalho, 1995) y muestra altas concentraciones de nitrógeno (N) a edades 21, 42 y 63 días de edad. Sin embargo, a los 84 días la concentración de nitrógeno disminuye hasta un 3 %, o sea aproximadamente 20 % de proteína cruda (PC) lo cual está dentro de los parámetros observados en otras leguminosas tropicales. Es importante observar que la proporción de 3 % de nitrógeno en las hojas se mantiene aun hasta los 189 días de edad (Xavier y Carvalho, 1995).

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 tallos lo cual está asociado con los incrementos de contenido de pared celular FND y FAD (Lascano 1992). Por esta razón el arbusto *C. argentea* tiene alto contenido foliar de proteína cruda (PC). En el Cuadro 11 se muestran los valores de aproximadamente 20 % PC en el rebrote, a las 8 semanas de edad. Sin embargo, la digestibilidad in Vitro de MS (DIVMS) tiene valores intermedios, mientras que es bajo el contenido de taninos (Xavier y Carvalho, 1995).

Cuadro 11. Digestibilidad In Vitro de MS (DIVMS), PC y contenido de taninos de *C. argentea*.

DIVMS (%)	PC (%)	Taninos (%)	Fuentes
53*	19	-	Lascano et al., 1995
57	21	-	Xavier y Carvalho, 1995
45**	-	1.6	Valerio, 1994
48***	23	0.2	Perdomo, 1991

* El promedio de 10 accesiones

** Rebrote de 8 semanas accesiones CIAT 18516

*** Rebrote de 12 semanas

3.3 Utilización y manejo.

Las dietas con base en forrajes de baja calidad no suplen los nutrientes como proteínas, energía y minerales, necesarios para la eficiente fermentación ruminal, por tal razón, una estrategia utilizada por los productores en algunos sistemas de producción es suplementar la dieta basal con proteína proveniente de leguminosas arbustivas. Una de estas leguminosas es *C. argentea* que puede ser utilizada como suplemento de proteína en época seca, ya sea en pastoreo directo si los animales consumen el forraje, o en un sistema de corte y acarreo (Lascano, 1995).

Esto sería una gran alternativa en sitios con 5 a 6 meses secos, donde es necesario suplementar vacas con concentrados comerciales o subproductos como gallinaza para mantener niveles aceptables de producción de leche. *C. argentea* se puede ofrecer como forraje fresco picado o como ensilaje durante la época seca a vacas de mediano y alto potencial de producción de leche, conjuntamente con fuentes de energía como caña de azúcar (Argel, 2001).

3.3.1 Corte y acarreo.

Consiste en cosechar diariamente una parte del lote de la leguminosa para proporcionarlo como forraje fresco a las vacas en ordeño, un limitante de este sistema es su alto costo de mano de obra, no obstante, contribuye una buena forma de aprovechamiento cuando esta se encuentra disponible en forma familiar (Argel et al., 2001).

Una alternativa a este sistema es mejorar la sincronización del consumo de energía y proteína mediante el pastoreo directo del arbusto, para lo cual se recomienda sembrarlo en franjas con una gramínea forrajera. Aunque sobre este sistema aun no se tiene suficiente información ni experiencia (Argel et al., 2001).

3.3.2 Como reemplazo de gallinaza en dietas para vaca de producción.

La gallinaza un subproducto de industria avícola, ha sido utilizada para suplementar vacas en producción durante la época seca. Los problemas de contaminación y transporte han limitado su utilización. En el CATIE se encontró que *Cratylia* puede reemplazar hasta 80 % de gallinaza como suplemento proteico para vacas en pasturas de jaragua (*Hyparrhenia rufa*) sin afectar la producción de leche (Ibrahim et al., 2001). Por tanto esta tecnología basada en la suplementación con *C. argentea* permite que pequeños productores utilicen para sus animales un suplemento proteico producido en la finca (Argel et al., 2001).

3.3.3 Como material ensilado.

En algunas regiones tropicales es frecuente el uso de *C. argentea* como material ensilado. En la región del pacífico de Costa Rica y en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia el ensilaje de esta leguminosa fue una iniciativa de los productores, quienes encontraron en este sistema la mejor forma de utilizar el forraje residual no utilizado en la época de lluvias. El sistema consiste en cortar rebrotes de plantas con 90-120 días de edad y picarlos de 2-5 cm, luego son apilados en silos de montón, distribuyendo en capas de 20-25 cm sobre un plástico que se sella herméticamente. La elaboración dura 3-4 días. Algunos productores han tenido éxito ensilando el material en bolsas y sacos de plástico (Argel et al., 2001).

La adición de algunos productos ayuda a mejorar la calidad del ensilado. Se ha encontrado que la caña de azúcar a un nivel de 25 % o melaza en una proporción de 10 % mejora la concentración de los carbohidratos solubles con lo cual se favorece la fermentación láctica (Jiménez, et al., 2001). Es importante observar que los niveles de producción de leche

alcanzados con las raciones de *C. argentea* fresca o ensilada (10.9 y 10.7 kg/vaca por día, respectivamente) fueron similares a la producción obtenida (11.1 kg/vaca por día) con un concentrado típico para vacas lecheras en el cual la proteína proviene de soya y maíz, lo mismo que permite reemplazar fuentes de energía y proteína utilizadas en la fabricación de concentrados y que normalmente están fuera del alcance del productor (Argel et al., 2001).

Es necesario realizar cortes estratégicos en el banco forrajero hacia el final de la época lluviosa para garantizar la suplementación al comienzo de la época, el forraje cortado puede ser ensilado o permanecer como residuo mejorador del suelo, dado que *C. argentea* tiene una alta tasa de degradación de materia orgánica en el suelo y libera cantidades significativas de nitrógeno en el corto tiempo (Parra y Gómez-Carabali, 2000).

Puede tener otros usos alternativos tales como leña para labores domesticas, barreras vivas rompivientos o para controlar la erosión en zonas de ladera (Argel et al., 2001). Se debe indicar que con el uso de esta leguminosa, además del beneficio económico, se obtienen beneficios ambientales como son el reciclado de nutrimentos y una mayor sostenibilidad del sistema (Argel et al., 2001).

3.4 Consumo y respuesta animal.

Silva et al., (1994) reportaron que *C. argentea* es una especie que ofrece forraje de buena calidad y que podría contribuir significativamente en la dieta de bovinos, ovinos y caprinos al utilizarse como banco de proteínas. Observaciones realizadas sobre consumo animal de *C. argentea* mostraron que esto es afectado por el manejo post-cosecha del material cosechado (CIAT, 1993).

Ensayos realizados con ovejas en jaulas metabólicas mostraron que el consumo del arbusto en un período de 20 minutos, prácticamente se duplicó cuando el forraje ofrecido era marchito o había sido secado al sol, (Cuadro 12) lo cual no estuvo asociado con diferencias en el contenido de PC o DIVMS. Sin embargo cuando se ofreció a animales de la misma raza *C. argentea* en estado maduro no se encontraron diferencias significativas en consumo entre el forraje fresco, marchito o seco al sol (Argel, 1995).

También se encontró que cuando los ovinos tuvieron la oportunidad de seleccionar consumieron más forraje seco al sol que forraje fresco, independientemente de la madurez del forraje, edad de los animales o del acostumbramiento previo durante 4 semanas (Raaflaub y Lascano, 1995). Lowry (1989) reportó que el consumo voluntario por ovinos de algunas leguminosas arbustivas puede variar en dependencia de la forma que el forraje es ofrecido.

Cuadro 12. Consumo de *C. argentea* por la oveja en las jaulas metabólicas (Lascano, 1995).

Experimento	Tipo de forraje	Consumo MS	
		(g/día) ^a	(g/h) ^b
A ^c	Forraje fresco (rebrote 2 meses)	780 (1.8%PV)	-
B ^d	Forraje Inmaduro		
	Fresco	-	84
	Marchito (24 horas)	-	157
	Marchito (48 horas)	-	183
	Seco al Sol	-	160
	Forraje Maduro	nd	nd
	Fresco	-	291
	Marchito	-	376
	Seco al Sol	-	359

a. Consumo medido durante 5 días, previo ajuste de 2 semanas. nd = no disponible

b. Consumo medido en períodos de 20 minutos.

Fuentes: c. Aroeira y Xavier (1991).

d. Raaflaub y Lascano (1995).

Es posible que el secado de *C. argentea* también contribuyera a la disminución en la degradación de la proteína en el rumen que producía una desviación de la proteína más alta lo cual esta asociado con su bajo contenido de taninos condensados. Como resultado del alto contenido de PC y los bajos niveles de taninos, *C. argentea* es una excelente fuente de nitrógeno fermentable en el rumen. Es posible que el secado de *C. argentea* también contribuya a reducir la degradación de su proteína en rumen y como resultado exista mayor proteína sobrepasante (Raaflaub y Lascano, 1995).

El efecto positivo del secado de *C. argentea* en el consumo por ovinos medido en periodos cortos de tiempo sugiere que esta práctica produjo cambios en la planta, principalmente en

estado inmaduro que alteraron la aceptabilidad del forraje nos referimos a factores antinutricionales, los que se inactivan parcial o totalmente con el secado del forraje inmaduro o cuando la planta madura (Raaflaub y Lascano, 1995). Estas características de buena calidad nutritiva de *C. argentea* hacen de esta leguminosa un forraje de excelente calidad para suplementar vacas en producción durante las épocas de escasez de forraje (Wilson y Lascano, 1997).

Los resultados obtenidos en ensayos con suplementación de *C. argentea*. (Cuadro 13) mostraron que durante la época seca el forraje cosechado de esta leguminosa produjo un aumento de 13 % (rango 8 % a 14 %) en la producción de leche de vacas mantenidas en una pastura de *Brachiaria dictyoneura* (Lascano, 1995). En los mismos ensayos, la suplementación con *F. macrophylla*, una leguminosa arbustiva de menor calidad 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 g MS/kg de PV por día), (Lascano et al.; 1990).

Cuadro 13. Efecto de suplementación de *C. argentea* y otras leguminosas en la producción diaria de leche con vacas en pastoreo (Lascano, 1995).

Pastura ^a	Leguminosa suplementada	Oferta de Leguminosa (g MS/kg PV/d)	Consumo de Leguminosas	Producción de Leche (kg/vaca) ^b
	Época Seca:			
<i>B. dictyoneura</i>	Control ^c	-	-	6.2 (4.9 - 7.4) ^e
	<i>F. macrophylla</i> ^{cd}	8.4 (7.6- 9.1) ^e	3.0(1.0 -4.4) ^e	6.4 (5.0 - 8.0)
	<i>C. argentea</i> ^{cd}	8.1 (6.6 - 10.4)	6.3 (4.1 - 8.0)	7.0 (5.6 - 8.2)
	Época Lluvia:			
<i>B. decumbens</i>	Control	-	-	9.3
	<i>C. macrocarpum</i> ^d	11.4	8.1	10.1
	<i>C. argentea</i> ^d	11.3	7.8	10.0
<i>B. dictyoneura</i>	Control	-	-	6.8
	<i>C. macrocarpum</i> ^d	13.5	10.5	7.0
	<i>C. argentea</i> ^d	11.3	7.8	6.9

a. Pastoreo con vacas (1 vaca/ha) Holstein y mestizas por período 42 días.

b. Leche corregida por grasa (4%).

c. El Promedio de 4 ciclos de medición de 42 días cada uno.

d. Hojas de leguminosa marchita.

e. Rango

La suplementación de *C. argentea* durante la época de lluvias resultó en un bajo (7 %) o ningún aumento en producción de leche de vacas en pastoreo. 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 podría permitir un aumento de la carga animal en las pasturas sin afectar la producción de leche por vaca (Pezo et al., 1990).

El promedio del incremento en producción de leche en la época seca, asociado con la suplementación de *C. argentea* esta dentro del rango de aumento con la suplementación de *L. leucocephala* en muchos experimentos revisados por Jones (1994). Esta mayor repuesta en producción de leche en la asociación de gramíneas con leguminosas en comparación con el uso de bancos de proteínas podría asociarse a un mejor balance de energía y proteínas en la dieta consumida por las vacas en pastoreo (Lascano, 1995).

En otros ensayos realizados en la estación CIAT-Quilichao se observó que la respuesta en producción de leche a la suplementación con *C. argentea* dependía del potencial genético de las vacas, con vacas de tipo carne la adición de *Cratylia* a un suplemento con caña en época de lluvias no aumento la producción de leche. Sin embargo, con vacas de tipo leche la suplementación con *Cratylia* mezclada con caña aumentó un 24 % la producción de leche en comparación con la suplementación solo caña (Ávila, 1999).

En el C.I. La Libertad, se encontró que la suplementación de *C. argentea* más caña (25 % + 75 %) respectivamente a novillos jóvenes Cebú y Cebú x San Martinete, en pasturas de *B. decumbens* resultó en una mayor producción de carne por hectárea y por año en comparación con animales no suplementados (Ávila, 1999). Con la suplementación de *C. argentea* en combinación con gramíneas de corte utilizadas en sistemas de doble propósito, se espera que sea posible ordeñar las vacas en época seca sino también mantener la producción a través del año, ya que la suplementación con *C. argentea* 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 (Lascano, 1995).

3.5 Producción de Semillas.

C. argentea florece y fructifica en la mayoría de los ambientes tropicales donde ha sido evaluada. Casi siempre la floración se inicia hacia el final del periodo seco. Esta planta ofrece pobre sincronización foliar, la maduración de los primeros frutos (vainas) ocurre aproximadamente 1.5 meses después de la polinización y se extiende entre 2 y 3 meses más. Por esta razón, la cosecha de semillas es un proceso continuo, que consiste en la recolección manual cada semana y la trilla de las semillas previamente secadas al sol (Argel, 1996).

Los rendimientos de semilla son variables y se relacionan con el sitio, además de depender del genotipo, la edad de la planta, época del corte de uniformidad y de las condiciones ambientales durante la floración y la fructificación de la planta. Como se mencionó antes, la época de corte de uniformidad afecta el inicio de la floración y el rendimiento potencial de las semillas; así, las plantas cortadas al final de la época lluviosa o dentro del periodo seco, tienden a florecer poco a poco y a formar un número bajo de frutos (Argel, 1995).

Estas razones pueden explicar las variaciones en los rendimientos de semilla encontrados con *C. argentea*. En Coronel Pacheco se reporta un rendimiento de sólo 29 kg/ha (Xavier y Carvalho, 1995) sin embargo, en Quilichao la accesión CIAT 18516 produjo 654 kg/ha de semilla pura (Maass, 1995) (Cuadro 14). Es frecuente observar la presencia de abejorros y otros insectos en las flores del arbusto, por lo tanto es posible que la presencia o no de insectos polinizadores influya en los rendimientos finales de la semilla, como se demuestra en trabajos realizados por Queiroz et al., (1997) en los cuales hubo una proporción aproximada de 15 % de alogamia forzada (polinización cruzada) en pruebas controladas de campo con el arbusto.

La semilla de *C. argentea* no tiene latencia, pero puede perder rápidamente su germinación en un periodo de un año, si es almacenada en las condiciones ambientales de temperatura y humedad prevalentes en el trópico bajo (temperatura promedio de 24 °c y humedad relativa

de 70 %), se ha encontrado que la germinación de las semillas se reduce de 79 % a 40 % en un periodo de 1 año.

Cuadro 14. Rendimiento de semillas de *C. argentea* en Quilichao, Colombia (Maass, 1995).

Accesión	Rendimiento de semilla Total/año en (kg/ha)	Rendimiento total anual (g/planta)
CIAT 18516	654.4	409.0
CIAT 18668	536.5	335.3

Fuente: Maass, 1995

3.6 Repuesta a la inoculación.

Los problemas de establecimiento de *C. argentea* se han asociados con la falta de rizobios apropiados que promuevan la producción de nitrógeno (Maass, 1989). Sylvester- Bradley et al., (1989) encontraron una alta variación en la eficiencia de varias cepas de *Bradyrhizobium* en un suelo de los llanos orientales de Colombia, no obstante Rondón (1995), encontró una respuesta significativa de *C. argentea* a la inoculación con *Bradyrhizobium*. Los resultados muestran buena respuesta a la formación efectiva de nódulos con las cepas *Bradyrhizobium* CIAT 3561 y 3564, particularmente en suelos pobres y ácidos con alto contenido de aluminio (RIEPT-MCAC, 1996).

Los pocos estudios realizados hasta la fecha indican que las semillas de *C. argentea* responden también a la inoculación con cepas de rizobio tipo caupi bacterias que son comunes en suelos tropicales cuyo grado de efectividad varía mucho de especie a especie (Date, 1977), aunque muchas veces la falta de nodulación puede ocurrir debido a la influencia de ciertos factores abióticos.

En el Cuadro 15 se muestra una respuesta positiva a la cepa CIAT 3561, pero se nota que existió una mayor respuesta, aunque estadísticamente no significativa, a la aplicación de N lo que indica que existe campo para la selección de cepas que promuevan una nodulación más eficiente (Lascano, 1995)

Cuadro 15. Repuesta de *C. argentea* CIAT 18516 a la inoculación con *Bradyrhizobium* (CIAT 3561).

Parámetro respuesta ^a	de Inoculación con <i>Bradyrhizobium</i>	Aplicación de 150 kg/ha de de N	Control
MS Total (g)	9.09 a ^b	10.23 a	6.98 a
Nitrógeno total (mg)	182. a	218.7 a	125.1 b
Área foliar (cm ²)	703ab	810 b	532 a
Nódulos (No)	24 a	33 a	28 a
Proporción de Biomasa en raíces (%)	40 a	34.1 a	43.0 a

a Cosecha en materas con 2 kg de suelo después de 145 días

b Los valores no seguidos de la misma letra de cada parámetro indican diferencias no significativas (P <0.05)

Fuente: Thomas y Rendón (citados por Argel et al., 1996)

Plagas y enfermedades

Hasta el presente no se han identificado plagas ni enfermedades de importancia económica que limiten el crecimiento de *C. argentea*. En algunos sitios y en la fase de establecimiento se ha observado el ataque en las raíces de *Melolonthidae sp.* También ocurren ataques de hormigas cosechadoras de hojas y se ha observado presencia de *Cercospora* en hojas adultas sin causar daño apreciable a la planta (Argel, 1996)

En sitios con suelos pesados que se saturan de agua con frecuencia, es posible observar la muerte de plantas ocasionada por hongos de los géneros *Phytium* y *Fusarium*, aunque no se ha establecido con seguridad que estos sean la causa directa de dicha mortalidad.

Aparentemente los problemas de mortalidad de plantas son específicos en determinados sitios, por ejemplo, en Inceptisoles bien drenados de la ECAG, Atenas (Costa Rica), y en Ultisoles bien drenados de la estación CIAT- Quilichao en Colombia, existen plantas que han persistido bajo corte periódico durante 10 años (Argel et al., 2001). En general, *C. argentea* no parece presentar problemas serios de enfermedades y plagas en los lugares dónde se ha evaluado (Argel et al., 1996)

IV. MATERIALES Y METODOS**4.1 LOCALIZACION DEL ENSAYO.**

El presente estudio se realizó en el periodo Diciembre 2001-Septiembre 2002 en la finca “Santa Rosa” propiedad de la Universidad Nacional Agraria (U.N.A), 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.

4.1.1 Clima y suelo.

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 y una temperatura media anual de 28°C. 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.

Se tomó muestras del suelo para realizar análisis químico y físico (Cuadros 16 y 17 respectivamente), en el Laboratorio de Suelos y Agua de la Universidad Nacional Agraria. El área experimental donde se ubicó el ensayo es un suelo perteneciente a la serie Sabana Grande con topografía plana, de origen volcánico con alto porcentaje de materia orgánica y de Nitrógeno (4.77% y 0.23% respectivamente). Estos suelos presentan 13.02 ppm de fósforo, 1.67 meq/100gr de suelo de potasio y un pH de 7.3 clasificado como muy ligeramente alcalino (Quintana et al., 1983).

Cuadro 16. Análisis Químico del suelo.

Profundidad (cm)	pH (H ₂ O)	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (meq/100 g)
0 – 30	7.3	4.77	0.23	13.2	1.67

Los suelos tienen una textura franco con 22.5% de arcilla, 32.5% de limo y 45% de arena, con un buen drenaje. Son suelos de clase tres (sistema estadounidense) es apropiado para la agricultura y las principales limitaciones son la erosión eólica y la baja fertilidad.

Cuadro 17. Análisis Físico del suelo.

% de Arcilla	% de Limo	% de Arena	Clase de Textura
22.5	32.5	45	Franco

4.2 DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO.

El área de establecimiento fue seleccionada después de realizar una visita evaluativa de las condiciones del terreno (área disponible, facilidad de acceso, dirección de la pendiente), una vez seleccionada el área se procedió al establecimiento de cuatro bloques perpendiculares a la pendiente y se midieron 3 parcelas grandes dentro de cada bloque y 3 parcelas pequeñas dentro de cada parcela grande.

El área total del ensayo fue de 1440 m², cada parcela pequeña tenía un área experimental de 20 m², al eliminar el efecto borde de la parcela se obtenía un área útil 12 m². Al finalizar la distribución del área se obtuvo como resultado 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.

4.3 MANEJO AGRONÓMICO.

4.3.1 Preparación de suelo y siembra.

La preparación del suelo fue hecha por laboreo convencional (cuyo objetivo principal fue permitir un buen crecimiento y desarrollo de las plántulas) procediéndose a la limpieza del terreno de todo tipo de malezas y desechos (piedras, troncos, raíces), posteriormente, utilizando tractor y equipo mecánico se realizó la roturación del suelo con arado de disco seguido de dos pases de grada y rayado.

En el experimento se utilizó semilla botánica clasificada de *Cratylia argentea* CIAT N° 18668 tratada con Vitavae más carbosulfan proveniente de la Estación Experimental de San Isidro, Costa Rica e inoculada con *Bradyrhizobium* (stock CIAT 3561), la siembra se realizó manualmente, a dos semillas por golpe a una profundidad de 1 cm, sin riego y con una fertilización equivalente a 2 quintales de urea y 2 quintales de completo (N/P/K 15-15-15) en dos partes, una después de la siembra y la otra parte después del corte de uniformidad.

La limpieza del ensayo fue realizada de forma manual siguiendo lo dispuesto en el calendario de actividades, para ello se utilizaron machetes, azadones, rastrillos, carretillas. La primera limpieza se realizó 25 días después de establecido el ensayo esto como método de prevención contra posibles ataques de malezas que pudieran impedir y afectar la emergencia de las plántulas, debido al lento crecimiento inicial de la planta, el raleo se practicó dos meses después de la germinación. A continuación se practicaron limpiezas regulares cada mes en la época de verano y cada 15 días en la época lluviosa.

4.3.2 Control de plagas.

La incidencia de plagas en el cultivo fue mínima, y no se observó influencia alguna que limitara el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los ataques más comunes a los que estuvo expuesto el cultivo fueron: Zompopos sp. para lo cual se utilizó el control químico aplicando dosis de LORSBAN en polvo en el interior y alrededores de las zompoperas, ataques de cochinilla los cuales fueron controlados con aplicaciones de Decis a razón de 1cc por cada litro de agua.

4.3.3 Corte de uniformidad.

El corte de uniformidad se realizó el 3 de Octubre del 2001, a una altura de 20 cm del suelo, después del cual se inició la evaluación, en los subsiguientes cortes las plantas se cosecharon a una altura de 30 cm del suelo.

4.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.

Los factores a evaluar fueron: tres densidades de siembras (10000; 20000 y 40000 plantas por hectárea) y tres frecuencias de cortes (cada 8, 12 y 16 semanas) (Cuadro 18). El diseño experimental utilizado fue un Bloque Completo al Azar con arreglo en parcelas divididas, las parcelas principales correspondieron a las densidades de siembra y las sub-parcelas a las frecuencias de corte, generando nueve combinaciones de tratamientos.

Cuadro 18. Descripción de los Tratamientos.

Tratamientos	Densidad de plantas	Frecuencias de corte
1	1 x 1m	8 semanas
2	1 x 1m	12 semanas
3	1 x 1m	16 semanas
4	1 x 0.5m	8 semanas
5	1 x 0.5m	12 semanas
6	1 x 0.5m	16 semanas
7	0.5 x 0.5m	8 semanas
8	0.5 x 0.5m	12 semanas
9	0.5 x 0.5m	16 semanas

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

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

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

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

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

μ = 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.

4.5 DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES.

4.5.1 RENDIMIENTO DE MATERIA FRESCA TOTAL (RMFT).

Para la obtención del rendimiento de Materia Fresca por hectárea se efectuó el corte del material vegetativo correspondiente a la parcela útil a una altura de 30 cm (por cada repetición, densidad y frecuencia de corte) se pesaba y registraba para estimar la producción Materia Fresca Total por hectárea mediante la siguiente fórmula:

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

4.5.2 RENDIMIENTO DE MATERIA FRESCA FRACCIÓN FINA (RMFFF).

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 era separada manualmente, pesada y registrada 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 RENDIMIENTO DE MATERIA FRESCA FRACCIÓN GRUESA (RMFGF).

La porción fracción gruesa corresponde a la parte de la planta con tallos de diámetros mayores a 5 mm, la cual se separaba manualmente, se pesaba y registraba para estimar RMFGF por hectárea mediante la siguiente fórmula:

$$\text{RMFGF} = \frac{\text{kg de MFGF} \times 10,000 \text{ m}^2}{12 \text{ m}^2}$$

4.5.4 CONTENIDO DE MATERIA SECA (CMS).

Después de que se cosechaba, pesaba y registraba la materia seca por cada subparcela una muestra del material se tomaba para determinar el contenido de materia seca. La muestra era llevada al Laboratorio de Bromatología de la Universidad Nacional Agraria, donde era secada en un horno de circulación forzada de aire a 60°C durante 48 horas, posteriormente el material se pesaba, se molía y almacenaba en un frasco de vidrio debidamente identificada. Luego, del material molido se tomaba una muestra de 5 gramos y se colocaba en un horno a 105°C durante 4 horas para calcularle humedad residual y estimar materia seca mediante la siguiente fórmula:

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

$$\text{Contenido de Materia Seca (\%)} = 100 - \% \text{ de humedad}$$

4.5.5 RENDIMIENTO DE MATERIA SECA TOTAL (RMST).

Se estimó mediante la siguiente fórmula:

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

4.5.6 MATERIA SECA DE LA FRACCIÓN FINA (MSFF).

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 medían con una cinta métrica desde la base de la planta hasta la punta de la última hoja, luego se calculaba el promedio.

4.5.8 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.

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

4.5.9 PORCENTAJE DE CENIZA (%).

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

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

4.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

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

Antes, fueron realizados análisis preliminares para determinar el grado de normalidad de la información. Para ello, se determinaron las medias, las varianzas y los coeficientes de variación de cada variable por tratamiento. De acuerdo con lo anterior, se realizaron las siguientes transformaciones de variables:

4.6.1 Transformación de la Raíz Cuadrada: este tipo de transformación se utiliza cuando los datos comprenden números enteros pequeños, datos porcentuales basados en un recuento y que al ser transformados se logra un mejor análisis de los datos (Steel y Torrie ,1989). Este tipo de transformación se aplicó a las variables de Materia Fresca Fracción Fina (ton/ha/año) y Materia Seca Fracción Fina (ton/ha/año) y Altura.

4.6.2 Transformación Logarítmica: esta transformación se utiliza con números enteros positivos que abarcan un amplio intervalo, cuando las varianzas son proporcionales a los cuadrados de las medias de los tratamientos o la desviación estándar es proporcional a las medias (Steel y Torrie ,1989). Esta transformación se empleo en las variables Materia Seca Total (ton/ha/año) y Materia Fresca Total (ton/ha/año).

4.6.3 Transformación angular Arcoseno: Es aplicada a datos binomiales o datos expresados en porcentajes, también cuando los denominadores son desiguales y especialmente si son aproximadamente iguales (Steel y Torrie ,1989). Esta transformación se aplicó a las variables Tasa de crecimiento (kg/ha/Año) y Materia Fresca Fracción Gruesa (ton/ha/año).

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 Producción de Materia Fresca Total (MFT)

En el Cuadro 19, se pueden 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 ($P \leq 0,05$) para el efecto de bloque y la interacción DS x FC.

Cuadro 19. Análisis de Varianza para Materia Fresca Total (ton/ha/año)

FV	GI	SC	CM	F	P
Bloque	3	0.30764	0.10255	1.07	0.364 ns
Densidad	2	2.37821	1.18910	12.42	0.000 **
Bloque * densidad	6	0.91548	0.15258	1.59	0.153 ns
Frecuencia	2	0.91794	0.45897	4.79	0.010 **
Densidad * frecuencia	4	0.20188	0.05047	0.53	0.716 ns
Error	138	13.21416	0.09576		
Total	155				

Datos transformados (log10).

ns = no significativo.

** Altamente significativo.

De acuerdo a lo obtenido en el Cuadro 19, en el Cuadro 20 se muestra los resultados de la separación de medias mediante la prueba de Tukey para Densidades de Siembra. La Densidad de Siembra que presentó la mayor producción de MFT fue la de 40,000 plt/ha con (59.93 ton/ha/año) la que difiere estadísticamente ($P < 0,05$) de las densidades 2 (20,000 plt/ha) con 42.3 ton/ha/año y 3 (10,000 plt/ha) con 33.92 ton/ha/año las que a su vez no difieren entre sí ($P \leq 0,05$).

Estos datos tienen similar comportamiento que los datos obtenidos por Lascano et al., (2002), 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 (Argel, 2001).

Cuadro 20. Medias derivadas a partir del análisis de varianza para densidades de siembra de la Materia Fresca Total (Ton/ha/Año).

Tratamiento	Medias *
40,000 plt/ha	59.93 a
20,000 plt/ha	42.30 b
10,000 plt/ha	33.92 b

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

El rendimiento de MFT obtenido en la densidad de 40,000plt/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 plt/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 plt/ha), los que son similares a los encontrados en nuestro ensayo en la densidad de siembra de 10,000 plt/ha.

Con relación a las frecuencias de corte en la cuadro 21, se muestran los resultados de la separación de medias mediante la prueba de Tukey, la frecuencia de corte a las 16 de semanas presentó la mayor producción de MFT con 59.58 ton/ha/año la que no difiere estadísticamente ($P \leq 0,05$) de la frecuencia a las 12 semanas con un rendimiento de 51.34 ton/ha/año, pero si difiere de la frecuencia de corte a las 8 semanas que tuvo una producción de 35.14 ton/ha/año.

Cuadro 21. Medias provenientes del análisis de varianza de frecuencia de corte para Materia Fresca Total (Ton/ha/Año).

Tratamiento	Medias*
8 semanas	35.14 a
12 semanas	51.34 b
16 semanas	59.58 b

* Medias seguidas por letras iguales dentro de cada columna, no difieren significativamente entre sí 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.

5.2 Materia Fresca Fracción Fina (MFFF)

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).

En el Cuadro 22, se muestra el análisis de varianza para la variable Materia Fresca Fracción Fina (MFFF) en el cual puede observarse que no existen diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para bloques, frecuencias de cortes y las interacciones bloque por densidad y frecuencia por densidad, encontrándose diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para Densidades de siembra.

Cuadro 22. Resultados obtenidos del Análisis de Varianza para Materia Fresca Fracción Fina (MFFF) (Ton/Ha/año).

FV	Gl	SC	CM	F	P
Bloque	3	9.866	3.289	1.01	0.391 ns
Densidad	2	101.025	50.512	15.49	0.000 **
Bloque * densidad	6	18.591	3.099	0.95	0.461 ns
Frecuencia	2	12.434	6.217	1.91	0.152 ns
Densidad * Frecuencia	4	1.165	0.291	0.09	0.986 ns
Error	138	449.993	3.261		
Total	155				

Datos transformados (raíz)

ns = no significativo

** = altamente significativo

Al realizarse la comparación de medias mediante la prueba de Tukey (Cuadro 23) se encontró que el mayor rendimiento fue para la densidad de siembra de 40,000 plantas/ha con 43.5 ton/ha/año, la que difiere estadísticamente ($P < 0.05$) de las densidades de 20,000 plantas/ha con 26.42 ton/ha/año y de la densidad de 10,000 plantas/ha con 22.48 ton/ha/año, las que a su vez no difieren entre sí ($P \leq 0.05$).

Cuadro 23. Medias resultantes a partir del análisis de varianza sobre la producción promedio de MFFF sometida a distintas densidades de siembra.

Tratamiento	Rendimiento medio *
40,000 plt/ha	43.50 a
20,000 plt/ha	26.42 b
10,000 plt/ha	22.48 b

* Promedios en una misma columna con letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$) según la prueba de Tukey.

Es importante destacar que del rendimiento total de materia fresca por hectárea obtenido en 40,000 plt/ha que fue la de mayor producción (59.93 ton/ha/año) el 73% corresponde a la MFFF obtenida en la misma densidad (43.5 ton/ha/año) y que corresponde a la fracción que consumen en mayor cantidad los animales debido a su mayor valor nutritivo.

Los resultados obtenidos en este ensayo con respecto a las frecuencias de 12 y 16 semanas puede explicarse en base a lo dicho por Pathak, P. S; R Raid; R. Debray. (1980), en el sentido de que a medida que avanza la edad de la planta disminuye la fracción fina y aumenta la fracción gruesa.

5.3 Materia Fresca Fracción Gruesa (MFFG)

En el Cuadro 24, se muestra el análisis de varianza para la variable Materia Fresca Fracción Gruesa (MFFG) en el cual puede observarse que no existen diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para bloques y las interacciones bloque por densidad y densidad por frecuencia, encontrándose diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para densidades de siembra y frecuencias de corte.

Cuadro 24. Análisis de Varianza para Materia Fresca Fracción Gruesa (ton/ha/año).

FV	Gl	SC	CM	F	P
Bloque	3	2.4289	0.8096	1.24	0.297 ns
Densidad	2	12.3170	6.1585	9.46	0.000 **
Bloque * densidad	6	6.0641	1.0107	1.55	0.166 ns
Frecuencia	2	25.0784	12.5392	19.25	0.000 **
Densidad * frecuencia	4	1.1223	0.2806	0.43	0.786 ns
Error	138	89.8815	0.6513		
Total	155				

Datos transformados Arcoseno

ns = no significativo

** = altamente significativo

Al realizarse la comparación de medias mediante la prueba de Tukey (Cuadro 25) se encontró que el menor rendimiento fue para las frecuencia de corte a las 8 semanas con 6.14 ton/ha/año, la que difiere estadísticamente ($P<0.05$) de la frecuencia de 12 semanas con 11.96 ton/ha/año y de la frecuencia de 16 semanas con 15.45 ton/ha/año, las que a su vez no difieren entre sí ($P\leq 0.05$)

Estos resultados son congruentes con la fisiología de la planta, ya que al avanzar la edad de la planta está 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 25. Efecto de la frecuencia de corte sobre los rendimientos de MFFG Ton/ha/año

Tratamiento	Medias *
8 Semanas	6.14 a
12 Semanas	11.96 b
16 Semanas	15.45 b

* Medias con igual letra no son significativamente diferentes ($P\leq 0.05$)

En el cuadro 26, se muestran los resultados de la comparación de medias, mediante la prueba de Tukey para densidades de siembra, obteniendo el mayor rendimiento de materia fresca fracción gruesa en la densidad de 40,000 plantas/ha con 13.34 ton/ha/año la que difiere significativamente ($P<0,05$) de las densidades de 20,000 plt/ha con 8.09 ton/ha/año y de la densidad de 10,000 plantas/ha con 8.55 ton/ha/año, las que no difieren entre si ($P\leq 0,05$).

Cuadro 26. Efecto de la densidad de siembra sobre los promedios de rendimiento de Materia Fresca Fracción Gruesa.

Tratamiento	Medias
40,000 plt/ha	13.34 a *
20,000 plt/ha	8.09 b
10,000 plt/ha	8.55 b

* Medias con igual letra no son significativamente diferentes ($P<0.05$)

5.4 Porcentaje de Materia Seca (PMS)

Las diferentes densidades de siembra e interacciones bloque por densidad de siembra y densidad de siembra por frecuencia de corte estudiadas, no presentaron diferencias

significativas (Cuadro 27), encontrándose diferencias significativas ($P < 0,05$) únicamente para frecuencias de cortes.

Cuadro 27. Análisis de Varianza para Porcentaje de Materia Seca (PMS).

FV	Gl	SC	CM	F	P
Bloque	3	202.18	67.39	2.37	0.074 ns
Densidad	2	11.87	5.93	0.21	0.812 ns
Bloque * densidad	6	16.07	2.68	0.09	0.997 ns
Frecuencia	2	335.96	167.98	5.90	0.003 *
Densidad * frecuencia	4	23.50	5.87	0.21	0.935 ns
Error	138	3928.95	28.47		
Total	155				

ns = no significativo

* Estadísticamente significativo

La comparación de medias por la Prueba de Tukey mostró diferencias significativas $P < 0,05$ entre las frecuencias de corte (Cuadro 28), observándose que la frecuencia de 8 Semanas presenta el menor porcentaje de materia seca (25.26%), el cual difiere de las frecuencias de 12 (27.93%) y 16 Semanas (28.51%), las cuales no difieren entre sí ($P < 0,05$).

Cuadro 28. Porcentaje promedio de MS de *C. argentea* con diferentes frecuencias de corte.

Frecuencias de corte	medias
8 semanas	25.26 a
12 semanas	27.93 b
16 semanas	28.51 b

Valores con la misma letra, no difieren significativamente entre si según la prueba de rango múltiple Tukey ($P < 0,05$).

Los valores obtenidos en la Frecuencia de 8 semanas son similares a los encontrados por Gómez y Vargas (1999), que reportan valores de 25.77% de MS para *C. argentea* de 60 días de edad, y a los reportados por Argel, (1995) de 26.6% de MS en *C. argentea* con 2 meses de rebrote. Estos valores son similares a los encontrados en nuestro ensayo para la frecuencia de corte de 8 semanas (25.26 %) pero son menores al ser comparados con los valores obtenidos en las frecuencias de corte de 12 y 16 semanas con 27.93% y 28.51% respectivamente.

Gómez y Vargas (1999) reportan un valor máximo de 27.77% en su mayor frecuencia de corte (75 días), este dato es semejante a los encontrados en nuestro trabajo en la frecuencia

de corte de 12 semanas (27.93%) pero menores a los obtenidos en el mismo ensayo en la frecuencia de corte de 16 semanas (28.51 %)

5.5 Producción de Materia Seca Total (PMST).

En el Cuadro 29, se puede observar los resultados obtenidos del análisis de varianza de la producción de materia seca total (PMST), 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 ($P \leq 0,05$) para los efectos de bloque y las interacciones bloque por densidad y densidad por frecuencia.

Cuadro 29. Análisis de Varianza para Materia Seca Total (ton/ha/año)

FV	Gl	SC	CM	F	P
Bloque	3	0.2483	0.08278	1.27	0.288ns
Densidad	2	2.23211	1.11605	17.08	0.000**
Bloque * densidad	6	0.84606	0.14101	2.16	0.051ns
Frecuencia	2	1.53451	0.76726	11.74	0.000**
Densidad * frecuencia	4	0.15313	0.03828	0.59	0.673ns
Error	138	9.01639	0.06534		
Total	155				

Datos transformados log10, ns = no significativo, **= altamente significativo

En el Cuadro 30, se muestran los resultados de la separación de medias mediante la prueba de Tukey para Densidades de Siembra, obteniendo el mayor rendimiento de materia seca en la densidad de 40,000 plantas/ha con 14.86 ton MS/ha/año la que difiere significativamente ($P < 0,05$) de las densidades de 20,000 plantas/ha con 10.67 ton MS/ha/año y de la densidad de 10000 plantas/ha con 8.57 ton MS/ha/año, las que no difieren entre si ($P < 0,05$)

Cuadro 30. Medias resultantes del análisis de varianza para densidades de siembra de Materia Seca Total Ton/Ha/Año

Tratamiento	medias *
40,000 plt/ha	14.86 a
20,000 plt/ha	10.67 b
10,000 plt/ha	8.57 b

* Medias seguidas por letras iguales en cada columna, no son significativamente diferentes (Tukey, 5%)

Los resultados obtenidos con la densidad de 40,000 plt/ha (14.86 ton MS/ha/año) son similares a los valores reportados por Lascano et al., (2002) entre 14-20 ton MS/ha por año y son superiores a los que encontramos en las otras densidades evaluadas.

Al realizarse la comparación de medias mediante la prueba de Tukey (Cuadro 31) se encontró que el menor rendimiento fue para la frecuencia de corte a las 8 semanas con 8.31 ton MS/ha/año, la que difiere estadísticamente ($P < 0,05$) de los rendimientos obtenidos en la frecuencia de corte a 12 semanas con 12.67 ton MS/ha/año y en la frecuencia de corte a 16 semanas con 16.15 ton MS/ha/año, las que no difieren estadísticamente entre sí ($P \leq 0,05$)

Cuadro 31. Medias obtenidas para frecuencia de corte de Materia Seca Total Ton/Ha/Año.

Tratamiento	medias
8 Semanas	8.31 a
12 Semanas	12.67 b
16 Semanas	16.15 b

Los valores seguidos de la misma letra indican diferencias no significativas ($p < 0.05$).

Los resultados obtenidos demuestran 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.

La mayor producción de MST fue encontrada en la frecuencia de corte a las 16 semanas con 16.15 ton MS/ha/año, este resultado es mayor al encontrado por Xavier et al, 1990 quien reportó producciones de 14.3 ton MS/ha/año en condiciones de suelos ácidos con alta concentración de aluminio.

La producción de materia seca total de *C. argentea* se incrementó significativamente a mayores frecuencias de corte, lo cual 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).

En general, los rendimientos/planta de *C. argentea* están influenciados por la fertilidad del suelo, la densidad de siembra, la edad a la cual se realiza el primer corte y la edad de la planta. En este estudio el corte de uniformidad para iniciar las evaluaciones se realizó a los 7 meses de haber sido establecido el cultivo, de tal manera que los resultados coinciden por lo referido por Lascano et al., (2002), que observaron que cuando las plantas se cosechan a los 4 meses de edad y después cada 8 semanas, rinden menos MS por corte que cuando se cosechan inicialmente entre 6 y 8 meses de edad, lo que indica que entre más desarrolladas se encuentren las plantas al momento del primer corte los rendimientos de biomasa esperados serán mayores.

Estos resultados difieren de los encontrados por Xavier y Carvalho, (1995), quienes en condiciones de Coronel Pacheco en Brasil, el corte realizado cuando el arbusto tenía entre 1.5 y 2.0 m dio los rendimientos más altos por planta. Según los autores lo anterior pareciera estar relacionado con una mayor ramificación observada en los cortes tempranos, este comportamiento también se ha notado en estudios agronómicos realizados en Atenas, Costa Rica por Argel (2001).

5.6 Materia Seca Fracción Fina ton/ha/año

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).

El análisis de varianza practicado (Cuadro 32) determina que no existen efectos significativos ($P \leq 0,05$) de bloques, ni de las interacciones bloque por densidad y densidad

por frecuencia sobre la producción de MSFF, encontrando diferencias significativas ($P < 0,05$) para densidades de siembra y frecuencias de corte

Cuadro 32. Análisis de Varianza para Materia Seca Fracción Fina (MSFF) ton/ha/año.

FV	Gl	SC	CM	F	P
Bloque	3	1.1893	0.3964	0.72	0.539 ns
Densidad	2	24.4728	12.2364	22.35	0.000 **
Bloque * densidad	6	4.6485	0.7748	1.42	0.213 ns
Frecuencia	2	5.9961	2.9980	5.48	0.005 **
Densidad * frecuencia	4	0.4343	0.1086	0.20	0.939 ns
Error	138	75.5456	0.5474		
Total	155				

Transformado por Raíz.

Ns = no significativo.

**= altamente significativo.

En el Cuadro 33, se muestra los resultados de la separación de medias mediante la prueba de Tukey para Densidades de Siembra. La Densidad de Siembra de 40,000 plantas/ha presentó la mayor producción de MSFF con 10.59 ton MS/ha/año, la que difiere estadísticamente ($P < 0,05$) de las densidades 20,000 (6.45 ton MS/ha/año) y 10,000 plt/ha (5.61 ton MS/ha/año) las que a su vez no difieren entre sí ($P \leq 0,05$).

Cuadro 33. Porcentaje promedio de MSFF de *C. argentea* con diferentes Densidades de siembra.

Tratamiento	medias *
40,000 plt/ha	10.59 a
20,000 plt/ha	6.45 b
10,000 plt/ha	5.61 b

* Los valores seguidos de la misma letra indican diferencias no significativas ($p \leq 0.05$).

La comparación de medias por la Prueba de Tukey para frecuencias de corte (Cuadro 34) mostró que la frecuencia de 8 semanas presenta el menor rendimiento de Materia Seca Fracción Fina (6.33 ton MS/ha/año), el cual difiere de las frecuencias de 12 (8.69 ton MS/ha/año) y 16 semanas (8.75 ton MS/ha/año), las que no difieren entre sí ($P < 0,05$).

Cuadro 34. Porcentaje promedio de MSFF de *C. argentea* con diferentes frecuencias de corte.

Tratamiento	medias *
8 Semanas	6.33 a
12 Semanas	8.69 b
16 Semanas	8.75 b

* Los valores seguidos de la misma letra indican diferencias no significativas ($p < 0.05$).

El mayor rendimiento de MSFF se obtuvo en la frecuencia de corte de 16 semanas con una producción de 8.75 ton/ha/año.

La *Leucaena leucocephala* produjo el 35% de la materia verde seca disponible durante la sequía, con un comportamiento bastante uniforme entre accesiones, observándose diferencias significativas tan sólo entre los materiales CIAT No 17502 y 17219 quienes presentaron una disponibilidad acumulada en la temporada de 5,832 y 3,621 kg/ha días, respectivamente.

El comportamiento productivo de las distintas accesiones evidenció diferencias significativas ($F < 0.05$) entre ellas. Sin embargo, el 60% de las líneas superó los 2.963 kg de materia seca cada 42 días, equivalentes a más de 2 t/ha/mes durante las lluvias. El resto de materiales (40%) considerados los menos productivos en la prueba, también mostraron valores considerados promisorios, pues produjeron más de 1.5 t de materia seca/ha/mes. La elevada disponibilidad de forraje que produjo la *Leucaena leucocephala* a través de todo el ensayo, la muestra como una leguminosa capaz de soportar cargas altas aún con déficit hídrico prolongado.

5.7 Contenido de Cenizas.

Al estudiar el efecto de las frecuencias de corte sobre el contenido de cenizas, se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$). El análisis (Cuadro 35) no mostró diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,05$) para la densidad de siembra, así como para las interacciones bloque por densidad y densidad por frecuencia.

Cuadro 35. Análisis de varianza del efecto de la densidad de siembra y frecuencia de corte sobre el Porcentaje promedio de cenizas en las plantas de *Cratylia argentea*.

FV	Gl	SC	CM	F	P
Bloque	3	8.622	2.874	1.65	0.181 ns
Densidad	2	1.122	0.561	0.32	0.726 ns
Bloque * densidad	6	6.271	1.045	0.60	0.731 ns
Frecuencia	2	18.062	9.031	5.18	0.007 *
Densidad * frecuencia	4	5.514	1.378	0.79	0.533 ns
Error	138	240.751	1.745		
Total	155				

ns = no significativo, * = significativo

Al realizar la comparación de medias por la Prueba de Tukey para el efecto de la Frecuencia de corte sobre el contenido de cenizas (Cuadro 36) encontramos que el mayor contenido de cenizas corresponde a la Frecuencia de 16 semanas con 12.92% lo que difiere estadísticamente ($P < 0,05$) de lo encontrado para la frecuencia de 8 (12.09%) y la frecuencia de 12 Semanas (12.15%), las que no difieren estadísticamente entre sí ($P \leq 0,05$).

Se puede observar que el contenido de cenizas aumentó 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.

Cuadro 36. Medias y categorías estadísticas por tratamiento para porcentaje de Ceniza a diferentes frecuencias de corte

Tratamiento	medias
8 Semanas	12.09 a
12 Semanas	12.15 a
16 Semanas	12.92 b

*Tratamientos seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 5%).

En los resultados se puede observar que el contenido de cenizas aumento a medida que avanza la madurez de la planta.

5.8 Tasa de Crecimiento

El análisis de varianza mostrado en el Cuadro 37, se observa que la densidad de siembra y la frecuencia de corte fueron los factores que influyeron significativamente ($P < 0,05$) en la

tasa de Crecimiento, no encontrándose diferencias ($P < 0,05$) entre bloque y en las interacciones bloque por densidad y densidad por frecuencia.

Cuadro 37. Análisis de Varianza del efecto de la densidad de siembra y la frecuencia de corte sobre la Tasa de Crecimiento (kg/ha/día)

FV	Gl	SC	CM	F	P
Bloque	3	1.8651	0.6217	1.66	0.178 ns
Densidad	2	14.4409	7.2204	19.32	0.000 **
Bloque * densidad	6	4.1779	0.6963	1.86	0.091 ns
Frecuencia	2	9.8873	4.9437	13.23	0.000 **
Densidad * frecuencia	4	0.7121	0.1780	0.48	0.753 ns
Error	138	51.5774	0.3737		
Total	155				

Datos Transformados (Arcoseno) ns = no significativo ** Altamente significativo

De acuerdo a lo obtenido en el Cuadro 37, en el Cuadro 38 se muestran los resultados de la separación de medias mediante la Prueba de Tukey, para densidades de siembra encontrándose que la mejor tasa de crecimiento se obtiene con la densidad de siembra de 40,000 plantas/ha con 52.33 kg MS/ha/día la que difiere estadísticamente ($P < 0,01$) de la densidad de 20,000 plantas/ha con 31.75 kg MS/ha/día y de la densidad de 10,000 plantas/ha con 25.5 kg MS/ha/día, las que no difieren entre si ($P \leq 0,05$)

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 38. Medias y categorías estadísticas por tratamiento para tasa de crecimiento a diferentes densidades de siembra.

Tratamiento	medias *
40,000 plt/ha	52.33 a
20,000 plt/ha	31.75 b
10,000 plt/ha	25.50 b

* Medias seguidas por letras iguales en sentido horizontal no son significativamente diferentes

Al realizar la comparación de medias por la Prueba de Tukey para el efecto de las frecuencias de corte sobre la tasa de crecimiento (Cuadro 39) se obtuvo que la frecuencia de 8 semanas era estadísticamente diferente ($P < 0,01$) a las frecuencias de corte 12 y 16

semanas siendo la de 16 semanas la que presentó una mayor tasa de crecimiento (60.06 kg MS/ha/día) este comportamiento se explica ya que a medida que el intervalo entre corte es mayor los rendimientos de biomasa son mayores, coincidiendo con lo planteado por Maass, (1995). Esto puede relacionarse con la capacidad que tiene *C. argentea* para tolerar las defoliaciones frecuentes y el rebrote de yemas después del corte.

Cuadro 39. Medias y categorías estadísticas por tratamiento para Tasa de Crecimiento a diferentes frecuencias de corte

Tratamiento	medias *
8 Semanas	24.71 a
12 Semanas	37.70 b
16 Semanas	60.06 b

* Letras iguales indican que las medias no son significativamente diferentes

5.9 Altura

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 40, se pueden observar los resultados obtenidos del análisis de varianza de la altura de la planta, los cuales muestran que se encontró diferencias significativas ($P < 0,05$) para el efecto de frecuencia de corte (FC), y no se encontró diferencias significativas ($P \leq 0,05$) para el efecto de bloque, densidad y las interacciones bloque por densidad y densidad por frecuencia.

Cuadro 40. Análisis de varianza para altura (cm)

F.V	GL	SC	CM	F	P
Bloque	3	6.105	2.035	1.20	0.314 Ns
Densidad	2	6.231	3.115	1.83	0.164 Ns
Bloque * densidad	6	10.263	1.711	1.00	0.425 Ns
Frecuencia	2	158.203	79.101	46.47	0.000 **
Densidad * frecuencia	4	3.768	0.942	0.55	0.697 Ns
Error	138	234.888	1.702		
Total	155				

Datos Transformados (Raíz), Ns= No significativo, ** = Altamente significativo

La altura 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) estudiando 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.

Se determinó que existen efectos significativos ($P < 0.05$) de la frecuencia de corte sobre la altura promedio de las plantas. Observando (Cuadro 41) que las medias comparadas pueden agruparse en tres categorías estadísticas diferentes de acuerdo a la prueba de Tuckey. Encontrándose que la mayor altura por corte se obtuvo en la frecuencia de corte de 16 semanas con 147.74 cm, seguido de la frecuencia de doce semanas con 117.50 cm, y el menor valor se obtuvo en la frecuencia de corte de 8 semanas con una altura de 91.46 cm.

Cuadro 41. Medias y categorías estadísticas por tratamiento para Altura promedio de *C. argentea* en las diferentes frecuencias de corte.

Frecuencias de corte	Altura promedio (cm) *
8 semanas	91.46 a
12 semanas	117.50 b
16 semanas	147.74 c

* a, b, c: Medias en la misma columna con literal distinto presentan diferencias estadísticas ($P < 0,05$).

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 8 semanas con 91.46 cm.

Los resultados de la frecuencia de 12 semanas (117.50 cm) son similares a los encontrado por Lascano et al., (2002) a una densidad de 90 x 90 cm que obtuvo 123 cm de altura a los 9 meses después de la siembra. Las alturas obtenidas en el ensayo difieren de los valores reportados por Maass (1995), Queiroz y Coradin, (1995), Sobrinho y Nunes, (1995) que reportan alturas que van desde 1.5 a 3 mts. Xavier y Carvalho, (1995) encontraron alturas de 1.90 m en plantas con 10 meses de edad, es importante señalar que en la frecuencia de corte de 16 semanas de nuestro experimento se obtuvieron los datos más cercanos a los reportados anteriormente con 147.74 cm.

VI. CONCLUSIONES

Esta investigación permitió cumplir con los objetivos propuestos de evaluar el comportamiento de *Cratylia argentea*, en base a su producción, en respuesta a el efecto de aplicarle tres tipos de densidades de siembra y frecuencias de corte.

En conclusión se determinó:

1. La densidad de siembra de 40,000pl/ha mostró los mayores rendimientos de Materia fresca total, Materia fresca fracción fina, Materia fresca fracción gruesa, Materia Seca total, Materia Seca Fracción Fina y tasa de crecimiento con 59.93 ton/ha/año, 43.50 ton/ha/año, 13.34 ton/ha/año, 14.86 ton MS/ha/año, 10.59 ton MS/ha/año y 52.33 kg MS/ha/día, respectivamente.
2. Las densidades de siembra no tienen ningún efecto sobre la altura de las plantas, porcentaje de materia seca y contenido de cenizas
3. La frecuencia de corte de 16 semanas presentó los mejores resultados para Materia fresca total, Materia fresca fracción gruesa, Porcentaje de materia seca, Materia Seca Total, Materia Seca Fracción Fina, tasa de crecimiento, altura y contenido de cenizas con 59.58 ton/ha/año, 15.45 ton/ha/año, 28.51%, 16.15 ton MS/ha/Año, 8.75 ton MS/ha/año, 60.06 kgs MS/ha/día, 147.74 cm y 12.92%, respectivamente.
4. Las frecuencias de cortes no tienen ninguna influencia sobre el rendimiento de materia fresca fracción fina.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Adejumo, J.; 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 maximum*. J. Anim. Prod. Res. 5:204-221.
- Ávila, P. 1999. Efecto de la suplementación con especies forrajeras en la producción de leche en pastoreo. En: Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, Colombia. 192 p.
- Argel, P. J. 1996. Evaluación agronómica de *Cratylia argentea* en México y Centroamérica. En: Pizarro, E. y Coradin, L. (eds.).
- 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 en adaptación de leguminosas arbustivas en suelos ácidos infértiles de América tropical. En: Nitrogen Tress for Acid Soil. Evans, D. O. and Szott, L. T. (eds.). Nitrogen fixing tree research report. Special issue. Winrock International an NFTA. Morrilton, Arkansas. p. 215-227.
- Argel, P. J. 1996. *Cratylia argentea*: Un Nuevo arbusto forrajero con potencial para el trópico subhúmedo. Trabajo presentado en V Ciclo Internacional en producción e investigación en Pastos Tropicales. Maracaibo, Venezuela, 25-26 Abril, 1996.
- Argel, P. J.; Hidalgo, C.; González, J.; Lobo, M.; Acuña, V.; y Jiménez, C. 2001. Cultivar Veraniega (*Cratylia argentea* (Desv.) O. Kuntze). Una leguminosa arbustiva para la ganadería de América Latina Tropical Consorcio Tropicheche (CATIE, CIAT, ECAG, MAG, UCR). Boletín técnico. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG). 26. p.
- Argel, P. J.; Lobo, M.; Romero, F.; González, J.; Lascano, C. E.; Kerridge, P. C.; y Holmann, F. 1999. The Shrub *Cratylia argentea* as a dry season feeding alternative in Costa Rica. En: W.W. Stur, P. M.; Horne, J. B.; Hacker and P. C. Kerridge. (eds.). Working with farmes: They Key to adoption of forages technologies. Proccedings of an international Workshop help in Cagayan de Oro City, Mindanao, Philippines from 12-15 October 1999. p. 170-173.
- Aroeira, L. J. M. y Xavier, D. F. 1991. Digestibilidad e degradabilidade de *Cratylia floribunda* no rumen. Pasturas Tropicales. 13(3): 11-14.
- Benavides J.E. 1986. Efecto de diferentes niveles de suplementacion con follaje de Morera (*Morus sp.*) sobre el crecimiento y consumo de corderos alimentados con pasto (*Pennisetum purpureum*). In Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores (cabras y ovejas) en el Proyecto de Sistemas de Producción Animal. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico N° 67. P. 40-42

- Benavides J.E. 1994. La Investigación en Árboles Forrajeros. CATIE, Turrialba, C.R. In Árboles y Arbustos Forrajeros en América Central. Vol. 1. Comp. P. 3-28
- Cabrera, A. L. e Willink, A. 1980. Biogeografía de América Latina. 2ª. Ed. Organización de los Estados Americanos (OEA), Washintong, E. U. P.117.
- Carvalho, M. M.; Xavier, D. F. 1988. Respuesta de leguminosas forrajeras tropicales al Calcio y Fósforo, en escasa vegetación. Rev. Brasil.
- CIAT, (Centro Internacional de Agricultura Tropical) 1995. West and Central African. Feed Research Project. Cali, Colombia.
- CIAT. 1993. Programa de Forrajes Tropicales. Informe Bianual 1992-1993. Documento de Trabajo No. 136. Cali, Colombia. p. 4-1 y 5-1.
- Date, R. A. 1977. Inoculation of tropical legumes. In: Exploting the legume-rhizobium symbiosis in tropical agriculture. Procceding Miscelaneous. Púb. No. 145. University of Hawai, Dep. Agronomy Soil Sci., Maui. p. 239-311.
- FaríaMármol, J. 1994. Evaluación de Accesiones de *Leucaena* en el bosque tropical. Rey. Fac. Agron. (LUZ) 11 (1):4352.
- Gunkel M. 1994. La Agroforestería en Nicaragua. Tesis Ing. For. Gesamthochschule Kassel Universitat. Alemania. 97 p.
- Ibrahim, M.; Pezo, D.; Camero, A.; y Araya, J. 2001. Evaluación agronómica de *Cratylia argentea* como reemplazo de gallinaza en dietas para vacas en pasturas de *Hyparrhenia rufa*. En: Holmann y Lascano (eds.). 2001. Sistemas de alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras: Consorcio Tropileche; Cali, Colombia: CIAT; Internacional Livestock Research Institute. p. 35-38. Documento No. 184.
- Jiménez, C.; Pineda, L.; y Medina, A. 2001. Uso de aditivos para ensilar *Cratylia argentea*. En: F. Holmann y Lascano (eds.). 2001. Sistemas de alimentación con leguminosa para intensificar fincas lecheras: Consorcio Tropileche, Cali, Colombia: CIAT; Internacional Livestock Research Institute. p. 35-38. Documento No. 184.
- Jones, R. M. 1994. The role of *Leucaena* in improving the productivity of grazing cattle. En: Gutteridge, R. C. y Shelton, H. M. (eds.). Forage tree legumes in tropical agriculture. CAB international, Reino Unido. p. 232-244
- Lowry, B. J. 1989. Agronomy and forage quality of *Albizia lebbeck* in the semi-arid tropics. Trop. Grassl. 23:84-91.

- Lascano, C.; Rodríguez, J. C.; y Ávila, P.1990. Niveles de inclusión de Urea en la leche como un indicativo del consumo de leguminosas tropicales por animales en pastoreo. *Pasturas Trop.* 12(3):38-40.
- Lascano, C. 1995. Calidad nutritiva y utilización de *Cratylia argentea*. En: Pizarro, E. A. Y Coradin, L. (eds.). Potencial del genero *Cratylia* como leguminosa forrajera. EMBRAPA, Cenargen, CPAC y CIAT, Memorias del taller sobre *Cratylia* realizado el 19-20 de julio de1995, Brasilia, Brasil. p. 83-97.
- Maass, B. L.1995. Evaluación agronómica de *Cratylia argentea* (Desv.) O. Kuntze en Colombia. En: Pizarro, E. A. y Coradin, L. (eds.). Potencial de *Cratylia* como leguminosa forrajera. EMBRAPA, Cenargen, CPAC y CIAT, Memorias del taller sobre *Cratylia* realizado el 19-20 de julio de 1995, Brasilia, Brasil. p. 62-74.
- Mishra U.S., D.S. Katiyar y A. Kumar. 1991. Character association and path analysis in buffel grass. *Annals of arid zone* 30(3):243-245.
- Nunes, M. R. e Vilela, E. 1981. Observaciones preliminares del sistema radicular de leguminosas forrajeras arbustivas en suelos de Cerrado de Goias. En: 18°. Reunión de sociedad Brasileira de Zootecnia. Anais, Goiania. p. 137.
- Ncamihigo, O. y Brandelard, P. 1993. Effects of cutting heights and cutting frequencies on the annual yield of *Leucaena* and *Calliandra* hedges. In proceeding of the XVII International Grassland Congress, New Zeland and Queensland, Australia. Vol. 1, p. 2131-2132.
- Parra, F. A. y Gómez- Carabalí, A. 2000. Introducción y evaluación de especies herbáceas y arbustivas forrajeras en zonas de ladera del Cauca y Valle del Cauca, Colombia. *Pasturas Trop.* 22(2):54-61.
- 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.
- Perdomo, P. 1991. Adaptación edáfica y valor nutritivo de 25 especies y accesiones de leguminosas arbóreas y arbustivas en dos suelos contrastantes. Trabajo de Tesis de grado den zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira. 127p.
- Pezo, D.; Kass, M.; Benavides, J.; Romero, F.; y Chávez, C. 1990. Potential of legume tree fodder for farm animals. Internacional Development Centre (IDRC), Canadá. p. 163-182.
- Pezo, D. 1991. La Producción Ganadera en un Contexto Agroforestal. *El Chasqui* (C.R.) N° 25: 1-2

- Primavesi, A. C. A.; Primavesi, O.; e Dantas, M. S. F. 1994. Evaluación agronómica de genotipos de *Leucaena* en Sao Paulo, Brasil. *Pasturas Trop.* 16(3): 17-21.
- 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 genero *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 y Coradin, L. 1995. Biogeografía de *Cratylia* en áreas prioritarias para Coleta. Memorias del taller sobre *Cratylia* realizado del 19-20 de julio de 1995 en Brasilia. p. 1-12.
- Queiroz, L. P de 1991. O genero *Cratylia* Mart. Ex Benth. (Leguminosae: Papilionoideae: Phaseolae). Revisión taxonómica y aspectos biológicos. Msc. dissertação. Universidade estadual de Campinas Brasil.
- Queiroz, L. P y Montero. 1991-1994. *Cratylia bahiensis* (Leguminosae: Papilionoideae), a new species from Bahia, Brazil. *Kew Bull.*
- Queiroz, L. P de; da Silva, M. M.; Ramos, A. K. B.; Pizarro, E. A. 1997. Estudios reproductivos en *Cratylia argentea* (Desv.) O. Kuntze y *Cratylia mollis* Mart. Ex Benth. (Leguminosae: Papilionoideae). *Pasturas Trop.* 19.
- Raaflaub, M. y Lascano, C. E. 1995. The effect of wilting and drying on intake rate and acceptability by sheep of tree shrub legume *Cratylia argentea*. *Trop. Grassl. Agric. Rev.* 25:657-469
- RIEPT-MCAC. (Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales para México, Centroamérica y el Caribe.). 1996. hoja informativa. 2(4): 4
- Silva, N. L. E Araujo Filho, J. A. 1994. Alternativas para el aumento de la producción forrajera en Caatinga. En: Simposio Nordeste de alimentación de rumiantes. V. Anais. Salvador, Bahía. p. 1221-1233.
- Silva, C. A.; Vale, F. R.; Guilherme, L. R. 1994. Efeito da Calagem na mineralização do nitrogênio em solos de Minas Gerais. *Rev. Bras. Cien. Solo* 18(3): 471-476.
- Silvester- Bradley, R.; Franco, D. M. A.; Mosquera, P. D. 1989. Efectividad relativa de combinaciones de rizobios con leguminosas forrajeras tropicales: Catalogo de resultados de ensayos en invernadero y campo. 5ª ED. Documento de trabajo No. 49. CIAT, Cali, Colombia, 119p.
- Steel, R; Torrie, J. 1989. Bioestadística: Principios y procedimientos. Mexico, DF, McGraw-Hill, 613p.

- 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. Agr. 6: 132-138
- Valerio, Ch.; S.1994. Contenido de taninos y digestibilidad in Vitro de algunas forrajeras tropicales. Agroforesteria en las Américas. 1(3): 10-13.
- Wilson, Q. T; Lascano, C. E. 1997. *Cratylia argentea* como suplemento de un heno de gramínea de baja calidad utilizado por bovinos. Pasturas Trop. 19(3): 2-8.
- Xavier, D. F.; Carvalho, M. M. 1995. Evaluación agronómica de *Cratylia argentea* en zonas de Mata de Minas Gerais, Memorias del taller sobre *Cratylia* realizado el 17 y 20 de Julio de 1995, Brasilia, Brasil. p. 29-39.
- Xavier, D. F.; Carvalho, M. M.; Botrel, M. A. 1990. Curva de crecimiento y acumulación de Proteína Bruta de leguminosa *Cratylia floribunda*.
- Xavier, D. F.; Carvalho, M. M.; y Botrel, M. A. 1996. Niveles críticos internos y externos de fósforo de *Cratylia argentea* en un suelo ácido. Pasturas Tropicales. 18 (3): 33-36.