

Densidad de siembra y frecuencias de corte en el rendimiento de *Cratylia Argentea* (Desvaux) O. Kuntze en el sur de Veracruz

Population density and cutting frequency effect on *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze forage yield in southern Veracruz

Javier Francisco Enríquez Quiroz^a, Alfonso Hernández Garay^b, Jorge Pérez Pérez^b, Adrián
Raymundo Quero Carrillo^b, Jorge Gustavo Moreno Cossio^c

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar la densidad óptima de plantas y la frecuencia de corte para obtener la mayor producción de forraje de *Cratylia argentea*. Se evaluaron tres frecuencias de corte, 60, 90 y 120 días y tres densidades de siembra: 6,666, 10,000 y 20,000 plantas ha⁻¹, bajo un diseño factorial 3x3. Las variables estudiadas fueron: producción de materia seca (MS), tasa de crecimiento (TC), porcentaje de material consumible (MC), altura de planta, número de tallos basales (TB) y diámetro de tallos. La información se sometió a análisis de varianza y comparación de medias con la prueba de Tukey. En lo que respecta a MS, se obtuvieron diferencias ($P < 0.05$) para densidad y frecuencia de corte, con rendimientos de 5,419, 6,740 y 9,095 kg⁻¹ ha⁻¹ año⁻¹, para las densidades de 6,666, 10,000 y 20,000 plantas ha⁻¹, y 5,880, 6,532 y 9,240, para 60, 90 y 120 días al corte, respectivamente. En cuanto a TC, los valores más altos y más bajos fueron de 31 y 8.3 kg⁻¹ MS⁻¹ ha⁻¹ día⁻¹ con frecuencias de corte de 120 y 60 días y densidades de 6,666 y 20,000 plantas ha⁻¹ respectivamente ($P < 0.05$). La distribución estacional del rendimiento fue de 55, 25 y 20 % en las épocas de lluvias, seca y nortes, respectivamente. El MC fue de 69, 69 y 61 % para 60, 90 y 120 días al corte. Se observó mayor cantidad TB a medida que se incrementó la densidad de plantas. Se concluye que el mayor rendimiento de forraje de *Cratylia argentea* se obtiene al cosecharla cada 120 días con una densidad de 20,000 plantas ha⁻¹.

PALABRAS CLAVE: Leguminosa, *Cratylia argentea*, Rendimiento materia seca, Densidad de siembra, Frecuencias de corte.

ABSTRACT

The objective was to define population density and cutting frequency of *Cratylia argentea* in order to achieve the highest herbage production. Three cutting frequencies (60, 90 and 120 days) and three population densities (6,666, 10,000 and 20,000 plants ha⁻¹) were assessed. Treatments were set in a factorial design (3x3) with three replicates. Dry matter yield, cumulative herbage mass (CHM), growth rate (GR), plant height, percent of herbage intake, basal stem quantity (BSQ) and stem diameter were evaluated. Results were tested through variance analysis and Tukey's test for averages. Cumulative herbage mass increased with population density (5,419, 6,740 and 9,095 kg ha⁻¹ y⁻¹ for 6,666, 10,000 and 20,000 plants ha⁻¹ respectively ($P < 0.05$), and at higher defoliation intervals ($P < 0.05$). The higher and lower GRs were observed at 120 and 60 d cutting frequency (31 and 8.3 kg ha⁻¹ d⁻¹) and population densities of 6,666 and 20,000 plants ha⁻¹, respectively. CHM throughout the year was 55, 25 and 20 % for rainy, dry and "nortes" seasons, respectively. Percent of herbage intake was 69, 69 and 61 % for 60, 90 and 120 d, respectively ($P < 0.05$). A greater BSQ ($P < 0.05$) was observed as the population density increased. It can be concluded that the highest yield is obtained with a 120 d defoliation frequency and a 20,000 plants ha⁻¹ population density of *Cratylia argentea*.

KEY WORDS: Legume, *Cratylia argentea*, Dry matter yield, Population density, Cutting frequency.

Recibido el 24 de mayo de 2002 y aceptado para su publicación el 26 de julio de 2002.

a Campo Experimental Papaloapan, CIRGOC-INIFAP-SAGARPA. Km 66 carr. Cd. Alemán-Sayula Apartado postal 43 Isla, Ver. Tel/fax (281) 872-16-82. quiroz_jf@yahoo.com.mx.

b Programa de Ganadería, Colegio de Postgraduados.

c Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Chiapas.

En México existe una fuerte necesidad por encontrar especies de leguminosas arbustivas que suplan a *Leucaena leucocephala* en los lugares o sitios con suelos ácidos, en los cuales esta especie no prospera. Tal es el caso del sur de Veracruz y noreste de Tabasco en donde existe una gran cantidad de suelos con problemas de acidez. En esta región es necesaria la selección de especies que produzcan forraje de buena calidad en la época de secas como fuente de alimento para el ganado, además de servir como barreras de muro vivo para contener la erosión en algunos sitios explotados con ganado, en donde el sobrepastoreo modifica la cubierta vegetal y propicia la erosión; es decir se busca una leguminosa que tenga la versatilidad de la leucaena.

Cratylia es un arbusto nativo del Amazonas, de la parte central de Brasil y de áreas de Perú, Bolivia y noreste de Argentina. Se caracteriza por su amplia adaptación a suelos ultisoles y oxisoles de las zonas bajas tropicales con sequías hasta de seis meses. Bajo estas condiciones, produce buenos rendimientos de forraje bajo corte y tiene la capacidad de rebrotar durante el periodo seco, debido a su sistema radical vigoroso⁽¹⁾. Estas características se complementan con una abundante producción de semilla y establecimiento relativamente rápido, cuando las condiciones son adecuadas^(2,3,4). Se han recolectado individuos en zonas localizadas hasta 930 msnm. pero la mayor frecuencia ocurre entre los 300 y 800, en formaciones vegetales de diversos tipos, con mayores poblaciones en el cerrado brasileño en suelos pobres y ácidos⁽⁵⁾.

Otro factor de suma importancia es su buena adaptación en suelos ácidos de baja fertilidad, en donde produce buenas cantidades de forraje, siendo éstas mayores cuando se realizan aplicaciones de cal al suelo⁽⁶⁾. A los tres meses de rebrote presenta 23.5 % de proteína cruda y 48 % de digestibilidad *in vitro*⁽⁷⁾, valores que son similares a los de otras leguminosas arbustivas como el cocuite (*Gliricidia sepium*), leucaena (*Leucaena leucocephala*) y colorín o moté (*Erythrina poeppigiana*) que son plantas utilizadas en la alimentación animal en el trópico. Alcanza alturas de 3.0 m, con crecimiento sumamente ramificado, y buena producción de semilla y forraje, además de ser tolerante a la quema.

There is a need in Mexico to find legumes species able to supplant *Leucaena leucocephala* in acid soil areas, as is the case in southern Veracruz and northeast Tabasco. In this area it is necessary to select species as versatile as *Leucaena* able to produce high quality forage for cattle in the dry season as well as to act as live barriers to control soil erosion caused by overgrazing.

Cratylia is a shrub native to the Amazon basin, central Brazil, northeast Argentina and some areas in Peru and Bolivia. It shows a great capacity for adaptation to ultisols and oxisols in the low tropics with a six month dry season. In these conditions, it shows high forage production and regrowth in the dry season, owing to a strong root system⁽¹⁾, and also high seed yield and is relatively quick to establish when conditions are adequate^(2,3,4). Individuals have been collected up to 900 meters above sea level, but the greater frequency of collections has been between 300 and 800 m in diverse plant associations, showing higher populations in acid and poor soils the Brazilian cerrados⁽⁵⁾.

Another important factor is its capacity to produce a high forage yield in low fertility acid soils, which can be increased through soil lime treatments⁽⁶⁾. *Cratylia* can reach a 3 m height, with strong ramification and shows good forage and seed yield, besides being tolerant to fire. After a three month regrowth period a 23.5 % crude protein content and a 48 % *in vitro* digestibility was found, which are very similar to those of cocuite (*Gliricidia sepium*), leucaena (*Leucaena leucocephala*), and colorín or moté (*Erythrina poeppigiana*), which also are used as cattle forage in the tropics.

In Mexico, Enriquez-Quiroz⁽⁸⁾ evaluated its adaptation capacity to low fertility acid soils and encouraging results were obtained in that assessment, in which also a high leaf retention in the dry season was noticed, a factor of importance because in that period grasses show little growth and forage is demanded in quantity and quality and offer is scarce⁽⁹⁾.

One of the factors on which practically no information is available and which has not been

En México, Enríquez⁽⁸⁾ evaluó su capacidad de adaptación en condiciones de suelos ácidos de baja fertilidad, en donde se obtuvieron resultados alentadores, ya que muestra además de su adaptación, una alta retención del follaje durante la temporada seca, con periodos de más de cuatro meses, tiempo en el cual existe una mayor demanda de forraje en cantidad y buena calidad, ya que las gramíneas en este periodo tienen poco desarrollo y su disponibilidad para el animal es limitada⁽⁹⁾.

Uno de los aspectos que no se ha estudiado en esta especie, es el manejo agronómico, por lo que los objetivos del presente estudio fueron determinar la densidad óptima de siembra para la producción de forraje y definir la frecuencia de corte adecuada para obtener los mayores rendimientos de forraje.

El estudio se desarrolló en el Campo Experimental Papaloapan, en el municipio de Isla, Veracruz, localizado a 18°06' Norte y 95°32' Oeste, a 65 msnm. El clima de la región es Aw0⁽¹⁰⁾, que representa al clima más seco de los cálidos sub-húmedos, con lluvias en verano y una precipitación promedio anual de 1000 mm, temperatura media anual de 25.7 °C. El suelo es acrisol órtico, es ácido con pH de 4 a 4.7, pobre en materia orgánica, nitrógeno, calcio y potasio y contenidos medios a altos de fósforo y magnesio, de textura migajón arenoso.

Para la siembra se utilizó semilla botánica, la cual fue proporcionada por el programa de forrajes de la RIEPT-MCAC, del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), además de utilizar la semilla disponible en el campo experimental. Se realizó en forma convencional, barbecho y dos pasos de rastra; durante el periodo experimental se realizaron controles periódicos de maleza en forma manual.

Inicialmente la especie se desarrolló en vivero, utilizándose semilla de reciente cosecha, depositando dos semillas en cada bolsa de plástico con una capacidad de 2 kg de suelo de la región, lo anterior con la finalidad de asegurar el número de plantas necesarias para realizar el experimento; posteriormente se efectuó un aclareo dejando solamente una planta.

researched is agronomical management of this specie, and owing to this, one of the objectives of the present study was to determine optimum plant density and cutting frequency in order to obtain a maximum forage yield.

This test was carried out at SAGARPA-INIFAP's Papaloapan Experimental Station, Isla, Ver., Mexico, at 18°06' N and 95°32' W, at 65 m above sea level. Its climate can be characterized as Aw0⁽¹⁰⁾, which is the driest of the hot sub-humids, with rains in summer and a 1,000 mm rainfall and an average annual temperature of 25.7 °C. Soils are acid ortic acrisols (pH 4 to 4.7), low in organic matter, nitrogen, calcium and potash and medium to high phosphorous and magnesium content showing a sandy loam texture.

The seed used in planting was botanical, provided by CIAT's RIEPT-MCAC1 forage program, and also available seed at the Experimental Station. Planting was conventional, plowing and two harrowings, and weed was controlled manually.

At first plants were grown in nurseries, using recently harvested seeds, setting two seeds in 2 kg capacity plastic bags, which were later thinned out, to ensure an adequate number of plants for the experiment.

Plot size was 4 x 3 m, for a 12 m² total and a 2 x 2 m useful area. Each plot was fertilized with 50 kg ha⁻¹ P₂O₅ as calcium triple super phosphate, which was applied on November 15, 1998. Planting date was at the beginning of July 1998, with an establishment and initial development stage till October 15, when a leveling cut at a 40 cm height was made. From that date onwards diverse treatments were applied to the different plots for one year, 60, 90 and 120 d cutting frequency and 6,666, 10,000 and 20,000 plant ha⁻¹ densities, being the ending date of the experiment, October 15, 1999.

All cuts were made with machete at a 0.40 m height. The material obtained was separated into morphological components, which included leaf area, petiole and stems. Evaluated data were: plant height, tillers, stem diameter, season and annual

El tamaño de la parcela fue de 4x3 m, para un total de 12 m² con una parcela útil de 2x2; todas las parcelas fueron fertilizadas con 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ utilizando como fuente el superfosfato de calcio triple, el cual se aplicó el día 15 de noviembre de 1998. La siembra en campo se realizó a principios de julio de 1998, permitiendo su establecimiento y desarrollo en campo hasta el 15 de octubre, en donde posteriormente se efectuó un corte de uniformización, y a partir de estos se aplicaron los tratamientos pertinentes para dar inicio a las mediciones respectivas, las cuales tuvieron una duración de un año (terminando la fase de campo el 15 de octubre de 1999), tiempo durante el cual se efectuaron los siguientes cortes: frecuencia de corte de 60 días (seis cortes), frecuencia de corte de 90 días (cuatro cortes), frecuencia de corte de 120 días (tres cortes).

El corte de uniformización y las posteriores evaluaciones de rendimiento se realizaron a una altura de 40 cm sobre el nivel del suelo, cortando con machete el follaje presente, y posteriormente se separaba manualmente en los componentes morfológicos, que incluyeron la lamina foliar, pecíolos y tallos, respectivamente.

Se evaluó la combinación de tres densidades de siembra (6,666, 10,000 y 20,000 plantas ha⁻¹), las cuales se establecieron a distancias entre plantas de: 50, 100 y 150 cm y tres frecuencias de corte (60, 90 y 120 días). Las variables a medir fueron: altura de planta al corte, número de tallos basales, diámetro del tallo basal, acumulación estacional y anual de forraje, porcentaje de forraje comestible y tasa de crecimiento.

Se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar en arreglo factorial 3x3 con tres repeticiones. La información obtenida fue analizada mediante análisis de varianza y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

Altura de plantas

En el Cuadro 1 se puede observar que no existieron diferencias ($P > 0.05$) en altura de planta entre densidades, pero sí ($P < 0.05$) para frecuencia de corte, con promedios de 101, 119 y 153 cm para

cumulative herbage yield, growth rate and herbage intake percentage.

Experimental design was a 3x3 randomized complete block with three replicates. Data was assessed through variance analysis and Tukey's test at 5 % probability.

Plant height

No differences referred to height were observed in plant density as can be appreciated in Table 1, but positive differences ($P < 0.05$) in plant height were found for cutting frequency, being 1.01, 1.19 and 1.53 m for 60, 90 and 120 days intervals, respectively.

Forage yield

In one way or another dry matter yield is related to plant height, that is to say, more height means more yield. In general, the higher yields were obtained with the larger cutting frequency (120 days) and the higher plant density (Table 2).

These results show an intermediate behaviour when compared to those obtained by Pizarro *et al.*⁽¹⁾ in the Brazilian cerrados with a 1,295 mm annual rainfall, soils with a 5.9 pH and 62 % Aluminum saturation and a 2,500 plant ha⁻¹ density in which dry matter yields for different *Cratylia argentea*

Cuadro 1. Altura promedio de plantas de *Cratylia argentea* sometida a diferentes frecuencias de corte y densidad de plantas (cm)

Table 1. Average plant height of *Cratylia argentea* plants subject to diverse cutting frequencies and plant densities (cm)

Cutting frequency (days)	Plant population density (plants ha ⁻¹)			Average
	6,666	10,000	20,000	
60	99 c	100 c	103 c	101 c
90	121 b	120 b	116 b	119 b
120	160 a	148 a	150 a	153 a
Average	127 a	123 a	123 a	

abc Values with different literals within the same column and row show significant differences ($P < 0.05$).

las plantas cosechadas a intervalos de 60, 90 y 120 días, respectivamente.

Rendimiento de forraje

De una u otra forma los resultados de producción de materia seca se encuentran íntimamente relacionados con la altura de planta, es decir a mayor altura, los rendimientos fueron superiores independientemente de la frecuencia de corte: en forma general los mayores rendimientos se obtuvieron con la frecuencia de corte mayor (120 días) y con la mayor densidad de plantas, (Cuadro 2).

Los resultados anteriores muestran un comportamiento intermedio en comparación con los datos que mencionan Pizarro *et al.*⁽¹⁾ quienes señalan que en el cerrado brasileño con una precipitación pluvial de 1,295 mm anuales, suelos con 62 % de saturación de aluminio, pH de 5.9 y densidad de 2,500 plantas ha⁻¹, los rendimientos de diferentes accesiones de *Cratylia argentea* fluctuaron de 500 a 2,147 kg⁻¹ MS⁻¹ ha⁻¹ año⁻¹, que resultaron inferiores a los encontrados en este estudio. Así mismo, Lobo y Acuña⁽¹¹⁾ señalan que los rendimientos de materia seca se incrementaron de 1,700 a 4,600 kg⁻¹ MS⁻¹ ha⁻¹ año⁻¹, al aumentar la edad de rebrote de 60 a 90 días, con densidades de 10,000 plantas ha⁻¹, También se menciona que los rendimientos de forraje por unidad de superficie, se incrementan a medida que la densidad de plantas aumenta hasta lograr 20,000 plantas ha⁻¹, y que esta densidad de siembra ha sido exitosa en bancos de *Cratylia argentea* establecidos para utilizarlos en corte y acarreo en ranchos de Costa Rica⁽¹²⁾.

Los resultados anteriores reflejan la importancia de la densidad de plantas y las condiciones de suelo y clima de esta localidad, lo que posiblemente tuvo un efecto sobre el rendimiento de biomasa. Reportes en Costa Rica⁽¹⁴⁾, indican rendimientos de 16 y 5 t⁻¹ MS⁻¹ ha⁻¹año⁻¹, en dos localidades, los cuales estuvieron afectados por las diferencias en clima, en la primera localidad con una precipitación de 4,000 mm anuales sin meses secos y en la segunda localidad con una precipitación de 1,600 mm con 5 a 6 meses de sequía, lo cual puede explicar las diferencias en rendimiento, además de otros factores ya mencionados.

Cuadro 2. Rendimiento anual de materia seca de *Cratylia argentea* sometida a diferentes frecuencias de corte y densidad de plantas (kg⁻¹ ha⁻¹)

Table 2. Annual dry matter yield for *Cratylia argentea* subject to diverse cutting frequencies and plant densities (kg⁻¹ ha⁻¹)

Cutting frequency (days)	Plant population density (plants ha ⁻¹)			Average
	6,666	10,000	20,000	
60	3030 c	4933 b	8293 b	5419 c
90	5470 b	6590 a	8160 b	6740 b
120	9141 a	6873 a	11266 a	9093 a
Average	5880 b	6132 b	9240 a	

abc Values with different literals within the same column and row show significant differences ($P < 0.05$)

accessions varied between 500 and 2,147 kg⁻¹ ha⁻¹ yr⁻¹, lower than those obtained in the present study. Lobo and Acuña⁽¹¹⁾ pointed out that dry matter yields increased from 1,700 to 4,600 kg⁻¹ ha⁻¹ yr⁻¹ when the regrowth period increased from 60 to 90 d with a 10,000 plant ha⁻¹ density, and also that dry matter yields increase when plant density increases to 20,000 plant ha⁻¹, a successful plant density in *Cratylia* banks established in ranches in Costa Rica⁽¹²⁾ for use in cutting and carrying herbage.

These results reflect the importance of plant density, soil and climate in a given site, which most possibly impact biomass yield. Reports from Costa Rica⁽¹⁴⁾ show dry matter yields of 16 and 5 t⁻¹ ha⁻¹ yr⁻¹ for two localities, one with a 4,000 mm annual rainfall with no dry periods and the other with 1,600 mm annual rainfall with a 6 month dry season, which helps explain the difference in dry matter yields, not taking into account other factors previously mentioned.

These results show that a 120 d cutting frequency and a 20,000 plant ha⁻¹ density show the higher forage yield ($P < 0.05$), which can be corroborated when a crop growth rate of some 31 kg dry matter ha⁻¹ day⁻¹ is estimated (Table 3), while a lower growth rate (8.3 kg dry matter ha⁻¹ day⁻¹) is

Estos resultados señalan que la frecuencia de corte de 120 días y la densidad de 20,000 plantas por hectárea tienen la más alta producción de forraje ($P < 0.05$), lo cual se corrobora cuando se estima la tasa de crecimiento del cultivo (Cuadro 3), con cifras cercanas a $31 \text{ kg MS}^{-1} \text{ ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ en este tratamiento, mientras que las menores TC ($8.3 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$) se obtuvieron cuando la leguminosa fue cosechada a intervalos de 60 días con la densidad de 6,666 plantas por hectárea, lo cual es un reflejo de baja eficiencia de utilización de la planta y el suelo. Al respecto, se señala que la curva de crecimiento de *Cratylia floribunda* (sinónimo de *Cratylia argentea*) muestra un crecimiento lento en los primeros 84 días de rebrote⁽¹⁴⁾, con producciones de $4 \text{ t}^{-1} \text{ MS}^{-1} \text{ ha}^{-1}$, y la máxima producción de forraje se obtiene a los 189 días de crecimiento, llegando a producir $14.3 \text{ t}^{-1} \text{ MS}^{-1} \text{ ha}^{-1}$, lo que posiblemente signifique que el espacio de exploración para la frecuencia de corte utilizado en este estudio haya sido bajo; sin embargo, pudo haber habido compensación de ello, al utilizar una densidad de población mayor, que propició buenos rendimientos de materia seca en comparación con lo que se obtiene con otras especies arbustivas; por ejemplo el National Research Council⁽¹⁵⁾, menciona rendimientos promedio entre 6 a $18 \text{ t}^{-1} \text{ MS}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ para *Leucaena leucocephala*.

Cuadro 3. Tasa de crecimiento de *Cratylia argentea* sometida a diferentes frecuencias de corte y densidad de plantas ($\text{kg}^{-1} \text{ha}^{-1} \text{día}^{-1}$ de materia seca)

Table 3. Growth ratio for *Cratylia argentea* subject to diverse cutting frequencies and plant densities ($\text{kg}^{-1} \text{dry matter ha}^{-1} \text{day}^{-1}$)

Cutting frequency (days)	Plant population density (plants ha^{-1})			Average
	6,666	10,000	20,000	
60	8.3 b	14.9 b	25.0 a	16.1 b
90	13.5 b	17.5 ab	18.8 b	17.0 b
120	22.7 a	18.8 a	30.8 a	25.3 a
Average	14.8 c	18.4 b	24.9 a	

abc Values with different literals within the same column and row show significant differences ($P < 0.05$)

obtained for the 60 days cutting frequency and 6,666 plants ha^{-1} density, signifying low efficiency in soil and plant use. In this sense, *Cratylia's* growth curve shows low development for the first 84 regrowth days ($4.0 \text{ tons dry matter ha}^{-1}$) while a maximum yield of $14.3 \text{ tons dry matter ha}^{-1}$ was obtained for a 189 days growth period⁽¹⁴⁾. This could mean that the cutting frequency values considered in this study could have been greater, but, there could have been some compensation, owing to the fact that a higher population density was used which could promote high dry matter yields when compared to those obtained with other shrubs, for example, the National Research Council⁽¹⁵⁾, mentions average yields between 6 and 18 t^{-1} dry matter ha^{-1} for *Leucaena leucocephala*.

Herbage intake percentage (leaves)

In Table 4, leaf contribution to dry matter yield can be appreciated. Differences ($P < 0.05$) between treatments for cutting frequency existed, where the 120 d cutting frequency showed lower values (61 %), some 8 % less than the other treatments. It is worth mentioning that only the leaf area was considered, not taking into account stems with less than 0.6 cm diameter which can be considered edible, and which possibly have a strong impact in the 60 and 90 d cutting frequencies, because in the samplings carried out, the percentage of stems

Cuadro 4. Porcentaje de hojas del rendimiento total de materia seca de *Cratylia argentea* sometida a diferentes frecuencias de corte y densidad de plantas

Table 4. Leaf percentage of total dry matter yield of *Cratylia argentea* subject to diverse cutting frequencies and plant densities

Cutting frequency (days)	Plant population density (plants ha^{-1})			Average
	6,666	10,000	20,000	
60	71 a	69 a	69 a	70 a
90	69 a	67 a	70 a	69 a
120	59 b	63 b	61 b	61 b
Average	66.5 a	66 a	66 a	

ab Values with different literals within the same column and row show significant differences ($P < 0.05$)

Proporción de material comestible (Hojas)

En el Cuadro 4 se muestra la contribución al rendimiento de las hojas de *Cratylia argentea*. Existieron diferencias ($P < 0.05$) entre tratamientos para el factor frecuencia de corte, en donde la frecuencia de defoliación de 120 días registró los valores más bajos (61 %) siendo 8 % menor que el resto de los tratamientos. Cabe señalar que solamente se contabilizó la parte de la lámina foliar, sin tomar en cuenta la proporción de tallos menores de 0.6 cm, que son considerados comestibles y que posiblemente tengan un aporte sustancial en las frecuencias de corte de 60 y 90 días, ya que durante los muestreos realizados se observó una baja proporción de tallos con diámetros superiores al señalado, lo que podría elevar en mayor proporción la fracción comestible de la planta. Los resultados anteriores se encuentran dentro de los rangos que obtuvieron Sobrinho y Nunes⁽⁶⁾, quienes señalaron que la edad del rebrote es importante para obtener una alta proporción de hojas a edades tempranas y disminuyen paulatinamente cuando el tiempo de rebrote se incrementa; ellos mencionan porcentajes de hoja de 83 % en rebrotes de 35 días y de 56 % a los 5 meses de rebrote.

Número de tallos basales

Esta variable registró diferencias ($P < 0.05$) entre tratamientos para el factor densidad de plantas (Cuadro 5); a medida que aumenta la densidad se incrementa el número de tallos basales, con valores promedio de 8.2, 11.8 y 16.2 tallos por planta, para las densidades de 6,666, 10,000 y 20,000 respectivamente. Los resultados anteriores concuerdan con los de Mass⁽¹⁶⁾ quien señala valores de 8.1 a 17.8 tallos basales por planta en diferentes ecotipos de *Cratylia argentea*. Respecto a la frecuencia de corte, ésta no registró diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos con valores de 10.8 a 13.2 tallos basales por planta. Esta característica de la planta puede tener importancia desde el punto de vista de supervivencia de la misma, ya que el crecimiento y rendimiento de biomasa no depende de un solo tallo, sino del número total de tallos por planta; prácticamente puede considerarse que este atributo puede ser considerado como un tipo de amacollamiento de la planta.

showing greater diameters was very low, thus increasing the plant's edible fraction. These results are within the ranges obtained by Sobrinho and Nunes⁽⁶⁾, who pointed out that the regrowth age is important for obtaining a high leaf percentage in the early stage which decreases gradually as the regrowth period increases. They mention an 83 % leaf share for a 35 d regrowth period and of 56 % for a 5 month regrowth period.

Basal stem quantity

This variable showed differences ($P < 0.05$) between treatments for plant density (Table 5). Number of stems increase while plant density increases, showing values of 8.2, 11.8 and 16.2 stems plant⁻¹ for 6,666, 10,000 and 20,000 plants ha⁻¹ densities respectively. These results concur with those found by Mass⁽¹⁶⁾ who mentions stem values between 8.1 and 17.8 for diverse *Cratylia* ecotypes. No differences ($P > 0.05$) were observed for cutting frequencies (10.8 to 13.2 tillers plant⁻¹). This plant character could be of importance for its survival, because biomass yield and plant growth are not dependent on one stem only. This character could be considered as similar to tillering in herbaceous plants.

Stem diameter

Significant differences ($P < 0.05$) were found in stem thickening at the end of the experiment, owing

Cuadro 5. Número de tallos basales de *Cratylia argentea* sometida a diferentes frecuencias de corte y densidad de población a los 17 meses post-siembra

Table 5. Basal stems in *Cratylia argentea* subject to diverse cutting frequencies and plant densities 17 months after planting

Cutting frequency (days)	Plant population density (plants ha ⁻¹)			Average
	6,666	10,000	20,000	
60	9.6	8.3	18.6	12.2 ^a
90	5.0	13.3	14.3	10.8 ^a
120	10.0	14.0	15.6	13.2 ^a
Average	8.2 ^b	11.8 ^{ab}	16.2 ^a	

ab Averages with different literals show significant differences ($P < 0.05$)

Diámetro de tallos

Se detectaron diferencias ($P < 0.05$) en el engrosamiento de los tallos al final del estudio, producto de la densidad de plantas, con diferencias promedio de 1.5 a 3.6 mm entre el diámetro inicial y final para las densidades de 20,000 y 10,000 (Cuadro 6). Cabe señalar que el diámetro de los tallos muestra un engrosamiento mayor conforme disminuye la densidad de plantas, volviéndose estos más leñosos y fáciles de romper, por lo que densidades altas son recomendables para mantener la flexibilidad de las plantas y evitar daños a los animales si son pastoreadas, o bien para facilitar el corte.

Distribución estacional de la producción de materia seca

Tomando en cuenta el promedio de rendimiento de las diferentes frecuencias de corte, se agruparon los rendimientos por época, definidas éstas como: seca del 15 febrero al 15 de junio, lluvias del 16 de junio al 15 de octubre y nortes del 16 de octubre al 14 de febrero. La distribución estacional del rendimiento de biomasa, se comportó de la siguiente forma: 55, 25 y 20 % para las épocas de lluvias, seca y nortes, respectivamente. Al respecto, se menciona⁽²⁾ que en Atenas, Costa Rica, *Cratylia argentea* produce de un 30 a 40 % del rendimiento anual de materia seca durante el periodo seco de seis meses, lo que concuerda con los resultados encontrados en este estudio. También se señala que regionalmente, los pastos muestran un crecimiento estacional, con 50, 30 y 20 % de la producción de materia seca para las épocas de lluvias, seca y nortes, respectivamente.⁽⁸⁾

Franco⁽¹⁷⁾ consigna que con cortes cada 120 días la calidad nutricional de esta leguminosa no cambia drásticamente con la madurez de la planta, y que la proteína cruda y digestibilidad del forraje mantienen niveles aceptables. Lo anterior muestra el potencial que tiene esta leguminosa para aportar forraje de calidad durante el tiempo en el cual la disponibilidad de forraje en cantidad y calidad que aportan las gramíneas es muy limitado.

Se concluye que el manejo adecuado en esta leguminosa debe ser a una densidad de 20,000 plantas ha⁻¹, cosechadas cada 120 días, factores

to plant density, with average variations between from 1.5 to 3.6 mm between initial and final diameters for 10,000 and 20,000 plants ha⁻¹ (Table 6). It is worth mentioning that stem diameter increases as plant density decreases, becoming more ligneous and brittle. This is another factor to be taken into account when determining plant density as higher densities help maintain plant flexibility and are less harmful for animals, besides being easier to cut.

Seasonal dry matter production

Taking into account average yields for the different cutting frequencies, yields were grouped by season, dry from February 15 to June 15, wet from June 16 to October 15 and nortes from October 16 to February 14. Seasonal biomass yield distribution was as follows, 55, 25 and 20 % for the rainy, dry and nortes season, respectively. In Atenas, Costa Rica, *Cratylia argentea* averages 30 to 40 % of the annual yield in the six month dry season, results that concur with those obtained in the present study. It can also be mentioned that regionally, grasses show a 50, 30 and 20 % of total dry matter yield in the rainy, dry and nortes season, respectively⁽⁸⁾. Franco⁽¹⁷⁾ mentions that for a 120 d cutting frequency, nutritional quality of this legume doesn't change much and that crude protein and digestibility are at acceptable levels. This shows the potential of this legume to contribute in quantity high quality forage in a period in which forage availability owing to grasses is limited.

Cuadro 6. Diámetro de tallos basales de *Cratylia argentea* sometida a diferente densidad de plantas a los 17 meses postsiembra (mm)

Table 6. Stem diameter in *Cratylia argentea* at diverse plant densities 17 months after planting (mm)

	Plant population density (plants ha ⁻¹)		
	6,666	10,000	20,000
Initial	15.1 a	14.1 a	13.6 a
Final	18.3 a	17.7 ab	15.1 b
Difference	3.2	3.6	1.5

ab Averages with different literals within the same row show significant differences ($P < 0.05$).

con los cuales *Cratylia argentea* expresó la mayor cantidad de atributos favorables tales como mayores tasas de crecimiento, número de tallos basales, grosor de tallos y altura de planta. La distribución estacional de la biomasa total de *Cratylia argentea* a través del año ocurrió en las siguientes proporciones: 55, 25 y 20 % en las épocas de lluvias, secas y nortes, respectivamente.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Fundación Produce de Veracruz, por el financiamiento otorgado para el desarrollo de la presente investigación.

LITERATURA CITADA

1. Pizarro EA, Ayres CM, Ramos KBA. Introducción y evaluación de leguminosas forrajeras arbustivas en El Cerrado Brasileño. En: Pizarro E, Coradin L editores. Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. Memorias del taller de trabajo sobre *Cratylia*. Brasilia, DF, Brasil. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); 1995.
2. Argel MP, Lascano EC. *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze: una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas subhúmedas tropicales. Pasturas Tropicales 1998;20(1):37-43.
3. Argel MP, Lascano CE. *Cratylia argentea*: una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas subhúmedas tropicales. Gramíneas y Leguminosas Tropicales. Proyecto IP-5 Circular CIAT 1998;2(2):1-7.
4. Argel MP. Evaluación agronómica de *Cratylia argentea* en México y Centroamérica. En: Pizarro E, Coradin L editores. Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. Memorias del taller de trabajo sobre *Cratylia*, Brasilia, DF, Brasil. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) 1996;75-82.
5. Queiroz LP, Coradin L. Biogeografía de *Cratylia* e Áreas prioritarias para coleta. En: Pizarro E, Coradin L editores. Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. Memorias del taller de trabajo sobre *Cratylia*, Brasilia, DF, Brasil. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) 1996;1-28.
6. Sobrinho JM, Nunes RM. Estudos Desenvolvidos Pela Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuaria com *Cratylia argentea*. En: Pizarro E, Coradin L editores. Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. Memorias del taller de trabajo sobre *Cratylia*, Brasilia, DF, Brasil. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) 1996;53-61.
7. Lascano EC. Calidad nutritiva y utilización de *Cratylia argentea*. En: Pizarro E, Coradin L editores. Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. Memorias del taller de trabajo sobre

It can be concluded that based on data obtained in this study, an adequate management of this legume should consider a 20,000 plants ha⁻¹ density and a 120 days cutting frequency. In these conditions, *Cratylia argentea* expressed more favourable attributes, such as higher growth rate, more basal stems, less stem diameter and greater plant height. Seasonal total biomass distribution of *Cratylia argentea* throughout the year was 55, 25 and 20 % for the rainy, dry and nortes season, respectively.

ACKNOWLEDGEMENTS

Our gratitude to Fundación Produce Veracruz A.C., for funding the present study.

End of english version

-
8. Enríquez QJF. Informe final del Proyecto 1726 Colección introducción y evaluación de germoplasma forrajero tropical para el estado de Veracruz. Campo Experimental Papaloapan. Documento de circulación interna SAGAR-INIFAP-CIRGOC. 2000.
 9. CIAT. Centro Internacional de Agricultura Tropical *Cratylia argentea*. Hoja informativa. Red internacional de evaluación de pastos tropicales (México, Centroamérica y el Caribe), RIEPT-MCAC 1996;2(4):1-3.
 10. García, E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 4ª ed. México D.F. 1981.
 11. Lobo MV, Acuña V. Efecto de la edad de rebrote y la altura de corte sobre la productividad de *Cratylia argentea* cv. Veraniega en el trópico subhúmedo de Costa Rica. En: Holman F, Lascano C editores. Sistemas de alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras: Centro Internacional de Agricultura Tropical; Consorcio TropicLeche; International Livestock Research Institute 2001;35-38.
 12. Argel MP, Hidalgo C, González J, Lobo M, Acuña V, Jiménez C. Cultivar veraniega *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze: una leguminosa arbustiva para la ganadería de América Latina tropical. Boletín Técnico. San José Costa Rica. 2001.
 13. Argel MP. *Cratylia argentea*. Red internacional de evaluación de pastos tropicales México Centroamérica y el Caribe (RIEPT-MCAC). [Hoja informativa] 1995;2(3):1-2.
 14. Xavier DF, Carvalho MM, Botrel MA. Curva de crecimiento e acumulacao de proteína bruta da leguminosa *Cratylia floribunda*. Pasturas Tropicales 1990;12(1):35-38.

15. National Research Council. *Leucaena: Promising forage and tree crops for the tropics*. 2nd ed. Washington. DC: National Academy Press; 1984.
16. Mass LB. Evaluación agronómica de *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze en Colombia. En: Pizarro E, Coradin L editores. Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. Memorias del taller de trabajo sobre *Cratylia*, Brasilia, DF, Brasil. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) 1996;62-74.
17. Franco VMH. Efecto de la edad de corte sobre la degradabilidad ruminal *in situ* y la solubilidad de la proteína de *Cratylia argentea*. En: IV Taller Internacional Silvopastoril. "Los arboles y arbustos en la ganadería tropical". Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. 2000 (Tomo 1):105-110.