

Desempeño de bancos forrajeros de *Cratylia argentea* (Desv.) Kuntze, en suelos degradados en el departamento de Casanare*

Alexander Navas Panadero¹ / José Ignacio Daza Cárdenas² / Víctor Montaña Barrera³

Resumen

Las épocas de sequía o lluvias extremas afectan la eficiencia en los sistemas ganaderos, los cuales basan la producción de forrajes en el monocultivo de gramíneas, estas son más vulnerables a las condiciones climáticas extremas, lo que hace necesario buscar alternativas de plantas más resistentes a estas condiciones. Se determinó el desempeño de *Cratylia argentea* en bancos forrajeros, establecidos en suelos degradados con alto uso de agroquímicos, bajo condiciones de bosque húmedo tropical. El estudio se realizó durante un año y se estableció en la finca Matapantano, ubicada en Yopal, Casanare (Colombia), se determinó el efecto sobre las propiedades físico-químicas y macrofauna del suelo, producción de forraje verde y materia seca, relación hoja-tallo, calidad nutricional de la planta completa y fracciones (hoja-tallo). Se utilizó un diseño al azar y el *software* Infostat® para estadística descriptiva y análisis de varianza no paramétrica. Se presentaron incrementos en los contenidos de minerales, materia orgánica, carbono orgánico y macrofauna del suelo, se encontraron diferencias en producción de materia seca de las fracciones de la planta ($p < 0.0001$), en la producción de materia seca entre cortes ($p < 0.0001$) y en la relación hoja-tallo ($p < 0.0001$), el forraje presentó buena calidad nutricional, siendo las hojas la fracción de mejor calidad, *C. argentea* resistió los cambios drásticos en las condiciones climáticas. Se concluye que esta especie, presenta potencial para la recuperación de suelos degradados con intenso uso de agroquímicos, puesto que produce forraje de buena calidad para la suplementación animal en sistemas ganaderos, aun en épocas de sequía.

Palabras claves: edafología, especies arbóreas, forrajes, ganadería, sistemas silvopastoriles

* Artículo resultado de investigación.

1 Médico Veterinario Zootecnista. MSc. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de La Salle.

✉ anavas@unisalle.edu.co <https://orcid.org/0000-0001-8975-2601>

2 Zootecnista. MSc. Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. ✉ jose_daza11@hotmail.com

3 Ingeniero Agrónomo. MSc. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de La Salle. <https://orcid.org/0000-0003-1708-3538>

Cómo citar este artículo: Navas Panadero A, Daza Cárdenas JI, Montaña Barrera V. Desempeño de bancos forrajeros de *Cratylia argentea* (Desv.) Kuntze, en suelos degradados en el departamento de Casanare. Rev Med Vet. 2019;(39):29-42. <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss39.3>

Performance of the *Cratylia argentea* (Desv.) Kuntze Forage Banks in Degraded Soils in the Casanare Province

Abstract

Extreme drought or rainy seasons affect the efficiency in the stockbreeding systems whose forage production is based on the grass monoculture. These species are more vulnerable to the extreme climate conditions, which requires looking for alternative plants with higher resistance to these conditions. This work studied the *Cratylia argentea* performance in forage banks used in degraded soils with high amounts of agrochemicals in areas of tropical rainforest. The study took one year and was conducted in the estate Matapantano, located in Yopal, Casanare (Colombia). The effect on the physical-chemical properties and macrofauna in this soil, the green forage and dry mass production, the leaf-stalk

relationship, the nutritional quality of both fractions (leaf-stalk) and the whole plant were studied. A random design and the software Infostat® were used for the descriptive statistics and the non-parametric variance analysis. The soil showed increases in the contents of minerals, organic mass, organic carbon and macrofauna. Differences were observed in the dry mass production from the plant fractions ($p < 0.0001$), in the dry mass production between cuts ($p < 0.0001$) and in the leaf-stalk relationship ($p < 0.0001$). The forage showed a good nutritional quality and the leaves were the fraction with best quality. *C. argentea* resisted the extreme changes in the climate conditions. It is concluded that the studied species has a good potential for the recovery of degraded soils with intense use of agrochemicals as it produced good quality forage to feed animals in stockbreeding systems, even in the drought season.

Keywords: edaphology, tree species, forages, stockbreeding, silvopasture system

Desempenho de bancos de forragem de *Cratylia argentea* (Desv.) Kuntze, em solos degradados no departamento de Casanare

Resumo

As secas ou chuvas extremas afetam a eficiência dos sistemas pecuários, os quais baseiam a produção de forragem na monocultura de gramíneas, são mais vulneráveis às condições climáticas extremas, o que faz necessário procurar alternativas de plantas mais resistentes a essas condições. O desempenho de *Cratylia argentea* foi determinado em bancos de forragem estabelecidos em solos degradados com alto uso de agroquímicos, em condições de floresta húmida tropical. O estudo foi realizado por um ano na finca Matapantano, localizada em Yopal, Casanare (Colômbia). Determinou-se o efeito nas propriedades físico-químicas e macrofauna do solo, produção de forragem verde e matéria seca, relação folha/ caule, qualidade nutricional da planta completa e frações (folha/caule). Utilizou-se delimitação aleatória e software Infostat® para estatística descritiva e análise de variância não paramétrica. Houve acréscimos nos teores de minerais, matéria orgânica, carbono orgânico e macrofauna do solo, encontraram-se diferenças na produção de matéria seca das frações da planta ($p < 0.0001$), na produção de matéria seca entre os cortes ($p < 0.0001$) e na relação folha-caule ($p < 0.0001$), a forragem apresentou boa qualidade nutricional, sendo as folhas a fração de melhor qualidade, *C. argentea* resistiu às mudanças drásticas nas condições climáticas. Conclui-se que esta espécie apresenta potencial para a recuperação de solos degradados com intenso uso de agroquímicos, uma vez que produz forragem de boa qualidade para a suplementação animal em sistemas pecuários mesmo em épocas de seca.

Palavras-chave: edafologia, espécies arbóreas, forragens, pecuária, sistemas silvipastoris

INTRODUCCIÓN

Las condiciones climáticas que se presentan en algunas épocas del año en los ecosistemas ganaderos afectan negativamente los parámetros productivos y reproductivos, esto ocurre principalmente en las épocas de sequía o lluvias extremas. Los monocultivos de gramíneas son la principal y casi única alternativa de producción de forraje (1), estos son más vulnerables a las condiciones climáticas extremas. Además, el sobrepastoreo y uso de inadecuados sistemas de pastoreo agudizan la problemática (2), pues se degrada el suelo bajo este uso productivo.

El departamento de Casanare destina 3.6 millones de hectáreas a la actividad ganadera, área en la cual la mayoría de los sistemas presentan bajo nivel tecnológico, esto se refleja en ineficiencias productivas y reproductivas. Las fincas presentan una capacidad de carga inferior al promedio nacional (0.5 UA/ha), bajo desempeño reproductivo (tasa de natalidad 44 %), baja ganancia de peso (200 g/día) y elevada edad al sacrificio (37 a 42 meses), lo que afecta la rentabilidad de estos sistemas de producción (3).

En la actualidad se buscan nuevas formas o prácticas que permitan adaptar los sistemas de producción a la variabilidad climática. Los sistemas agroforestales tienen efectos positivos en la recuperación de áreas ganaderas degradadas, gracias al reciclaje de nutrientes (4), la conservación de agua y el restablecimiento de las propiedades biológicas del suelo, mediante el enriquecimiento de la materia orgánica y otros procesos (5).

Las especies arbóreas y arbustivas forrajeras han demostrado también mayor resistencia a las condiciones climáticas extremas, haciendo aportes importantes de forraje y frutos, durante el año y principalmente en los periodos críticos (6). Las especies leñosas forrajeras, se caracterizan por presentar altos contenidos de proteína cruda (PC) y minerales que permiten mejorar la eficiencia de los animales (7).

Cratylia (*Cratylia argentea*) es una especie arbustiva que presenta buena adaptación a condiciones de suelos áci-

dos (8, 9), resiste épocas secas, aun produciendo forraje de buena calidad que puede ser utilizado en la alimentación de especies rumiantes (9). Se han encontrado niveles de proteína cruda (PC) superiores a 20 % (10, 11), condición nutricional ideal para suplementar animales en ecosistemas de bosque húmedo tropical, donde las especies de gramíneas presentan bajos contenidos de este nutriente, en consecuencia, *Cratylia* permite incrementar la producción y calidad de la leche (10) y puede ser conservada a través de ensilaje para suministrar en épocas críticas (12).

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el comportamiento productivo de *C. argentea*, en suelos degradados con alta aplicación de agroquímicos, en ecosistemas de bosque húmedo tropical

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

La investigación se desarrolló en el Centro de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias “Hacienda San José Matapantano” de la Universidad de La Salle, ubicado en el municipio de El Yopal, departamento de Casanare. El Centro se encuentra a una altura de 248 msnm, con precipitación promedio anual de 2300 mm, temperatura media anual de 27°C y humedad relativa de 87 %.

Establecimiento

El banco forrajero se estableció en un suelo entisol, que llevaba dos años destinado a la evaluación de agroquímicos (herbicidas, plaguicidas y fungicidas) en diferentes cultivos. Se estableció un ensayo con parcelas *Cratylia argentea* (Desv.) Kuntze, cada una de ellas de 225 m², separadas por un callejón de 1.5 m de ancho.

El estudio tuvo una duración de 14 meses, distribuidos en seis meses de establecimiento y ocho meses de evaluación. Las plantas tuvieron una fase de vivero de dos meses, posteriormente se llevaron a campo (cuatro meses). El trasplante se realizó ahoyando; y se aplicaron 50 g

de micorrizas por sitio. La siembra se realizó a una distancia de 1 m x 1 m. Cuatro meses después del trasplante, se hizo un corte de uniformización de las plantas a 0.80 m del suelo, y transcurrido un periodo de rebrote de 45 días se iniciaron los muestreos.

VARIABLES EVALUADAS

Para determinar el efecto de la especie arbórea sobre el suelo, se tomaron muestras al inicio y al final de la evaluación (con un intervalo de 14 meses entre ellas). Se tomó una muestra compuesta de suelo, del lote experimental; se recorrió el área en zigzag y se tomaron submuestras al azar (15), con barreno a una profundidad de 40 cm. Luego, se homogenizó el suelo y se tomó una muestra de 1000 g. Siguiendo la misma metodología, se tomó la muestra final del suelo de cada parcela (cinco submuestras por parcela), y se mezcló formando una muestra compuesta (1000 g), cuyos puntos de muestreo se seleccionaron al azar y las submuestras se tomaron entre dos arbustos. Las muestras se llevaron al laboratorio para el análisis físicoquímico de potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), fósforo (P), manganeso (Mn) (espectrofotometría), cloruros (volumetría), materia orgánica (MO) (cálculo), carbono orgánico (CO), amonio (NH₄) y nitrato (NO₃) (colorimetría). Además, se tomaron muestras de macrofauna con cajuelas de 40×40×30 cm, al inicio del trabajo en el lote experimental (tres cajuelas), mediante un transepto donde los puntos de muestreo fueron seleccionados al azar y al final en cada una de las parcelas (una cajuela por parcela), estableciendo la cajuela entre dos plantas, donde se determinó familia y número de individuos por 1 m², como indicadores de la salud del suelo. Para esto, se tomó el suelo presente en la cajuela, se colocó sobre un plástico y se tamizó, determinando manualmente la presencia de termitas (*Insecta: Blattodea: Termitidae*), lombrices (*Annelida: Haplotaxida: Lumbricidae*), cienpiés (*Chilopoda*) y escarabajos (*Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae*).

La producción de forraje verde de la planta completa y sus fracciones (hojas y tallos) se determinó mediante

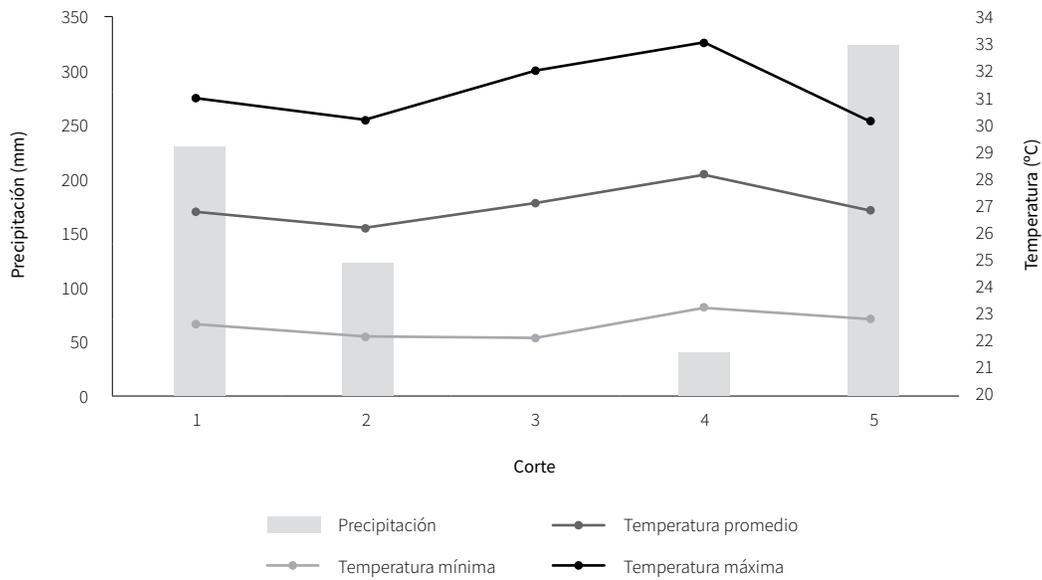
la cosecha de 10 arbustos por parcela, seleccionados al azar (se realizaron cinco cortes cada 45 días). Se cortaron a 0.8 m del suelo y se pesó cada individuo por separado. Luego se fraccionó y se pesó cada una de sus partes (hojas y tallos), lo que sirvió para determinar la proporción y la relación de biomasa entre las fracciones (hoja-tallo). La calidad nutricional se determinó a través de muestras de 200 g de forraje verde de la planta completa (conformada por ramas de las plantas) y 200 g de cada fracción (hojas y tallos). Estas fueron llevadas al laboratorio de nutrición, en el cual se determinó Proteína Cruda (PC; Kjeldahl), Materia Seca (MS; Gravimétrica), Fibra en Detergente Neutro y Ácido (FDN y FDA; Van Soest), Digestibilidad *in-vitro* de la Materia Seca (DIVMS; Tilley and Terry) y energía metabolizable (EM; AOAC). Los datos de las variables climáticas fueron tomados mediante una estación climática (Weather-Link®). Se utilizó un diseño completamente al azar y se realizó estadística descriptiva para las variables de suelo y análisis de varianza no paramétrica (prueba de Kruskal Wallis) para producción de forraje y relación hoja-tallo. El análisis de los datos se realizó mediante el programa Infostat®.

COMPORTAMIENTO CLIMÁTICO

Se presentaron cambios en algunas de las variables climáticas que determinan la producción de forraje, afectando posiblemente el comportamiento de los bancos forrajeros de *C. argentea*. Se presentaron dos épocas de lluvias, cortes con mayor precipitación (1, 2 y 5) y con menor precipitación (3 y 4), igualmente la época de baja precipitación presentó mayor temperatura (Figura 1).

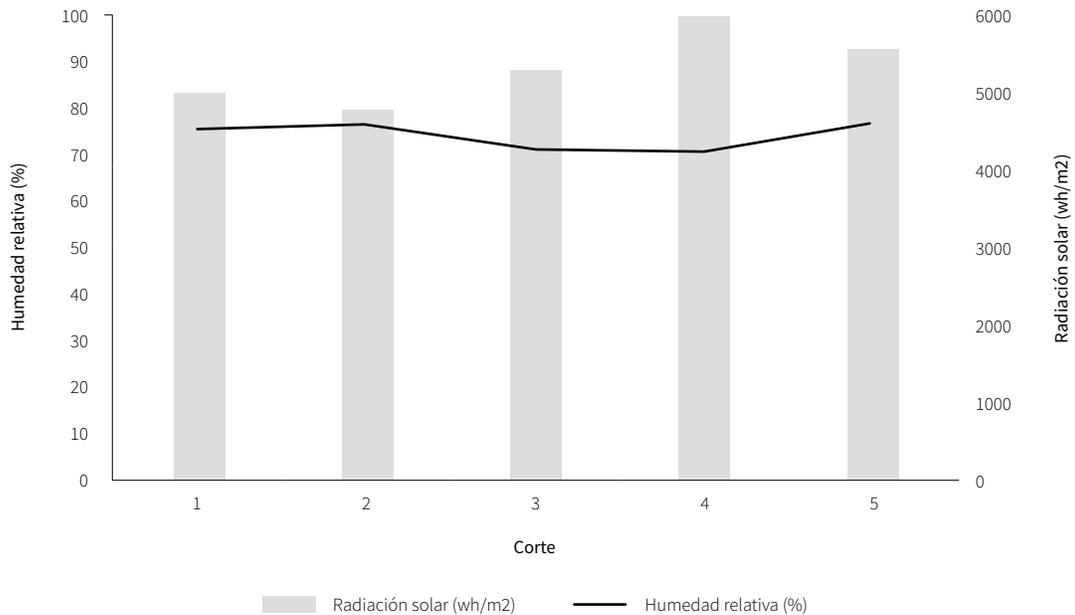
El comportamiento de la humedad relativa y la radiación solar fueron relativamente constantes, aunque se observa un leve incremento en la radiación solar en los dos últimos cortes (Figura 2). Las condiciones climáticas previas a los cortes 1, 2 y 5 fueron más favorables, lo que pudo afectar positivamente la producción de forraje y relación hoja-tallo.

Figura 1. Comportamiento de la precipitación y las temperaturas (máxima, media y mínima), durante la evaluación de bancos forrajeros de *Cratylia argentea*, en Casanare.



Fuente: elaboración propia

Figura 2. Comportamiento de la humedad relativa y la radiación solar, durante la evaluación de bancos forrajeros de *Cratylia argentea*, en Casanare.



Fuente: elaboración propia

RESULTADOS

Composición química del suelo

Se presentó un incremento en los contenidos de la mayoría de minerales en el suelo, materia orgánica (MO) y carbono orgánico (CO), con relación a la condición inicial (Tabla 1), mostrando un efecto positivo de *C. argentea*, sobre la recuperación de suelos degradados bajo intenso uso de agroquímicos.

Macrofauna

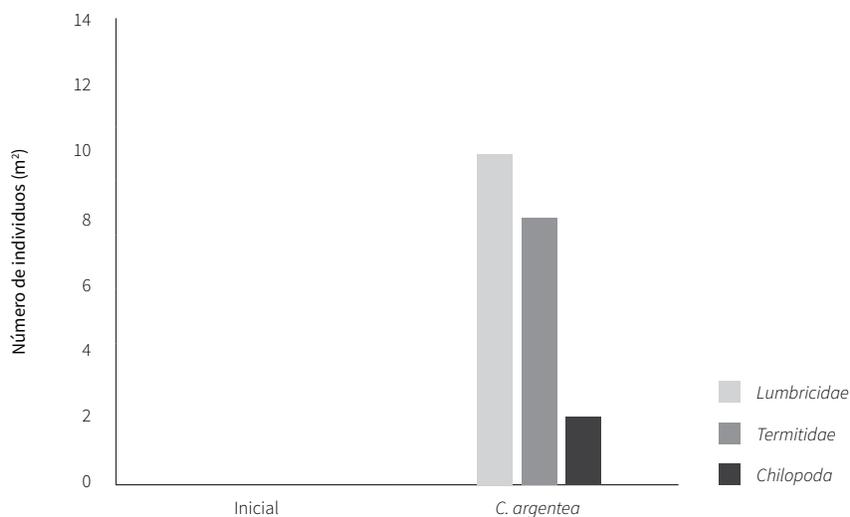
Se presentó un incremento en la macrofauna del suelo, respecto a la condición inicial, en la cual no se observó ningún tipo de organismo. El establecimiento de bancos forrajeros con *C. argentea* en alta densidad contribuyó en un corto tiempo a recuperar algunas características biológicas del suelo (Figura 3). Se identificaron individuos de tres especies (*Lumbridae*, *Termitidae*, y *Chilopoda*), los cuales son bioindicadores del estado de salud de los suelos.

Tabla 1. Variación en el contenido de K, Ca, Mg, P, NH₄, NO₃, MO, CO, Mn y cloruros del suelo antes (inicial) y después de 16 meses de haber sido plantado un banco de *Cratylia argentea*, en el departamento de Casanare.

Tratamiento	K	Ca	Mg	P	NH ₄	NO ₃	MO	CO	Mn	Cloruros
	(meq/100 cc)			(ppm)			(%)		(meq/L)	
Inicial	022	2.39	0.88	5	7	30	2.36	1.37	13	0.52
<i>C. argentea</i>	0.25	2.67	1.62	4	2	20	2.98	1.73	14	0.44

Fuente: elaboración propia

Figura 3. Abundancia de macrofauna (en número de individuos) en el suelo de bancos forrajeros de *Cratylia argentea*, incluyendo un control que refleja la condición inicial del suelo.



Fuente: elaboración propia

Producción de forraje verde y materia seca

El banco forrajero de *C. argentea*, presentó una producción de forraje verde (FV) promedio por corte de 5.2 t/ha/corte y de materia seca (MS) de 1.6 t/ha/corte, lo que corresponde a 41.8 t/ha/año y 12.7 t/ha/año de FV y MS respectivamente. Se encontraron diferencias estadísticas ($p=0.0001$) en la producción de MS, siendo mayor la producción de las hojas (Tabla 2).

La Tabla 3 muestra el comportamiento de la planta completa y sus fracciones en cada corte, se presentaron diferencias en la producción de FV ($p < 0.001$) y MS ($p < 0.001$), se observó menor producción de forraje en los cortes 3 y 4, que correspondieron a los periodos de menor precipitación. Para estos cortes se observó una reducción en la producción de la planta completa, y de manera proporcional en la producción de ambas fracciones de la planta, a pesar de este comportamiento explicado posiblemente por fuerte restricción hídrica, se encontró que esta especie produce biomasa forrajera, aun bajo esta condición.

La calidad nutricional de *C. argentea*, bajo manejo de bancos forrajeros en sistema de corte y acarreo, se puede considerar aceptable. La planta completa presentó altos niveles de PC, aceptable DIVMS y FDN, mientras que la FDA presentó niveles altos. Las hojas son la fracción de la planta que tiene mayores contenidos nutricionales, mejor porcentaje de PC, DIVMS y EM y menores contenidos de FDN y FDA, con relación a la planta completa y los tallos (Tabla 4).

La relación promedio hoja-tallo encontrada en este estudio fue de 2.9:1; se presentaron diferencias estadísticas entre cortes ($p < 0.0001$), debido posiblemente a las condiciones climáticas, pero se observa que esta relación no cambia drásticamente (Tabla 5), lo que puede indicar que, a pesar de bajar la producción de forraje en épocas de menor precipitación o periodos de sequía, el porcentaje de hojas con relación a los tallos se mantiene, favoreciendo la biomasa comestible.

Tabla 2. Producción promedio por corte de biomasa de la planta completa, en forraje verde-FV y materia seca-MS (t/ha/corte), de *Cratylia argentea* en bancos forrajeros, en el departamento de Casanare.

Fracción de la planta	Producción de FV t/ha/corte	MS %	Producción de MS t/ha/corte
Planta completa	5.16	30.2	1.57
Hojas	3.73	29.6	1.15
Tallos	1.43	32.8	0.45
$p <$	0.0001		0.0001

Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Producción de biomasa de la planta completa y de cada fracción (hoja, tallo), en forraje verde-FV y materia seca-MS (t/ha/corte), de *Cratylia argentea* en bancos forrajeros, en el departamento de Casanare, durante cinco cortes.

	Corte	Fracción de la planta		
		Planta completa	Hojas	Tallos
Producción de FV (t/ha/corte)	1	6.05	4.20	1.85
	2	4.53	3.29	1.25
	3	3.34	2.22	1.14
	4	1.80	1.30	0.51
	5	10.05	7.65	2.41
	$p <$	0.0001	0.0001	0.0001
Producción de MS (t/ha/corte)	1	1.68	1.06	0.54
	2	1.37	1.09	0.42
	3	1.09	0.69	0.40
	4	0.50	0.33	0.16
	5	3.22	2.60	0.75
	$p <$	0.0001	0.0001	0.0001

*Precipitación: corte 1 = 230 mm; corte 2 = 121 mm; corte 3 = 0 mm; corte 4 = 39 mm; corte 5 = 323 mm

Fuente: elaboración propia

Tabla 4. Calidad nutricional de la planta completa y de cada fracción (hoja, tallo), de *Cratylia argentea* en bancos forrajeros, en el departamento de Casanare.

Fracción de la planta	MS* (%)	PC** (%)	DIVMS*** (%)	EM**** (kcal)	FDN***** (%)	FDA***** (%)
Planta completa	30	15.5	50.8	1898	70.3	50.5
Hojas	30	17.5	53.2	2021	72.4	45.6
Tallos	33	11.5	41.6	1518	82.8	65.5

Nota: * = MS: Materia seca; ** = PC: Proteína cruda; *** = DIVMS: Digestibilidad in vitro de la materia seca; **** = EM: Energía metabolizable; ***** = FDN: Fibra detergente neutra; ***** = FDA: Fibra detergente ácida.

Fuente: elaboración propia

Tabla 5. Porcentaje de cada fracción de la planta y relación hoja-tallo, de plantas de *Cratylia argentea* en bancos forrajeros, en el departamento de Casanare, durante cinco cortes).

Corte	Fracción de la planta		Relación hoja-tallo
	Hojas (%)	Tallos (%)	
1	71	29	2.6: 1
2	74	26	3.0: 1
3	66	34	2.1: 1
4	73	27	2.9: 1
5	77	23	3.7: 1
<i>p</i> <	0.0001	0.0001	0.0001
Promedio	72	28	2.9: 1

Nota: *Precipitación: corte 1 = 230 mm; corte 2 = 121 mm; corte 3 = 0 mm; corte 4 = 39 mm; corte 5 = 323 mm

Fuente: elaboración propia

DISCUSIÓN

El suelo es la base de la producción de forraje, en sistemas ganaderos se presenta pérdida de este recurso por prácticas o tecnologías que afectan las propiedades físicas, químicas y biológicas. El pastoreo continuo o extensivo, monocultivo de gramíneas, quemadas calendarizadas, algunos desparasitantes (Ivermectinas) y agroquímicos, afectan negativamente las relaciones y dinámicas que ayudan al reciclaje de nutrientes, la producción de forraje y la capacidad de soportar eventos climáticos extremos.

La producción ganadera convencional fomenta el uso de monocultivos de gramíneas con baja o nula cobertura arbórea que afecta la producción animal (1, 13), además genera problemas de compactación y degradación del suelo (14), en parte causados por el uso extensivo y sobrepastoreo (2).

El establecimiento de bancos forrajeros en alta densidad con *C. argentea* contribuyó a mejorar las propiedades químicas, físicas y biológicas de un suelo degradado, afectado por el indiscriminado uso de agroquímicos. La utilización de especies arbóreas incrementa los nutrientes en el suelo mediante el reciclaje de estos y los aportes de materia orgánica (22, 14). Igualmente, el estableci-

miento de sistemas silvopastoriles en áreas de pasturas convencionales ha permitido una rápida respuesta (menor a cinco años) en el incremento de las propiedades biológicas del suelo (16), las cuales ayudan a mejorar los procesos que permiten su sostenibilidad (17). Esto puede explicar el incremento en la MO, CO y minerales en el suelo con la introducción de los bancos forrajeros, además de la aparición de macrofauna en el corto tiempo, lo que concuerda con lo mencionado por (17, 14), quienes encontraron mayor abundancia de macrofauna en el suelo con la introducción de árboles forrajeros.

La producción de biomasa comestible de las especies arbóreas forrajeras está determinada por múltiples factores (condiciones climáticas, densidad de siembra, tiempo de recuperación, altura de corte, fertilización, etc.). Los sistemas silvopastoriles tienen la capacidad de ofrecer alimento de buena calidad a lo largo del año (18, 7), lo que se evidenció en este trabajo, a pesar de las condiciones iniciales de suelo y los cambios drásticos en la precipitación durante el estudio.

La producción de FV al año (41.7 t/ha/año), encontrada en este estudio fue mayor a la reportada por Buena y Fuentes (19), y López y Briceño (20), quienes mencionan para la misma edad de corte, una producción de 34.2 t/ha/año y 33.1 t/ha/año (respectivamente), pero

Buena y Fuentes (19) encontraron mayor producción (59.2 t/ha/año), cuando los cortes se realizaron a los 112 días de rebrote y con mayor densidad de siembra, esto puede explicar el incremento de biomasa.

La producción de MS al año encontrada por López y Briceño (20) y Gutiérrez (9) fue menor a la reportada en este estudio (6.4 t/ha/año y 7.3 – 9.8 t/ha/año respectivamente), mientras que Santana y Medina (21) encontraron menor producción de MS por corte (1.2 t/ha/corte), por el contrario, Plazas y Lascano (22) reportan mayor producción de MS (2.0 t/ha/corte), lo que posiblemente se puede explicar por el mayor tiempo de recuperación de las plantas. Suárez, Carulla y Velásquez (23) y Valles, Castillo, Jarillo, Ocaña y Alonso (24), también encontraron mayor producción que la mencionada en este trabajo, aun en periodos secos (2.3 – 3.0 época lluviosa y 3.2 – 4.0 época seca), lo que se puede explicar posiblemente por el mayor tiempo de recuperación de las plantas (84 días, 60 días) y la mejor calidad del suelo donde se realizaron estos estudios.

El comportamiento de las variables climáticas afecta el desempeño de las especies forrajeras, (22) mencionan cambios importantes en la producción de MS durante el año. Encontraron mayor producción en la época de alta precipitación (3.3 t/ha/corte), en relación a lo encontrado en este estudio (1.1 t/ha/corte), mientras que la producción en la época seca fue de 0.6 t/ha/corte, inferior a la encontrada en este estudio (0.8 t/ha/corte), la diferencia en el periodo de lluvias puede explicarse por el mayor tiempo de recuperación de las plantas con relación a este trabajo.

Las épocas críticas de producción de forraje en los ecosistemas, están íntimamente relacionadas con la precipitación: excesos o deficiencias de agua pueden afectar negativamente la producción; Valles, Castillo, Ocaña y Jarillo (25) encontraron mayor producción de MS en la época seca que la mencionada en este trabajo (1.6 t/ha/corte y 0.8 t/ha/corte), mientras que en la época de lluvias la producción fue menor (1.3 t/ha/corte y 2.1 t/ha/corte). Esto se puede explicar posiblemente por la cantidad de lluvia acumulada durante los periodos de re-

cuperación de las plantas, en el trabajo de Valles et al. (25) posiblemente se encontraron excesos de agua en la época de lluvias y en la época seca, la cantidad de lluvia necesaria para una adecuada recuperación de los arbustos, a diferencia de las condiciones que se presentaron en este estudio, en el que la cantidad de agua favoreció el desarrollo de las plantas en la época de mayor precipitación, a diferencia de la época de menor lluvia, en la que este recurso fue limitado para las plantas. Esta información permite mostrar que el comportamiento de la producción de forraje de *C. argentea*, puede ser distinto en diferentes ecosistemas.

La calidad nutricional de las especies forrajeras está relacionada con el tiempo o edad de rebrote, aunque existen otros factores como la calidad del suelo, fertilización y condiciones climáticas, que también pueden afectarla. Comúnmente la edad de rebrote es un criterio de manejo para la cosecha de los forrajes, algunos trabajos han demostrado que después de la edad óptima, de no ser cosechado el forraje, este pierde calidad nutricional, aunque en las especies arbóreas y arbustivas forrajeras esta pérdida no es tan rápida como en las especies gramíneas, lo que permite flexibilidad en el manejo del componente leñoso perenne.

En agroecosistemas de trópico bajo la PC es un nutriente presente en bajo porcentaje en especies gramíneas, motivo por el cual *C. argentea*, tiene potencial para ser utilizada en suplementación animal. Los bancos forrajeros evaluados por Correa y Niño (27), Castillo et al. (26), Santana y Medina (21), Flores. Bolívar, Botero, Ibrahim (28), Laguna (10), Gutiérrez 9, Reyes, Pasquier y Rojas (29), encontraron en la planta completa niveles de PC, superiores a los encontrados en este trabajo (19.3 %, 19.1 %, 19.5 %, 23.8 %, 20.6 %, 22.4 % y 20.9 % respectivamente), mientras que Suárez et al. (23) reportan contenidos de PC similares (15 %), lo que muestra alta variabilidad en los contenidos de este nutriente, esto se puede explicar posiblemente por las condiciones agroecológicas y las prácticas de manejo como fertilización que recibieron los bancos en los estudios que encontraron mayor contenido de PC. En todos los casos *C. argentea* presentó alto contenido de PC, lo que muestra

la versatilidad de esta especie ante diferentes prácticas de manejo y condiciones agroecológicas.

La fracción de la planta también presenta diferencias en los contenidos de PC, siendo las hojas la fracción de mayor calidad nutricional, Crespo, Rodríguez, Valencia, Randel (30), obtuvieron menor porcentaje de PC en hojas y en tallos que las encontradas en este trabajo (16.6 % y 6.8 % respectivamente), mientras que Valles et al. (24), encontraron contenidos superiores en ambas fracciones (20 % en hojas y 16.2 % en tallos), López y Briceño (20) reportan contenidos similares en las hojas (17.4 %) a los encontrados en este estudio. Este comportamiento se puede atribuir a lo mencionado para la planta completa.

La DIVMS encontrada por Santana y Medina (21), Reyes y Pasquier (9) fue mayor (63 % y 61.1 % respectivamente), mientras que la reportada por Flores et al. (28), y Giraldo (2) fue similar (51.9 % y 53.1 % respectivamente) a la encontrada en este estudio. Mayor porcentaje de digestibilidad permite un mejor aprovechamiento de los nutrientes contenidos en el forraje, lo que se ve reflejado en el desempeño de los animales.

Los contenidos elevados de FDN y FDA, pueden afectar negativamente el consumo voluntario, el aporte de energía y la digestibilidad; los contenidos de fibra se incrementan con la edad avanzada de los forrajes. La FDN encontrada en la planta completa por Correa y Niño (27), Reyes et al. (29), Flores et al. (28), Castillo et al. (26), Gutiérrez (9), Rodríguez et al. (11), López y Briceño (20), fue menor a la mencionada en este trabajo (67.4 %, 50.4 %, 60.1 %, 61.1 %, 54.7 %, 61.8 % y 57 % respectivamente), mientras que (23), encontraron mayor FDN (75.5 %). Los contenidos de FDA en los trabajos de Correa y Niño (27), Castillo et al. (26), Flores et al. (29), Gutiérrez (9), fueron menores a los encontrados en este estudio (42.4 %, 42.2 %, 34.8 % y 31.6 % respectivamente), mientras que Suárez et al. (23) reportan porcentajes mayores para dos sitios diferentes (54.7 % y 60.3 %).

La FDN y FDA, también varían en las fracciones de la planta, siendo las hojas la fracción con menores con-

tenidos. Crespo et al. (30), Valles et al. (24) reportan menores contenidos FDN en hojas (57.2 %, 57.1 % respectivamente) y tallos (63.4 %, 65.2 % respectivamente), a los encontrados en este estudio. El mismo comportamiento encontraron los autores mencionados para la FDA de las hojas (43.8 % y 36.8 % respectivamente) y de los tallos (54.1 % y 47.5 % respectivamente), en relación con lo reportado en este trabajo.

La relación hoja-tallo es importante en las especies forrajeras, ya que las hojas son la fracción de la planta que presenta mayor calidad nutricional. El trabajo realizado por Plazas y Lascano (22), encontró una relación hoja-tallo de 2:1 para *C. argentea*, mientras que Suárez et al. (23) reportan una relación 1.7:1 y 1.43:1 para dos lugares diferentes, igualmente, Crespo et al. (30) encontraron una relación de 1.3:1, todas inferiores a la mencionada en este estudio (2.9:1), esto se puede explicar posiblemente por el tiempo de rebrote de las plantas, que en los trabajos realizados por estos autores fue mayor (70, 84 y 134 días), fenológicamente, la planta a mayor edad de rebrote puede incrementar la producción o peso de los tallos, además dependiendo las condiciones climáticas (temperatura y precipitación), la planta a mayor edad de rebrote, posiblemente puede eliminar parte de sus hojas para reducir el estrés hídrico. En este trabajo no se presentaron grandes diferencias entre épocas de mayor precipitación y menor precipitación (3.1:1 y 2.5:1 respectivamente), el comportamiento posiblemente puede variar en diferentes ecosistemas según las condiciones climáticas, las cuales pueden afectar la producción de las fracciones de la planta, Castillo et al. (26), mencionan una producción similar de hojas y de tallos, a diferencia de lo encontrado en este estudio, en el que fue mayor la producción de hojas.

CONCLUSIONES

Cratylia argentea, presentó buen comportamiento en producción y calidad de forraje en suelos degradados y con alto uso de agroquímicos, bajo condiciones de bosque húmedo tropical. Además, mostró tener resistencia a diferentes condiciones de precipitación, soportando

las épocas de sequía, lo que le confiere propiedades que le permiten ser utilizada en sistemas estratégicos de suplementación animal o en otras estrategias de alimentación. Adicionalmente, esta especie contribuye a mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por la Universidad de La Salle, en el marco del proyecto: “Evaluación de especies arbustivas forrajeras con potencial para el diseño de estrategias de adaptación de los sistemas de producción ganadera al cambio climático, en ecosistemas de bosque húmedo tropical”.

REFERENCIAS

- Rivera L, Armbrecht I, Calle Z. Silvopastoral systems and ant diversity conservation in a cattle-dominated landscape of the Colombian Andes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2013; 181: 188–94.
- Giraldo O. Seguridad alimentaria y producción pecuaria campesina: el caso de la localidad rural de sumapaz. *Revista Luna Azul*. 2008; 27: 49–59. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n27/n27a03.pdf>
- Fedegan – FNG. Bases para la formulación del plan de acción 2014 – 2018 para el mejoramiento de la ganadería del departamento del Casanare. *Foro Ganadería Regional Visión 1024 – 2018 Casanare*. 2014, 69 p. Recuperado de <https://estadisticas.fedegan.org.co/DOC/download.jsp?pRealName=1..PlanCasanareFINAL.pdf&iIdFiles=646>
- Nahed J, Sanchez B, Mena Y, Ruiz J, Aguilar R, Castel J, Ruiz F, Orantes M, Manzur A, Cruz J, Delgadillo C. Feasibility of converting agrosilvopastoral systems of dairy cattle to the organic production model in southeastern Mexico. *Journal of Cleaner Production*. 2013; 43: 136-45. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.019>
- Seddaiu G, Porcu G, Ledda L, Roggero P, Agnelli A, Corti G. Soil organic matter content and composition as influenced by soil management in a semi-arid Mediterranean agro-silvo-pastoral system. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2013; 167: 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.01.002>
- Esquivel H. *Tree resources in traditional silvopastoral systems and their impact on productivity and nutritive value of pastures in the dry tropics of Costa Rica* [tesis doctoral]. San José: CATIE; 2007.
- Pérez N. *Rasgos funcionales nutricionales de especies leñosas en sistemas silvopastoriles y su contribución a la sostenibilidad de la ganadería bovina en la época seca en el departamento de Rivas* (tesis de maestría). San José: CATIE; 2011.
- Peters M, Franco L, Schmidt A, Hincapié B. Especies forrajeras multipropósito opciones para productores del Trópico Americano. 2010: 120-121. Recuperado de <https://hdl.handle.net/10568/54681>
- Gutiérrez J. *Evaluación de germoplasma forrajero con uso potencial en el enclave subxerofítico del Patía, Cauca, Colombia*. (tesis de maestría). Palmira: Universidad Nacional de Colombia; 2018. Recuperado de http://bdigital.unal.edu.co/70612/5/2018-Jhon_Freddy_Gutierrez_Solis.pdf
- Laguna J. Árboles forrajeros, alternativas proteicas para mejorar la producción y calidad de la leche en bovinos doble propósito, departamento de Matagalpa, Nicaragua, 2009-2011. *Revista Científica Tecnológica*. 2018; 1(2): 29-36. Recuperado de <https://revistarecientec.unan.edu.ni/index.php/recientec/article/view/10/29>
- Rodríguez A, Crespo M, Randel P. Effect of the physical form of tropical legumes *Cratylia argentea* (Desv.) Kuntza, *Calliandra calothyrsus* Meisn. and *Leucaena leucocephala* (Lam. De Wit) on selective consumption by lambs. *J. Agric. Univ. P.R.* 2015; 99(2): 179-186. Recuperado de <https://revistas.upr.edu/index.php/jaupr/article/viewFile/3033/2577>
- Roa M, Galeano J. Calidad nutricional y digestibilidad *in situ* de ensilajes de cuatro leñosas forrajeras. *Pastos y forrajes*. 2015; 38(4): 431-440. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v38n4/pyf07415.pdf>
- Mauricio R. Comment to “Pasture shade and farm management effects on cow productivity in the tropics” by Justin A.W. Ainsworth, Stein R. Moe, C. Skarpe [Agric.

- Ecosyst. Environ. 155 (2012) 105–110]. Agriculture, Ecosystems and Environment. 2012; 161: 78–79. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.agee.2012.07.012>
14. Rousseau L, Fonte S, Téllez O, Van der R, Lavelle P. Soil macrofauna as indicators of soil quality and land use impacts in smallholder agroecosystems of western Nicaragua. *Ecological Indicators*. 2013; 27: 71–82. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.ecoind.2012.11.020>
 15. Vallejo V, Roldán F, Arbeli Z, Terán W, Lorenz N, Dick R. Effect of land management and *Prosopis juliflora* (Sw.) DC trees on soil microbial community and enzymatic activities in silvopastoral systems of Colombia. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2012; 150: 139–148. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.agee.2012.01.022>
 16. Vallejo V. Importancia y utilidad de la evaluación de la calidad de suelos mediante el componente microbiano: experiencias en sistemas silvopastoriles. *Colombia Forestal*. 2013; 16(1): 83 – 99. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v16n1/v16n1a06.pdf>
 17. Sánchez S, Crespo G, Hernández M, García Y. Acumulación y descomposición de la hojarasca en un pastizal de *Panicum maximum* Jacq. y en un sistema silvopastoril de *P. maximum* y *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. *Zootecnia Tropical*. 2008; 26(3): 269–273. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/01bb/b3957216cd0775c4ba5c97f56f2381c596ae.pdf>
 18. Murgueitio E, Calle Z, Uribe F, Calle A, Solorio B. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecol Manag.* 2011; 261: 1654–1663. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.09.027>
 19. Buena L, Fuentes H. *Producción de Cratylia argentea bajo diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte en el trópico seco de Managua, Nicaragua* (tesis para optar a título de ingeniero agrónomo zootecnista). Managua: Universidad Nacional Agraria; 2004. Recuperado de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=NI2006005247>
 20. López M, Briceño E. Efecto de la frecuencia de corte y la precipitación en el rendimiento de *Cratylia argentea* orgánica. *Nutrición Animal Tropical*. 2016; 10(1): 24–44. Recuperado de <https://doi.org/10.15517/nat.v10i1.24703>
 21. Santana O, Medina M. Producción de materia seca y calidad forrajera de *Cratylia argentea* (desv.) O. Kuntze bajo tres alturas y edades de corte en bosque húmedo tropical. *Livestock Research for Rural Development*. 2005; 17(10). Recuperado de <http://www.lrrd.org/lrrd17/10/sant17116.htm>
 22. Plazas B, Lascano C. Utilidad de *Cratylia argentea* en ganaderías de doble propósito del Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia. *Pasturas Tropicales*. 2005; 27(2): 65–72. Recuperado de http://www.tropicalgrasslands.info/public/journals/4/Elements/DOCUMENTS/2005-vol27-rev1-2-3/Vol_27_rev2_05_Completa.pdf#page=67
 23. Suárez C, Carulla E, Velásquez J. Composición química y digestibilidad in vitro de algunas especies arbóreas establecidas en el piedemonte Amazónico. *Zootecnia Tropical*, 2008; 26(3): 231–234. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/262699832_Composicion_quimica_y_digestibilidad_in_vitro_de_algunas_especies_arboreas_establecidas_en_el_piedemonte_Amazonico
 24. Valles B, Castillo E, Jarillo J, Ocaña E, Alonso M. Development of Tropical Forages in Veracruz, Mexico: Agronomic Approach for the New Forage Legume *Cratylia argentea*. *New Perspectives in Forage Crops*. 2018: 51–67. Recuperado de <https://doi.org/10.5772/intechopen.69617>
 25. Valles B, Castillo E, Ocaña E, Jarillo J. *Cratylia argentea*: un arbusto forrajero potencial en sistemas silvopastoriles: Rendimiento y calidad de accesiones según las edades de rebrote y estaciones climáticas. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 2014; 20(2): 277–293. Recuperado de <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2013.11.040>
 26. Castillo E, Estrada G, Valles B, Castelán A, Ocaña E, Jarillo J. Rendimiento total de materia seca y calidad nutritiva de hojas y tallos jóvenes de cuatro accesiones de *Cratylia argentea* en el trópico húmedo de Veracruz, México. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 2013; 17(1): 79–93. Recuperado de <http://www.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2013/enero/4.pdf>

27. Correa T, Niño S. *Evaluación de la calidad nutricional de Cratylia argentea sometida a diferentes métodos de conservación, en el piedemonte llanero* (tesis para optar por el título de Zootecnista). Bogotá: Universidad de la Salle; 2010. Recuperado de <https://docplayer.es/13269756-Yira-tatiana-correa-pinzon-sergio-nino-marino-marino.html>
28. Flores O, Bolívar D, Botero J, Ibrahim M. Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajera para la suplementación de rumiantes en el trópico. *Livestock Research for Rural Development*. 1998; 10(1). <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/lrrd/lrrd10/1/cati101.htm>
29. Reyes N, Pasquier F, Rojas M. Efecto de densidades de siembra y alturas de corte sobre la producción de biomasa y composición química de *Cratylia argentea*. *La Calera*. 2008; 8(11): 11-18. Recuperado de <https://lcalera.una.edu.ni/index.php/CALERA/article/view/118>
30. Crespo M, Rodríguez A, Valencia E, Randel P. Características agronómicas y composición química de tres leguminosas arbustivas: *Cratylia argentea* (desv.) Kuntze, *Calliandra calothyrsus* Meisn y *Leucaena leucocephala* (LAM.) de Wit. *J. Agric. Univ. PR*. 2011; 95(1-2): 99-104. Recuperado de <https://revistas.upr.edu/index.php/jaupr/article/view/2552?articlesBySameAuthorPage=7>