

Rendimiento de biomasa y composición bromatológica de la *Moringa oleífera* [Lam] según frecuencia de corte y altura de poda, en Chaparral Tolima

Biomass yield and bromatological composition of *Moringa oleifera* [Lam] according to cutting frequency and pruning height, in Chaparral Tolima

José E. Ramírez,¹ Nelson Pérez Almario²; Jairo Mora-Delgado³

¹ Zootecnista, Esp. Docente-Investigador Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cundinamarca, Girardot, Colombia; ²Zootecnista.MSc, Investigador Agrosavia- Nataima, Espinal, Tolima, Colombia; ³ Zootecnista. Profesor Titular, Grupo de Investigación Sistemas Agroforestales Pecuarios, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia.
jramirez@mail.unicundi.edu.co

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la frecuencia de corte y altura de poda en relación al rendimiento de biomasa y composición bromatológica *M. oleifera* (Lam). La fase experimental fue realizada en el municipio de Chaparral Tolima, densidades de siembra 40.000 plantas por/ha, frecuencias de corte(30,45 y 60 d),altura poda (50,75 y 100 cm).Edad cultivo 14 meses. Se utilizó un diseño completamente al azar en arreglo bifactorial con parcelas divididas. El mayor rendimiento (t de MS /ha) se alcanzó en la frecuencia de corte de 60 días y altura de poda 50 cm con 2,54 (t/ha/c) correspondiente al tratamiento siete (T 7). Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el porcentaje de proteína cruda ($p=0,0116$) con un valor de $20,18 \pm 1,0$ % de(PC),factor frecuencia de corte de 30 días y para Fibra detergente neutro(FDN) un $40,66 \pm 1,7$ % ($p= 0,0004$) y fibra detergente ácida (FDA) un porcentaje de $29,02 \pm 1,4$ % ($p=0,0012$).La digestibilidad in vitro de materia seca(DIVMS) fue de $68,87 \pm 2,0$ % ($p=0,0148$) frecuencia de corte (FC 30 días) Los resultados indican que la frecuencia de corte tiene gran incidencia en parámetros nutricionales y rendimiento de biomasa.

Palabras clave: calidad nutricional, forrajera, producción animal

Abstract

The objective of the present investigation was to evaluate the effect of cutting frequency and pruning height in relation to the yield of biomass and bromatological composition *M. oleifera* (Lam). The experimental phase was carried out in the municipality of Chaparral Tolima, planting densities 40,000 plants per ha, cutting frequencies (30, 45 and 60 d), pruning height (50, 75 and 100 cm). Cultivation 14 months. A completely randomized design was used in bifactorial arrangement with split plots. The highest yield (t DM / ha) was reached at the cut-off frequency of 60 days and pruning height 50 cm with 2.54 (t / ha / c) corresponding to treatment seven (T 7). There were significant

differences ($p < 0.05$) in the percentage of crude protein ($p = 0.0116$) with a value of $20.18 \pm 1.0\%$ of (CP), 30-day cut-off factor and Neutral detergent fiber (NDF) was $40.66 \pm 1.7\%$ ($p = 0.0004$) and acid detergent fiber (FDA) a percentage of $29.02 \pm 1.4\%$ ($p = 0.0012$). The digestibility in Vitro dry matter (IVDMD) was $68.87 \pm 2.0\%$ ($p = 0.0148$) cutoff frequency (FC 30 days) The results indicate that the cutoff frequency has a high incidence in nutritional parameters and yield of biomass.

Keywords: Nutritional quality, fodder, animal production

Introducción

El árbol de la *Moringa oleífera* es una especie forrajera no leguminosa (oleaginosa) de importancia en la alimentación de especies domésticas de interés zootécnico, con gran capacidad en la formación de rebrotes, de crecimiento rápido y de importancia nutricional por su contenido de proteína. En Colombia los estudios de forrajeras han sido dedicados a especie como el Matarratón, Leucaena, Botón de oro, Nacadero entre otras, siendo necesario evaluar el rendimiento de biomasa, composición bromatológica de la *Moringa* según los diferentes pisos térmicos del país. Según Castro (2013), las regiones Caribe y Andina del país cuentan con las condiciones ambientales que permiten el desarrollo de moringa, y ampliar el mercado del país a partir de alternativas renovables que aún no se han explotado. Este árbol forrajero posee muchas ventajas, entre las que se destacan su reproducción por estacas o semillas, crecimiento rápido, tanto en suelos alcalinos como ácidos, alcanzando alturas de 7-12 metros, así mismo, se adapta a pisos térmicos desde el nivel del mar hasta los 1.800 metros de altitud (Palm, 1995). La *M. oleífera* [Lam] es origina del sur del Himalaya, en el noreste de la India, se puede encontrar en Pakistán, Bangladés, Arabia Saudita y Afganistán (Makkar & Becker, 1997). Con respecto a rendimientos de biomas y composición bromatológica Reyes, et al; 2006, indican producciones de forraje de

100,7 t/ha de materia fresca y 24,7 t/ha de materia seca con frecuencias de corte de 75 días y densidades de siembra de 750.000 plantas/ha. Así mismo, Garavito (2008), reporta en análisis bromatológico de la mezcla hojas y tallos un 21,52% de proteína, el 5,29% de grasa y el 26,49% de fibra en cultivo de *Moringa oleífera* de 45 días de edad. Igualmente, estudios realizados por Giselle et al ; (2014) hallaron en la mezcla hoja-tallo de *M. oleífera* 21,8 % de proteína en frecuencias de corte de 45 días y 20,8 % de (P.C) a los 60 días de edad corte.

La importancia del uso de esta especie como forrajera se debe a sus buenas características nutricionales y a su alto rendimiento en producción de biomasa fresca. Según Foidl, et al; (2001), con densidades de 1.000.000 de plantas/ ha, obtuvieron rendimientos de 78 t/ha/c de materia fresca y 13,26 t MS/ha/c. De otra parte, Ramos et al; (2015) con densidades/ha de 20.000 plantas obtuvieron el mejor rendimiento de la *Moringa oleífera* en frecuencias de corte de 60 días y altura de poda de 40 cm con (1,91 t MS/ha/c). El bajo contenido de proteína es una de las limitantes en la producción bovina, en dónde las fuentes de alimentos son generalmente gramíneas nativas o introducidas con bajo niveles de proteína. Según Benavides (1994) para que un árbol o arbusto pueda ser calificado como forrajero debe reunir ventajas tanto en

términos nutricionales, como de producción y de versatilidad agronómica, sobre otros forrajes utilizados tradicionalmente. El objetivo de este trabajo consistió en evaluar el efecto de tres frecuencias de corte y tres alturas de poda de la *Moringa oleífera* con respecto al rendimiento de biomasa y composición bromatológica en la localidad de Chaparral Tolima.

Materiales y métodos

Localización del área experimental.

Este trabajo de investigación se realizó en el municipio de Chaparral, (figura 1) vereda las Tapias, finca el Madroño , coordenadas geográficas 4° 43´ 25" N y 75 ° 29´ 5 " O. Altitud 820 msnm, temperatura media 26 ° C, precipitación 2.610 mm y humedad relativa promedio 70% (bosque húmedo tropical),topografía plana).

Descripción perfil del suelo

La descripción del perfil del suelo se hizo teniendo en cuenta la metodología Rasta CIAT (2010). Las dimensiones de cada calicata fueron: Profundidad 1 m, ancho 1 m y largo 1,5 m. En la tabla 1 se muestran los resultados del análisis de suelos realizados en el laboratorio de Corpoíca Tibaitatá. Los resultados indican un pH extramente ácido, materia orgánica bajo capacidad de intercambio catiónico bajo.

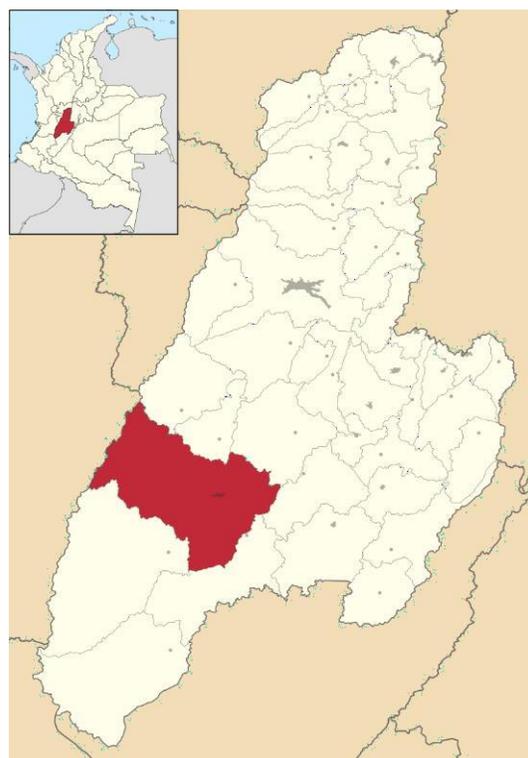


Figura 1. Localización ensayo municipio Chaparral-Tolima-Colombia

Fuente: <http://www.chaparral-tolima.gov.co/Paginas/Mapa-del-Sitio.aspx>

Tabla 1. Resultados análisis de suelo finca el Madroño, vereda las Tapias Municipio de Chaparral Tolima

pH	M.O	CIC	P	Ca	Mg	Na	K	Fe	S
%	%	meq/ 100 g	ppm	meq/ 100 g	meq/ 100 g	meq/ 100 g	meq/ 100 g	ppm	ppm

4.5	2.79	3.39	3.11	1,56	0.56	0.04	0.09	204	5.78
-----	------	------	------	------	------	------	------	-----	------

Fuente: Laboratorios de suelos Corpoíca Tibaitatá Mosquera.

El estudio de suelos para fines agrícolas o producción de forrajes para la actividad pecuaria tiene gran importancia por cuanto permite en primer lugar disponer de un diagnóstico de su fertilidad, de las cantidades de elementos mayores o menores presente en un determinado suelo y a partir de esta información se formula un programa de fertilización acorde a los requerimiento de la especie que se vaya a establecer.

Parámetros del clima área de estudio

Con respecto a las condiciones bioclimáticas que prevalecieron en la fase experimental (figura 2) se presentan los datos de precipitación mensual con un total de 2.610 mm año (2014). Los meses de junio, julio y agosto corresponden al periodo poco lluvioso, el cual afectó a la moringa en la producción de rebrotes.

Procedimiento del muestreo hojas y tallos.

Se utilizaron árboles de la especie *Moringa oleifera* establecidos mediante semilla con edad promedio de 14 meses y con una densidad de 40.000 plantas /ha. Se hizo una poda de uniformidad para iniciar la fase experimental.

Los factores de estudio fueron: altura de poda (AP) niveles 50, 75 y 100 cm y frecuencias de corte (FC) niveles 30, 45 y 60 d. No se aplicó riego, ni fertilizantes. Número de tratamientos nueve (9). De cada tratamiento se escogieron 10 plantas, teniendo en cuenta el efecto de borde, cada se planta fue identificada. Para el muestreo del material biológico se aplicó el protocolo elaborado previamente para esta actividad de campo. El componente hoja y tallo se pesó separadamente como forraje verde. Para la deshidratación o secado del forraje, fueron colocadas las muestras sobre el piso o mesones, temperatura ambiente (30-35 °C) Cada componente se pesó por separado varias veces hasta obtener peso constante.



Figura 2. Datos de precipitación mensual (mm) año 2014 municipio de Chaparral Tolima. (Fuente IDEAM 2016)

Para determinar el porcentaje de materia seca (%MS) se utilizó la siguiente fórmula:

% MS = PS/PH 100: PS = Peso seco de la muestra PH = Peso húmedo de la muestra.

Con respecto a los estudios bromatológicos se pesaron 200 g de *Moringa* (MS) de la mezcla hoja-tallo de cada tratamiento, se molió usando un equipo Thomas Model 4 y una criba de 2 mm. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de nutrición animal de Corpoica Tibaitatá Mosquera.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar en arreglo bifactorial (3X3) con parcelas divididas en donde la parcela principal (fila) es la altura de poda (A.P) y la subparcela la frecuencia de corte (FC), total tratamiento 9.

$$Y_{ij} = \mu + T_1 + \epsilon_{ij}$$

Y_{ij} = Variable de respuesta

μ = Media

T_1 = Efecto del tratamiento sobre la variable de respuesta.

ϵ_{ij} = Error Experimental

Variables de rendimiento de biomasa

- ✓ Número de rebrotes por planta
- ✓ Rendimiento forraje verde (g) fracción - tallo-hoja y planta entera según frecuencia de corte.
- ✓ Rendimiento materia seca (g MS) tallos, hojas y planta entera según frecuencia de corte
- ✓ Diámetro basal (DB) tallo principal planta por localidad, frecuencia corte y altura corte

Variables composición bromatológica

- ✓ Porcentaje de Proteína cruda (% PC)
- ✓ Rendimiento tonelada de proteína cruda por hectárea corte (t PC/ha/c)
- ✓ Fibra detergente neutro (% FDN)

- ✓ Fibra detergente ácida (% FDA)
- ✓ Digestibilidad In Vitro de Materia seca (% DIVMS)
- ✓ Porcentaje (%) de Cenizas

Para el análisis bromatológico se utilizó el método de Weende para las variables: Materia Seca (MS), Proteína (PC) y Ceniza, Fibra Cruda (FC) (AOAC, 2000), para Fibra Detergente Neutra (FDN), Fibra Detergente Ácida (FDA) (Van Soest, 1994). Para estimar la Digestibilidad *In-Vitro* de la Materia Seca (DIVMS) se empleó la técnica de Tilley & Terry (1963).

Análisis estadístico

Los datos fueron procesados mediante el aplicativo estadístico InfoStat versión (Balzarini 2011), nivel de significancia 5%, se realizó el análisis de varianza multivariado, para el p-valor (< 0,0001) se tuvo en cuenta la prueba de Lowley Hotelling. Nivel de significancia $\alpha = 0,05$ y nivel de confianza 95%

Resultados y discusión

Los indicadores de producción de forraje verde y rebrotes por planta se indicaran en la tabla 2.

Número de rebrotes por planta/corte.

La respuesta al indicador número de rebrotes por planta para (p- valor 0.0499) fue de $6,07 \pm 0,51$ rebrotes en la frecuencia de corte 45 días y $5,57 \pm 0,51$ rebrotes (p -valor 0,2956) para la altura de poda de 50 cm. Estudios realizados por Petit (2010) para esta variable dasométrica fue de 6,4 rebrotes/planta en el periodo de sequía y 3,9 rebrotes en la época de lluvias. Por otra parte estudios realizados por Giselle et al; (2014) indica que para frecuencias de corte 45 días y altura de poda 10 cm, el número de rebrotes por planta fue de 3 y 2 para frecuencia de 60 días y 40 centímetros de altura corte,

siendo superior los resultados hallados en esta investigación.

Tabla 2. Efecto de la altura de poda y frecuencia de corte en los indicadores de producción de forraje verde en la *Moringa oleífera*, localidad Chaparral Tolima

T	# rebrotes Medias	PT(g) Medias	PH (g) Medias	(g)/P Medias
AP (cm) 100	4,87±0,5 ^a	80,42±19,6 ^a	178,02±36,6 ^b	266,55±55,5 ^b
75	4,59±0,51 ^a	94,7±19,81 ^a	171,95±36,9 ^b	266,36±55,5 ^b
50	5,57±0,51 ^a	111,4±19,8 ^a	207,96±37,03 ^a	318,23±55,6 ^a
FC (d) 60	4,24±0,52 ^b	159,6±20,2 ^a	236,72±37,7 ^a	395,94±56,7 ^a
45	6,07±0,51 ^a	80,1±19,86 ^b	197,87±37,04 ^{ab}	277,26±55,6 ^{ab}
30	4,72±0,49 ^b	46,73±19,32 ^b	123,34±36,03 ^b	177,93±54,5 ^b

T=Tratamiento, PT= peso tallo, PH= peso hoja, (g)/P=gramos por planta, A.P=Altura poda, FC=Frecuencia corte, d=días. Valores con diferentes letras difieren significativamente a $P < 0,05$

Rendimiento de forraje verde (FV)

El mayor rendimiento por planta (tabla 2) se alcanzó en la frecuencia de corte (FC) de los 60 días con $395,94 \pm 56,7$ gramos (p-valor 0,0426) para un total de $15,8$ t FV/ha/c y $318,23 \pm 55,6$ (p-valor 0,0194) gramos para la altura de poda (AP) 50 cm, es decir $12,7$ t FV/ha/c. Según Yixing (2016), con densidades de siembra 62.500 plantas/ha en periodo lluvioso y con frecuencia de 30 días alcanzaron rendimiento de forraje verde de $32,91$ t/c y $6,1$ t MS/ha, así mismo, Almed et al; (2015) con densidades de 222.222 planta/hectárea obtienen rendimientos de $6,40$ t/ha/c de materia fresca y $1,48$ t MS/ha/c, con intervalo de corte de 30 días y proteína cruda (PC) 36,43 %.

Rendimiento de materia seca (M.S) en la especie *Moringa oleífera*

Acorde a los resultados en el presente estudio, el mayor rendimiento materia seca/hectárea de

la *Moringa oleífera* fue para la frecuencia de corte (60 días) con $2,54$ t MS/ha con una densidad de plantas de 40.000/ha, para frecuencias de 45 y 30 fue de $1,66$ y $1,02$ t MS/ha/c. Con respecto a la altura de corte a la variable materia seca (MS) para tallo y hoja, los mejores rendimientos se alcanzaron en la frecuencia de corte de 60 días con $62,9$ g MS/planta y $45,36$ g MS/planta para la altura de poda de 50 cm de materia seca (MS), tabla 3.

Tabla 3. Rendimiento de materia seca (MS) por componentes de la planta según altura poda y frecuencia de corte localidad Chaparral

T	MST (g) Medias	MSH (g) Medias	DTB Medias	R:H/T
AP (cm) 100	10,17±2,84 ^a	31,02±5,47 ^a	3,11±0,17 ^b	3,5
75	13,47±2,83 ^a	30,88±5,47 ^a	3,03±0,17 ^b	2,3
50	16,02±2,84 ^a	29,34±5,48 ^a	3,98±0,17 ^a	3,6
FC(d) 60	22,81±2,9 ^a	40,09±5,57 ^a	2,97±0,17 ^b	1,8
45	11,28±2,8 ^b	30,35±5,47 ^{ab}	3,72±0,17 ^a	2,6
30	5,57±2,79 ^b	19,99±5,36 ^b	3,44±0,16 ^a	3.5

T=Tratamiento, MSTg= materia seca tallos gramos, MSHg= materia seca hoja gramos), DTB= diámetro tallo basal, AP= altura poda, FC= frecuencia de corte, d= días, relación hoja/tallo(R:H/T) Valores con diferentes letras difieren significativamente a $P<0,05$. Materia seca (MS

Por otra parte Giselle et al (2014), indican que los mayores rendimientos (FC 60 d) se han alcanzado cuando las plantas se siembran a 50 centímetros entre surco y 25 centímetros entre plantas es decir una densidad de 80.000 plantas por hectárea altura de corte 40 cm, con rendimiento de materia seca total (MST) de 6 t/ha⁻¹ y 3.1 t/a, para los 45 días (FC). Según (Pérez et al; 2010) encontraron que esta planta puede alcanzar valores de rendimiento de 8,3 t MS/ha⁻¹ con frecuencia de cortes cada 45 días, siendo superior a lo alcanzado en este estudio. Castillo et al; (2013), al evaluar la influencia de la densidad (10.000, 20.000 y 40.000 plantas ha⁻¹) y la frecuencia de corte (60 y 90 días) obtuvieron rendimientos entre 9,99 y 10,83 t MS/ha⁻¹ Aunque los resultados de estudios corresponden a densidades diferentes, la moringa puede llegar a alcanzar valores superiores de rendimiento, según la densidad de siembra, la frecuencia de corte, las características edafoclimáticas de la zona de estudio y de las fuentes de fertilización y de riego suministradas a la planta.

Porcentaje de materia seca (%MS)

Según los resultados obtenidos en el presente estudio se concluye que la moringa es una arbórea con bastante cantidad de agua en su componente foliar y tallos. Los porcentajes de materia seca están entre 16,09% y 14,27 %

Relación hoja –tallo

En la tabla 3 se presentan los resultados de la relación hoja-tallo en términos de materia seca correspondiendo a 3,5 en la altura de poda 100 cm y frecuencia de corte 30 días. Garavito (2008) reporta para la relación Hoja-tallos deshidratados con un 63,03%, para hojas y 36,97% de tallos del total de biomasa, con edad al corte de 54 días. Por otro lado Ramos (2015) indica que la fracción hoja-tallo presenta un 49,5 % de hojas y 50.5% de tallos.

Diámetro basal

Esta variable dasométrica (tabla 3) presentó un diámetro basal de 2,97 cm para la frecuencia de corte de 60 días y 3,4 cm para 30 días de frecuencia de corte. El diámetro del tallo principal tiene gran importancia en la formación de rebrotes por la capacidad de movilizar sustancias nutritivas y capacidad de presentar

mayor número de puntos de crecimiento y por consiguiente mayor número de rebrotes.

Indicadores bromatológicos determinados en la mezcla hoja-tallo de la especie *Moringa oleífera*

En la tabla 4 se presentan los resultados de la composición bromatológica de la mezcla hoja-tallo. Fueron analizados los siguientes rasgos nutricionales porcentaje de proteína cruda (%PC), porcentaje de fibra detergente neutra (%FDN), porcentaje de fibra detergente ácida

(%FDA) y digestibilidad In Vitro de materia seca (%DIVMS) y porcentaje de ceniza (%CEN).

Porcentaje de Proteína Cruda (% PC)

Con respecto al porcentaje proteína cruda ($P < 0,0116$) en la mezcla hoja-tallos de la *M. oleífera* se establece como la frecuencia de corte tiene incidencia en el (% P.C) siendo mayor este porcentaje en la frecuencia de corte 30 días con $20,18\% \pm 1,06$, le sigue $17,66\% \pm 1,11$ para la frecuencia de corte 45 días y finalmente, $14,85\% \pm 1,28$ cuando los cortes se hacen cada 60 días.

Tabla 4. Composición química de la *M.oleífera* según frecuencia de corte en la localidad de Chaparral Tolima.

FC Días	% MS Medias	% P.C Medias	% FDN Medias	% FDA Medias	% DIVMS Medias	% CEN Medias
Chaparral						
60	15,74 \pm 0,96 a	14,85 \pm 12,8 a	51,72 \pm 2,13 ^b	37,11 \pm 1,76 ^b	57,15 \pm 2,45 ^a	8,49 \pm 1,96 ^a
45	15,54 \pm 0,91 a	17,66 \pm 1,11 ab	40,56 \pm 1,84 ^a	28,33 \pm 1,53 ^a	64,57 \pm 137 ^b	12,45 \pm 1,7 ^a
30	14,74 \pm 1,01 a	20,18 \pm 1,06 b	40,66 \pm 1,77 ^a	29,02 \pm 1,47 ^a	68,87 \pm 2,04 ^b	10,53 \pm 1,63 ^a

FC=frecuencia de corte, MS=materia seca, PC=proteína cruda, FDN=fibra detergente neutra, FDA=Fibra detergente ácida, DIVMS=digestibilidad in vitro materia seca, CEN=cenizas. Valores con diferentes letras difieren significativamente a $P < 0,05$

Estudios realizados en Cuba (Giselle et al; 2014) indican que la fracción hoja de la *M. oleífera* presenta un porcentaje de proteína del 26,3 % y 24,9 % con frecuencias de corte 45 y 60 días respectivamente, la fracción comestible tallo el 12,2 % y 11,3 % y la planta entera 21,8 y 20,8 % de proteína cruda. Según (Garavito, 2008), la composición química de la harina de Moringa de 54 días de edad presentó en la hoja el 24,99% de proteína cruda, (P.C), el Tallo el 11,22% de proteína y la mezcla hoja tallo 21%.

Rendimiento toneladas de proteína cruda por hectárea (t PC/ha/c)

El rendimiento de proteína cruda en toneladas por ha/c fue de 0,37; 0,29 y 0,21 t/ha/corte para las frecuencias de corte de 60, 45 y 30 días con una densidad de 40.000 plantas por hectárea. Ramos et al; (2015) hallaron un rendimiento 1,9 t MS/ha⁻¹/corte⁻¹ con un 21,75% de P.C y 0,416 t P.C/ha/corte, utilizando frecuencias de corte de 60 días y 40 cm de altura corte y una densidad de 20.000 plantas por hectárea es decir con una distancia de 0.5 metros entre planta y 1 metro entre surco.

Porcentaje de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA)

El componente fibra detergente neutro (FDN) para (P-valor 0,0004) presentó los siguientes porcentajes $51,72 \pm 2,13$, $40,56 \pm 1,84$ y $40,66 \pm 1,77$ correspondiente a las frecuencias de corte (FC): 60,45 y 30 días. En relación a los porcentajes de fibra detergente ácido (FDA) para frecuencias de corte 60,45 y 30 días para (P < 0,0012) los resultado de FDA fueron: $37,11 \pm 1,76$; $28,33 \pm 1,53$ y $29,02 \pm 1,47$.

Estudios realizados por Padilla et al; (2014) reportan 58,76 % de FDN para frecuencias de corte a los 45 días y 30 cm altura poda. Por otra parte, Reyes, (2006) reporta para la *M.oleífera* 32,12% de FDN y 22,76% de FDA a los 45 días de corte y 28,89% de FDN y 20,31 % de FDA para frecuencias de corte a los 60 días. Según Danny E (2006) reportó en hoja y tallos de *M. oleífera* de 150 días de edad 45,13 % de FDN 18,82% de PC y cenizas 12,31%.

De acuerdo a (Van Soest, 1994) la fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) es considerado un estándar esencial para la caracterización de forrajes. Una alta concentración de FDA en forrajes se asocia con una baja digestibilidad ruminal, mientras que una alta concentración de FDN se asocia con un menor consumo de alimento (Cobos et al; 1999)

Porcentaje de Digestibilidad In Vitro de Materia seca (% DIVMS)

El porcentaje de DIVMS según frecuencias de corte presenta con (P-valor 0.0148) un porcentaje de $57,15 \pm 2,45$ para cortes de 60 días y $64,57 \pm 1,37$ a los 45 días y finalmente, $68,87 \pm 2,04$ a los 30 días.

Porcentaje (%) de Cenizas

Teniendo en cuenta las frecuencias de corte de 60 días, 45 y 30 días para (P< 0,3257) los porcentajes de cenizas fueron $8,49 \pm 1,96$, $12,45 \pm 1,7$ y $10,53 \pm 1,63$. Este indicador es importante porque está relacionado con la

cantidad y presencias de minerales como el Calcio y el fósforo. Reyes (2005) reporta contenidos de ceniza del 10,42% en hojas 11,38% en tallos y 10,18% en la mezcla hoja-tallos. Así mismo, Padilla et al; (2014) en frecuencia de corte de 60 días en periodo seco encontraron un 12,21 % de ceniza para alturas de poda de 30 cm y 8,86% en periodo lluvioso en la mezcla hoja-tallo. Danny E (2006) reportó en hoja y tallos de *M. oleífera* de 150 días de edad un 45,13 % de FDN 18,82% de PC y cenizas 12,31%.

Conclusiones

El mayor rendimiento de materia seca, se alcanzó en la frecuencia de corte de 60 días y altura de poda 50 cm con 2,54 (t/ha/c).

Con respecto al mayor porcentaje de proteína cruda (PC) cruda se obtuvo en la frecuencia de 30 días con un valor de 20,18 % y el menor en la frecuencia de corte de 60 días con 14,85%

Por otra parte, el mayor contenidos de fibra detergente neutra (51,72%) fibra detergente ácido (37,11 %) correspondieron a la frecuencia de corte de 60 días, digestibilidad in vitro de materia seca (68,87%) en la frecuencia de corte 30 días y porcentaje de ceniza (12,45%) para la frecuencia de corte 45 días.

Recomendaciones

Realizar estudios en donde se incluyan fuentes de fertilización y suministro de riego y mayores densidades de siembra. Con densidades de siembra y 80.000 (0.25X0.50 m) plantas por hectárea.

Es necesario realizar investigaciones que evalúen la asociación de la moringa con leguminosas arbustivas como *Cratilya argénte*a y *Cannavalia ensiforme* con el fin de mejorar el aporte de nitrógeno al suelo.

Agradecimientos.

A la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria C.I Nataima por el apoyo científico, económico, facilitación de terrenos, equipos y servicios del laboratorio de Nutrición animal.

Al señor Jorge Peralta y su esposa señora Cielo Ospina quienes me dieron su voto de confianza y disposición de su finca para llevar a cabo la presente investigación.

Referencias

- Almed, S; Nouman, W; Rehman, H; Usman, M; Huma, Z;(2015), Biomass producción and nutritional composition of Moringa oleifera under different cutting frequencies and planting spacings. International journal of agricultura & biology 17: 000-000
- Association of official Analytical Chemists. (AOAC), 2000, Official Methods of Analysis. Washington, DC.
- Benavides, JE. 1994. Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica. 28
- Balzarini, M.G; Casanoves, F; Di Rienzo, J, A; González, L; A. & Robledo. C.W. (2011). Paquete estadístico InfoStat. Versión 2011, Córdoba Argentina.
- Castillo, A; Castillo, C; Ramírez, J.B; Ávila, L, & Cantos, R. (2013) .Efecto de la densidad y frecuencia de la poda en el rendimiento y calidad de la *Moringa oleifera Lam.* XIII Congreso de la asociación Latinoamericana de producción animal (ALPP) p 87.
- Castro, A; (2013). El árbol moringa (*Moringa oleifera Lam.*): una alternativa renovable para el desarrollo de los sectores económicos y ambientales de Colombia (Trabajo de pregrado. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) (2010). Guía práctica para la caracterización del suelo y del terreno. Versión 2 Pág. 62
- Cobos, M; Sánchez, M; Trinidad, A; Alcalá, C; Vargas, J. (1999). Importancia del tipo de muestra en la estimación del valor nutritivo de leguminosas y arbustivas, y potencial de un inocuo de bacterias degradadoras de aserrín en sistemas silvopastoriles. FAO, Aplpae AL-I. Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México
- Danny E. García & Medina (2006) Evaluación química de especies no leguminosas con potencial forrajero en el estado de Trujillo, Venezuela. Revista Zootecnia Tropical; 24(4) 401-415
- Foidl N., Makkar H.P.S., Becker k; (2001). The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses. In: Proceedings of International Workshop What development potential for Moringa products? Oct 29th to Nov 2nd. Dar Es Salaam, Tanzania.
- Garavito, U. (2008). *Moringa oleifera*, alimento ecológico para ganado vacuno, porcino, equino, aves y peces, para la alimentación humana, producción de

- etanol y biodiesel. Corporación Ecológica Agronadera S.A. Colombia.
- Giselle, R; Benítez, D; Aria, R; Ray, J; Tamayo, E; Pompa, P; Santiesteban, R; 2014. *Moringa oleifera*. Experiencias agronómicas en el oriente de Cuba. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Jorge Dimitrov. P 18.
- IDEAM - (2016) instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales.
- Makkar, H. P. S., Becker, K.; (1997). Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the *Moringa oleifera* tree. J. Agric. Sci; Cambridge 128:311-332
- Padilla, C; Fraga, N; Tuero, I; Sarduy, L; (2014). Efecto de la altura de corte en indicadores de la producción de forraje de *Moringa oleifera* cv. Plain. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Tomo 48, (4) pp 405-409.
- Palm, C.A. 1995. Contribution of agroforestry trees to nutrient requirements of intercropped plants. *Agroforestry systems* 30: 105-124. http://www.planta.cn/forum/files_planta/fulltext_199.pdf
- Petit, A.J. (2010) Rendimiento de forraje de *Leucaena leucocephala*, *Guazuma ulmifolia*, y *Mo. oleifera* asociadas y en monocultivo en un banco de forraje. Revista forestal venezolana (52) 161-167.
- Pérez, A; Sánchez; Armengol, N; Reyes, F; (2010). Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamarck. Una alternativa para la alimentación animal. Pastos y Forrajes v.33 n.4. Estación Experimental de Pastos y Forrajes «Indio Hatuey».
- Reyes, N; Ledin, S; Ledín, I; 2006. Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different management regimes in Nicaragua. *Agroforestry Systems* (66): 231-242
- Ramos, T; Castillo, H; Sandoval G. (2015). Efecto de intervalos y alturas de corte en la productividad forrajera de *Moringa oleifera*. Revista Bio Ciencias Número 3 (3): 187-194
- Tilley, JMA; Terry, RA (1963). A two stage technique for in vitro digestion of forage crops. Journal of the British Grasslands Society. IICA/RISPAL. 104-111p. (18)
- Van Soest, PJ. (1994). Nutritional ecology of the ruminant. 2ed. Cornell University Press. Ithaca, New York.
- Yixing, Z; Yanping, Z; Jiangchong, W (2016). Yield and quality of *Moringa oleifera* under different planting densities and cutting heights in southwest China. *Journal Industrial Crops and Products* 91 (2016) 88–96