

Nota técnica

Rendimiento forrajero y sus componentes según la frecuencia de corte de *Moringa oleifera*, variedad Criolla¹

Forage yield and its components according to the cutting frequency of *Moringa oleifera*, cultivar Criolla

José Leonardo Ledea-Rodríguez², Giselle Rosell-Alonso², Diocles Guillermo Benítez-Jiménez², Ramón Crucito-Arias², Jorge Valentín Ray-Ramírez², Yordanis Nuviola-Pérez², Juan José Reyes-Pérez^{3,4}

Resumen

La *Moringa* spp. es considerada en países de América Central, como el árbol de la vida, por las propiedades nutricionales que posee, su plasticidad, y en muchos de ellos, se desarrollan estudios para aprovechar sus potencialidades forrajeras y nutritivas en función de la edad de la planta, para utilizarlas en la alimentación animal. El presente estudio se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la frecuencia de corte sobre el rendimiento forrajero de *Moringa oleifera*, variedad criolla. El estudio se realizó durante enero y diciembre del 2012, en un suelo Fluvisol del Valle del Cauto en condiciones de riego y fertilización orgánica. Se utilizó un diseño en bloques al azar con cuatro réplicas, y se contemplaron las variables: altura de la planta, cantidad y grosor de brotes, número de hojas, relación hoja/tallo y los rendimientos de materia seca total (MS) y materia seca de las hojas, para explicar la respuesta al corte a los 45 y 60 días. Todas las variables analizadas fueron afectadas significativamente ($p \leq 0,05$) por las frecuencias de corte establecidas. Los mayores ($p \leq 0,05$) rendimientos de materia seca de hojas, tallos y total se obtuvieron en la frecuencia de 60 días con 7,3, 11,8 y 18,4 t MS/ha, respectivamente. La frecuencia de corte modificó el comportamiento productivo de las variedades en estudio.

Palabras claves: plantas de ramoneo, biomasa, nutrición animal, árboles de propósito múltiple, frecuencia de las cosechas.

Abstract

In some countries of Central America, *Moringa* spp is considered as the tree of life because of its nutritional properties and its plasticity. In some of them, research is held to take advantage of *Moringa* spp foraging and nutritional properties regarding plant age, to be used for animal feed. This study aims to evaluate the effect of cutoff frequency on forage yield of *Moringa oleifera*, cultivar Criolla. The study was carried out in January and December 2012, in

¹ Recibido: 6 de setiembre, 2017. Aceptado: 24 de enero, 2018. Este trabajo formó parte del proyecto CUBAMOR desarrollado en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov” como entidad participante, Cuba.

² Instituto de Investigaciones Agropecuarias (IIA) “Jorge Dimitrov”, Estación Experimental de Pastos y Forrajes, km 10½, Carretera Bayamo – Tunas. Bayamo, Granma, Cuba. ledea1017@gmail.com, grosell@dimitrov.cu, dbenitez@dimitrov.cu, rarias@dimitrov.cu, jvray2011@gmail.com, ynuviola@dimitrov.cu

³ Universidad Técnica de Cotopaxi. Extensión La Maná. Av. Los Almendros y Pujilí, Edificio Universitario, La Maná, Ecuador.

⁴ Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Av. Walter Andrade. Km 1 ½ vía a Santo Domingo. Quevedo, Los Ríos, Ecuador. jjreyesp1981@gmail.com



a Fluvisol soil of Cauto Valley under irrigation conditions and organic fertilization. A randomized block design with four replications was used and the variables considered were, plant height, number and thickness of shoots, number of leaves, leaf/stem ratio, total dry matter yield (DM), and leaf dry matter to explain the response of cutting at 45 and 60 days. All the analyzed variables were significantly affected ($p \leq 0.05$) by cutoff frequency. The highest ($p \leq 0.05$) yield of leaf dry matter, stems, and total were obtained when cutting at 60 days with 7.3, 11.8, and 18.4 t MS/ha respectively. It is concluded that cutting frequency modified the productive behavior of cultivars under study.

Keywords: browse plants, biomass, animal nutrition, multipurpose trees, harvesting frequency.

Introducción

La moringa es una planta muy utilizada por sus propiedades medicinales, floculantes y nutricionales. Todas sus partes se pueden utilizar para la alimentación animal (Pérez, 2012) y posee, además, la potencialidad de no verse afectada por altas concentraciones de metabolitos secundarios (Godino et al., 2013) que pueden afectar a los animales. El efecto anterior es muy común en las arbustivas destinadas a la alimentación que se cultivan en el trópico, lo que reduce su utilización.

También resulta ser una planta de singular plasticidad a diferentes ecosistemas, se cultiva desde la franja sur del Himalaya (Godino et al., 2013), hasta el África subsariana (Vidal, 1883), con particularidades de tolerancia a ambientes fríos, secos y salinos (Pérez, 2011).

En la región oriental cubana se presentan los ecosistemas de mayor degradación y fragilidad del archipiélago cubano. Gran parte de sus suelos están salinizados o erosionados, además de la existencia de valores muy bajos de precipitaciones que determinan la época seca (Benítez et al., 2010). Estas condiciones provocan depresión en la persistencia, rendimiento y calidad de los principales cultivos que se utilizan en los sistemas ganaderos, y demanda la búsqueda e introducción de otras especies que mejoren la calidad del alimento animal, principalmente arbóreas, por los beneficios que presentan para la ganadería, como alta producción de forraje y utilización como sombra natural, cerca viva, entre otras. Una de las plantas arbóreas promisorias para este fin es la *Moringa oleifera*, que ha demostrado a nivel mundial, ser una planta con altas potencialidades para la alimentación animal, sin embargo, para su mejor aprovechamiento es necesario utilizar la planta en estados fenológicos donde permita obtener la máxima producción de materia seca, sin que afecte la persistencia del cultivo.

El crecimiento y posterior productividad de estas plantas están regulados por mecanismos internos y factores externos como el clima y el suelo, que influyen en el desarrollo de las mismas y en la acumulación de nutrientes para el crecimiento y rebrote (Petit et al., 2010).

Para la producción de follaje, marcos de plantación de 40 cm² y una frecuencia de corte entre 35 y 45 días, fueron recomendados por Iglesias y Ortega (2016), quienes enfatizaron que a mayor edad es cuando se presenta el mejor balance de producción de forraje (10 t/ha/corte). Sin embargo, en condiciones de intensa sequía estacional como en Mozambique, Cordoví et al. (2013) obtuvieron rendimientos promedios, durante tres años, de 5,4 t/MS/ha al realizar el corte de forma estratégica, cuando las plantas florecían o comenzaba la senescencia. Esto se relaciona con la cantidad de reservas que la planta logra acumular, la eficiencia de su utilización y la capacidad de expresión del potencial genético cuando el clima no es una limitante (Wencomo y Ortiz, 2011). Por esta razón, el manejo y dimensiones entre plantas varían en función de las características climáticas y edáficas del ecosistema donde estén establecidas, y estos dictarán las edades en las que pueden ser cosechadas sin afectar la persistencia.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la frecuencia de corte sobre el rendimiento forrajero de *Moringa oleifera*, variedad criolla.

Materiales y métodos

Localidad, clima y suelo

El experimento se realizó en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes (EPPF), del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (IIA) “Jorge Dimitrov”, ubicada en las coordenadas 20° 18' 13" N y 76° 39' 48" O, a 10,5 km de la ciudad de Bayamo, en un suelo fluvisol del Valle del Cauto. El periodo experimental abarcó desde enero hasta diciembre de 2012 e incluyó los períodos climáticos lluvioso y poco lluvioso, que se extienden en Cuba de mayo-octubre y de noviembre-abril, respectivamente, el comportamiento de las precipitaciones en la zona de estudio ha indicado regímenes pluviométricos anuales entre 800 y 1200 mm, temperatura media anual de 26 °C y una humedad relativa del 77% (Rosell et al., 2003). El suelo donde se desarrolló el estudio presenta mediana fertilidad, textura de una arcilla ligera, con drenaje generalmente bueno y topografía llana (Hernández et al., 2015).

Durante el período experimental las precipitaciones variaron entre 0 mm y 236 mm, con distribución poco uniforme (Figura 1).

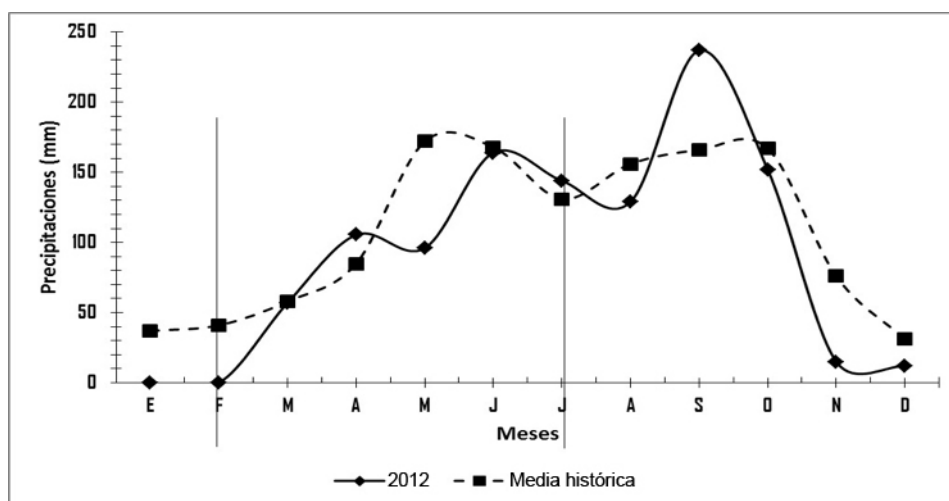


Figura 1. Comportamiento de las precipitaciones durante el año 2012, con respecto a la media histórica mensual en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes del Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”, provincia Granma, Cuba.

Figure 1. Behavior of rainfall during 2012 in relation to the monthly mean historical at the Experimental Station of Pastures and Forages of the Institute of Agricultural Research “Jorge Dimitrov”, Granma, Cuba.

Material vegetal utilizado

Se utilizó la *Moringa oleifera* cv Criolla, establecida con semilla agámica, provenientes del banco de semillas ubicado en la propia estación. Las semillas fueron colectadas de ramas y tallos sesgados después de realizada la poda en una de las cosechas de semillas.

Procedimiento experimental

La preparación del suelo fue mínima y se realizó con tracción animal (aradura, cruce, surca), para reducir la posible afectación del ecosistema. La siembra se realizó con un equipo especializado de la EEPF, en parcelas de 9x7 m, con una separación entre surcos de 0,5 m y entre plantas de 0,25 m; antes de sembrar las semillas se aplicó riego de 50 mm cada 21 días según las recomendaciones de Herrera (2006), y 20 t/MO/ha. Las plantas se cortaron a una altura de 10 cm a partir de la base del tallo, siguiendo las recomendaciones de Herrera (2006), quien señaló que en esta porción del tallo las plantas acumulan reservas que son utilizadas para el rebrote y crecimiento.

Las observaciones se iniciaron luego del corte de establecimiento y se continuaron dependiendo de la frecuencia de corte (45 y 60 días). Se seleccionaron de forma aleatoria tres plantas por réplica y se les midió: altura de la planta, contemplada desde la base del tallo hasta el ápice de la última hoja, número y grosor de rebrotes, este último medido con un calibrador, número de hojas y peso fresco de hojas, tallos y planta íntegra.

El rendimiento de MS se estimó a partir del peso fresco de hojas, tallos y planta íntegra, para ello, las plantas fueron fraccionadas en hojas y tallos, y se determinó la proporción hoja/tallo en base verde, esta proporción se extrapoló a una muestra de 200 g, y se introdujo en una estufa a 60 °C durante 72 h, posteriormente, se pesaron cuando alcanzaron valores constantes para determinar los rendimientos de materia seca (MS).

Las unidades experimentales fueron parcelas de 9x7 m y las unidades muestréales fueron las hileras centrales, una vez eliminados los efectos de bordes, considerados como tal a las hileras de plantas de los extremos de las parcelas y las plantas ubicadas en los primeros 50 cm del borde de las mismas. Los surcos se separaron a 0,5m y las plantas a 0,25 m cada una. Las parcelas se separaron a 2 m.

Durante el período experimental se realizaron ocho cortes en la frecuencia de 45 días y seis cortes con la frecuencia de 60 días.

Tratamientos, diseño y análisis estadístico

Como tratamientos se contemplaron las frecuencias de corte de 45 y 60 días, y fueron distribuidas en un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas. El análisis estadístico de los datos se efectuó con el software Statistica versión 10.0, el test realizado para comprobar la normalidad de los datos fue el de Kolmogorov-Smirnov (Massey, 1951) y la homogeneidad de varianza según las recomendaciones de Bartlett (1937), las variables altura de la planta, número de brotes, grosor medio de los brotes fueron transformadas según \sqrt{x} . Se realizó un análisis de varianza de clasificación simple, y para la comparación de medias se aplicó la dócima de Duncan (1955).

Resultados

Las frecuencias de corte establecidas tuvieron una incidencia significativa en el comportamiento estructural de la planta (Cuadro 1). La altura a los 60 días fue significativamente superior con respecto a los 45 días, pero este comportamiento no favoreció el número de brotes ni la relación hoja/tallo que fue superior ($p \leq 0,05$) a los 45 días de edad. El grosor de los brotes y el número de hojas se vieron favorecidos por el incremento de la frecuencia de corte. Se puede considerar como aceptable la relación hoja/tallo a la edad de 60 días, dada la especie y la edad en estudio, a esta edad los tallos presentaron un nivel de lignificación que les permite ser aprovechados por el animal.

El rendimiento de MS/ha y de las diferentes fracciones botánicas y se vieron favorecidos por el incremento de la edad de corte (Cuadro 2).

Cuadro 1. Comportamiento de las variables estructurales según la frecuencia de corte en *Moringa oleifera*, variedad criolla. Estación Experimental de Pastos y Forrajes, del Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”, provincia Granma, Cuba. 2012.

Table 1. Behavior of the structural variables according to the cutoff frequency of *Moringa oleifera*, cultivar criolla. Experimental Station of Pastures and Forages of the Institute of Agricultural Research “Jorge Dimitrov”, Granma, Cuba. 2012.

Variable	Frecuencias de corte		±ES
	45	60	
Altura (cm)	82,6 (9)	121 (11)	30,9*
No. de brotes	4 (1,8)	3 (1,6)	1,4*
Grosor medio de los brotes (cm)	0,8 (0,9)	1,1 (1)	0,4*
Hojas por brote	9	11	2,2*
Relación hoja/ tallo	2 (1,4)	1 (1)	0,3*

* $p < 0,05$ Medias entre paréntesis corresponden a valores transformados según \sqrt{x} / $p < 0,05$ Averages within parentheses correspond to values transformed according to \sqrt{x} .

Cuadro 2. Comportamiento del rendimiento total y de las diferentes fracciones botánicas en función de la edad de corte en *Moringa oleifera*, variedad Criolla. Estación Experimental de Pastos y Forrajes del Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”, provincia Granma, Cuba. 2012.

Table 2. Behavior of total yield and the different botanical fractions according to cutting age of *Moringa oleifera*, cultivar Criolla. Experimental Station of Pastures and Forages of the Institute of Agricultural Research “Jorge Dimitrov”, Granma, Cuba. 2012.

Edad (días)	Rendimiento t/MS/ha (Hojas)	Rendimiento t/MS/ha (Tallos)	Rendimiento t/MS/ha
45	2,5	3,81	7,23
60	7,3	11,8	18,38
±EE		0,2	
Sig.		***	

Discusión

Con respecto a los resultados obtenidos sobre las frecuencias de corte establecidas (Cuadro 1), Muhl et al. (2011) informaron que, entre mayor fue el período de recuperación de la planta, más se incrementó la altura de la misma. Los valores de 45 y 60 días fueron inferiores a los señalados por Valdés-Rodríguez et al. (2014) cuando evaluaron diferentes sustratos en las respuestas polimórficas en plántulas de *M. oleifera* en condiciones de vivero, y también en suelos sin la aplicación de fertilizantes. Dichos autores determinaron el contenido de nitrógeno de los diferentes sustratos y sugirieron que la respuesta fue favorable, debido a los niveles de este mineral contenido en cada tratamiento. Los resultados de Toral e Iglesias (2012) también fueron superiores a los reportados en el presente estudio, cuando evaluaron el proceso de crecimiento de plantas de moringa trasplantadas a los tres meses de edad, estos autores indicaron 1,99 m como promedio de altura a la hora de trasplante, valor que no dista mucho del que

se muestra en el Cuadro 1, para la edad de 60 días, y lo que demuestra el acelerado crecimiento de este género, criterio que coincide con la descripción de esta especie (Pérez, 2012).

La disminución ($p \geq 0,05$) de los brotes con el incremento de la edad, está asociado a la dominancia de los brotes más desarrollados, que demandan mayor cantidad de nutrientes y se combina con el efecto de sombra que producen en los más pequeños, lo que provoca la muerte de los mismos, pero también pudo estar relacionado con el marco de siembra (Ybalmea et al., 2000). Al desarrollar un estudio para determinar el efecto de diferentes marcos de siembra (distancia entre plantas y entre hileras) en la respuesta morfoagronómica de planta de *M. oleifera*, se obtuvo en la variable en cuestión una afectación por las densidades utilizadas (Sosa et al., 2017). Sin embargo, los valores fueron inferiores a los mostrados en el Cuadro 1, en marcos de siembras superiores a los utilizados en el presente estudio, de lo cual se infiere que la edad de la planta define la posibilidad de que esta acumule carbohidratos solubles, para asegurar un rebrote vigoroso.

El grosor medio de los brotes fue mayor a los 60 días, lo que se asocia a la acumulación de reservas en forma de carbohidratos, esto facilita que la planta entre en la fase de aceleración del crecimiento, permitiendo al tallo aumentar su grosor y tamaño (Romero et al., 1998).

El incremento del rendimiento con la edad de la planta, se atribuye al mayor tiempo que tienen las plantas para recuperarse del corte. A los 60 días las plantas tienen mayores tiempos de reposo, lo que se traduce en mayor cantidad de fotosíntesis, que permite que esta crezca y se desarrolle más que con 45 días, logrando, por tanto, mayores rendimientos (Noda et al., 2007).

Durante las lluvias, las frecuencias de corte establecidas redujeron la capacidad de competencia de *M. oleifera*, provocando la pérdida de plantas y afectándose los rendimientos, sobre todo en el último corte, por lo que, se sugiere la necesidad de estudiar otras frecuencias de corte que posibiliten una producción estable de biomasa y persistencia del cultivo en el tiempo.

Conclusiones

Se concluye que los ecotipos evaluados no difirieron significativamente en las variables evaluadas, solo la frecuencia de corte a la que fueron sometidos, superando significativamente la frecuencia de 60 días. El sistema de manejo impuesto al cultivo favorece, con la llegada de las lluvias, la presencia de plantas invasoras y reduce la capacidad de competencia de *M. oleifera* y, por ende, disminuyen los rendimientos.

Literatura citada

- Bartlett, M. 1937. Properties of sufficiency and statistical tests. Proc. Royal Soc. London. Ser. A, Mathemat. Phys. Sci. 160:268-282.
- Benítez, D.G., L.J. Catasús, I. Gómez, R.C. Arias, R. Fajardo, A. Ramírez, B.E. Pérez, Y. Nuviola, y E. Fonseca. 2010. Cultivares de pastos y forrajes tolerantes a los entornos adversos y degradados de la región oriental cubana. Editorial ARGAF, Holguín, CUB.
- Cordoví, E., J.V. Ray, O. Tamele, S. Nhantumbo, y A. Chimbambala. 2013. Characterization of forage tree and shrub species in semiarid climate of southern Mozambique. Pasto y Forrajes 36:434-439.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F tests. Biometrics 11:1-42.
- Godino, M., C. Arias, y M.I. Izquierdo, 2013. Interés forestal de la *Moringa oleifera* y posibles zonas de implantación en España. En: Sociedad Española de Ciencias Forestales, editor, 6º Congreso Forestal Español: "Montes: Servicios y desarrollo rural". Sociedad Española de Ciencias Forestales, Barcelona, ESP. p. 2-13.

- Hernández, A., J.M. Pérez, D. Bosch, L. Rivero, y I. Camacho. 2015. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura, y AGRINFOR, Ciudad de La Habana, CUB.
- Herrera, R.S. (ed.). 2006. Pastos Tropicales, contribución a la fisiología, establecimiento, rendimiento de biomasa, producción de semillas y reciclaje de nutrientes. Editorial EDICA, Mayabeque. CUB.
- Iglesias, W., M.E. Ortega. 2016. Evaluación de producción primaria de la Moringa (*Moringa oleifera* Lamark) en la estación experimental "Mutile". Investigación y Saberes. 5(2):84-91.
- Massey, F.J. 1951. The Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit. J. Am. Statist. Assoc. 43(253):68-78.
- Muhl, Q.E., E.S. du-Toit, and P.J. Robbertse. 2011. Temperature effect on seed germination and seedling growth of *Moringa oleifera* Lam. Seed Sci. Technol. 39:208-213. doi:10.15258/sst.2011.39.1.19
- Noda, Y., G. Martín, y R. Machado. 2007. Rendimiento y calidad bromatológica de *Morus alba* cosechada a diferentes alturas y frecuencias de defoliación. Rev. Cub. Cienc. Agríc. 41:363-369.
- Petit, J., F. Casanova, y F. Solorio. 2010. Rendimiento de forraje de *Leucaena leucocephala*, *Guazuma ulmifolia* y *Moringa oleifera* asociadas y en monocultivo en un banco de forraje. Rev. Forest. Venezolana 54:161-167.
- Pérez, R. 2011. *Moringa oleifera*: Una alternativa forrajera para ovinos. Fundación Produce Sinaloa, y Universidad Autónoma de Sinaloa, MEX.
- Pérez, C. 2012. Trabajo de fin de carrera: *Moringa oleifera* Lam., especie forestal de usos múltiples. Revisión bibliográfica. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, ESP.
- Romero, C., S. Alfonso, R. Medina, y R. Flores. 1998. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre los componentes morfológicos del pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*) en la zona de bajo Tocuyo, Estado Falcón. Zootecnia Trop. 16:41-60.
- Rosell, P.A., B. Lemes, A. Jiménez, S. Peña, y C. Milán. 2003. Diagnóstico urbano-ambiental. OPPM, Bayamo, Granma, CUB.
- Sosa, A.A., J.L. Ledea, W. Estrada, y D. Molinet. 2017. Efecto de la distancia de siembra en variables morfoagronómicas de moringa (*Moringa oleifera*). Agron. Mesoam. 28:1-5. doi:10.15517/am.v28i1.21430
- Toral, C.O., and M. Iglesias. 2012. Valuation of forage tree and shrub accessions during the establishment period. Pastos y Forrajes 35:17-28.
- Váldez-Rodríguez, A.O., C. Muñoz-Gamboa, A. Pérez-Vázquez, y L.E. Martínez-Pacheco. 2014. Análisis y ajuste de curvas de crecimiento de *Moringa oleifera* Lam. en diferentes sustratos. Rev. Biól. Agropecu. Tuxpán 2(2):66-70.
- Vidal, S. 1883. Sinopsis de familias y géneros de plantas leñosas en Filipinas: Introducción a la flora forestal del archipiélago filipino. Chofré y ca, Manila, FIL.
- Wencomo, H.B., y R. Ortiz. 2011. Capacidad de recuperación de 23 accesiones de *Leucaena* spp. después de la poda. Pastos y Forrajes 34:53-68.
- Ybalmea, R., R. Sánchez, G. Febles, y E. Mora. 2000. Plantación horizontal de la semilla asexual del piñón florido (*Gliricidia sepium*). Rev. Cub. Cienc. Agríc. 34:73-79.