

Efecto del ecotipo y la frecuencia de corte en el rendimiento forrajero de *Moringa oleifera* Lam, en el Valle del Cauto

José Leonardo Ledea Rodríguez, Giselle Rosell Alonso, Diocles Guillermo Benítez Jiménez, Ramón Crucito Arias Pérez, Jorge Valentín Ray Ramírez, Yordanis Nuviola Pérez

Instituto de Investigaciones Agropecuarias Jorge Dimitrov, Estación Experimental de Pastos y Forrajes, Bayamo, Granma, Cuba

RESUMEN

El estudio se realizó en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes, con el objetivo de evaluar el efecto de la frecuencia de corte (45 y 60 días) en el rendimiento forrajero de los ecotipos Nicaragua y Criolla de *Moringa oleifera*, en condiciones de riego y fertilización orgánica, en un suelo fluvisol del Valle del Cauto. Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 2 x 2, con cuatro réplicas. Las plantas se cortaron a 10 cm y se determinaron 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 hojas y tallos. Excepto la cantidad de brotes, todas las variables analizadas mostraron ser significativas para la frecuencia de corte ($P < 0,001$), y el número de hojas fue la única variable que mostró diferencia para el factor ecotipo ($P < 0,05$). Los mayores rendimientos de materia seca total se obtuvieron en la frecuencia de corte cada 60 días con 3,8 t.ha⁻¹ pero debido a la competencia que se creó entre la *M. oleifera* y gramíneas invasoras, el experimento solo se extendió por 180 días con reducción paulatina de la productividad. Se concluye que la frecuencia de corte cada 60 días mostró mayores rendimientos de MS; sin embargo, la altura de corte empleada favoreció la presencia de plantas invasoras, lo que disminuyó los rendimientos y la sostenibilidad de producción de forrajes del cultivo.

Palabras clave: producción de biomasa, arbustivas, *Moringa oleifera*

Effect of Ecotype and Cutting Frequency on Forage Yields of *Moringa oleifera* Lam, on the Cauto Valley

ABSTRACT

The study took place at the Experimental Station of Pastures and Forages to evaluate the effect of the cutting frequency (45 and 60 days) on forage yields of *Moringa oleifera* ecotypes Nicaragua and Criolla, with irrigation and organic fertilization, on fluvisol, on the Cauto Valley. A randomized block design with 2x2 factorial design and four replicas was used. The plants were cut 10 cm from the ground, and variables plant height, shoot amount and thickness, number of leaves, leaf/stem ratio, total dry matter (DM) yields, and dry leaves and stems, were determined. Except for the number of shoots, all the variables were significant for the cutting frequency ($P < 0.001$). The number of leaves was the only variable with a difference for the ecotype factor ($P < 0.05$). The greatest yields in total dry matter were achieved at 60 days (3.8 t.ha⁻¹). However, the experiment only lasted 180 days with gradual reduction in production, caused by the competition between *M. oleifera* and invading graminaceae. The study concluded that the cutting frequency of 60 days produced increased yields of DM. However, the cutting height favored the presence of invading plants, with decreasing yields and sustainability of forage production.

Key words: Biomass production, tree-like, *Moringa oleifera*

INTRODUCCIÓN

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 de seca (Benítez *et al.*, 2010). Estas condiciones provocan depresión en la persistencia, rendimiento y calidad de los principales cultivos utilizados en los sistemas ganaderos y demanda la búsqueda e introducción de otras especies que mejoren la calidad del alimento animal, principalmente arbóreas, por los innumerables beneficios que presentan para la ganadería, como son la alta producción de forraje, su utilización como sombra natural, cerca viva, y otras. Una de las plantas arbóreas promisorias para este fin es la *Moringa oleifera*, que ha demostrado a nivel mundial, su alto valor nutritivo (Garavito, 2008), resistencia a la sequía y rendimientos aceptables (Foidl, Mayorga y Vásquez, 1999).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del ecotipo y la frecuencia de corte en el rendimiento forrajero de este árbol, con la aplicación de riego y fertilización orgánica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localidad, clima y suelo

El experimento se realizó en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes del Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”, ubicada a 10 ½ Km. de la ciudad de Bayamo en un suelo fluvisol del Valle del Cauto. Según Hernández (1996), este suelo presenta mediana fertilidad, su textura es de una arcilla ligera, con drenaje generalmente bueno y la topografía llana. En la zona se presentan precipitaciones anuales entre 800 y 1 200 mm, temperatura media anual de 26 °C y una humedad relativa del 77 % (Rossell *et al.*, 2003).

Tratamiento, diseño y análisis estadístico

El test realizado para comprobar la normalidad de los datos fue el de Kolmogorov-Smirnov, se realizaron análisis de varianza según modelo de arreglo factorial con diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, que consideró los efectos del ecotipo, frecuencia de corte y su interacción. Los datos de altura, grosor medio de los brotes y los rendimientos fueron transformados según $\log(x)$ y el número de brotes según \sqrt{x} . El análisis estadístico se efectuó con el software Statistica versión 8.0.

Procedimiento experimental

Se aplicó riego a razón de 50 mm cada 21 días y 20 t de materia orgánica por hectárea. El corte se realizó a una altura de 10 cm a partir del suelo.

Las observaciones de la dinámica de crecimiento de las plantas se iniciaron luego del corte de establecimiento, efectuado el día 10 de enero, y se continuaron dependiendo del ciclo de corte. Las medidas que se realizaron fueron: altura de la planta, número y grosor de rebrotes, cantidad de hojas por brote, peso de la planta íntegra, peso de los tallos tiernos y peso de las hojas. Una vez realizada la cosecha se tomaron muestras de tres plantas, que se desecaron en una estufa a 60 °C durante 72 h y posteriormente se tomaron los pesos secos, para determinar los rendimientos de MS total, MS de hojas y de tallos.

Las unidades experimentales fueron parcelas de 9 x 7 m y las unidades muestrales 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 al borde de las cabezas de las parcelas. Los surcos se separaron a 0,5 m y las plantas a 0,25 m. Las parcelas se distanciaron a 2 m.

El experimento tuvo una duración de seis meses, desde enero hasta julio de 2012.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cantidad de hojas por brote fue significativa ($P < 0,05$) para el factor ecotipo, destacándose la Criolla con 10 hojas por planta, con respecto a la Nicaragua con nueve, el error estándar de las medias evaluadas fue de $\pm 0,034$. Para el factor edad de corte las variables morfológicas y de rendimiento que mostraron efecto significativo se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Medias de las variables para el factor frecuencia de corte

Variables	Frecuencia de corte (días)			
	45	60	±ES	Sig.
Altura (cm)	4,4 (83,6)	4,8 (119,9)	1,60	***
Grosor medio de brotes (cm)	0,6 (0,8)	0,7 (1,1)	0,17	***
Hojas por brote	9	10	0,03	***
Relación hoja/tallo	1,4 (2,3)	1,1 (1,1)	0,15	***
Rendimiento MS total, $t.ha^{-1}$	1,3 (1,9)	1,7 (3,8)	0,50	***
Rendimiento MS hojas, $t.ha^{-1}$	1,1	1,3	0,50	NS

	(1,2)	(1,9)		
Rendimiento MS tallos, $t.ha^{-1}$	1,0	1,3	0,50	NS
	(0,7)	(1,8)		

Datos entre paréntesis corresponden a valores originales

P < 0,001***

El ecotipo Criolla muestra mayor cantidad de hojas, lo que puede estar dado por las diferencias genóticas que existen, incluso entre individuos de una misma especie, esto resulta en una importancia preponderante, si se tiene en cuenta que en base seca, este órgano contiene hasta 30 % de PB, altos contenidos de macro y micro nutrientes, minerales, abundantes y balanceados niveles de aminoácidos esenciales (Folkard y Sutherland, 1996), estas características químicas le atribuyen un alto valor nutritivo a este ecotipo en el período poco lluvioso, comprendido en Cuba desde noviembre hasta abril.

Las variables de altura de la planta, grosor medio de los brotes y hojas por brote presentaron mayores valores a los 60 días de cortadas, lo que concuerda con el comportamiento fisiológico de las plantas.

Sin embargo, los valores obtenidos para la altura de la planta y grosor de los brotes fueron inferiores a los referidos por Alfaro y Martínez (2008), cuando evaluaron estas variables en diferentes ecosistemas de Guatemala utilizando ecotipos de *M. oleifera*, refiriendo estos autores que el efecto del ecosistema, distancia de siembra y método de siembra fueron las variables que influyeron en la variabilidad de los resultados obtenidos, los valores obtenidos por Cordoví *et al.* (2013) cuando evaluaron la altura de varias arbustivas en invierno y verano en el sur de Mozambique también superan los valores referidos en este estudio. El comportamiento mostrado en la Tabla 1, para la altura de la planta se debe a las respuestas fenotípicas individuales de los ecotipos, que influyó a su vez, en el desarrollo fisiológico.

Para la variable cantidad de hojas por brotes, el resultado fue el esperado producto a las diferencias inducidas por la edad al corte; al prolongarse la edad, la planta continua su desarrollo y las diferencias en su estructura y respuesta agronómica se acentúan, es por eso que la relación hoja/tallo se vio favorecida por la edad de 45 días, al respecto Herrera (2004) señaló que cuando la edad de cosecha se incrementa, disminuye la relación hoja/tallo.

Independientemente del comportamiento de la relación hoja/tallo, los mayores rendimientos de materia seca total, hojas y tallos fueron significativamente superiores a los 60 días al corte, debido al mayor desarrollo, estructural y morfológico de la planta, estas, al transitar por este dinámico proceso incrementan su productividad cuando no hay factores limitantes extremos, de esta forma alcanzan mayor producción de MS por unidad de superficie a partir de hacerse más eficiente el proceso fotosintético por el incremento del tamaño y peso de la hoja, y con ello el área fotosintéticamente activa (Herrera *et al.*, 2013).

Los resultados para rendimiento de MS total superan los referidos por Palmero (2012), Loyola *et al.* (2013) y Loyola *et al.* (2014) en condiciones edafoclimáticas del municipio Santa Cruz del Sur de la provincia de Camagüey, pero son inferiores a los referidos por Cordoví *et al.* (2013) en el Sur de Mozambique, debido sobre todo por las diferencias climáticas en las que se desarrollaron los estudios.

A pesar de que el rendimiento de $t.MS.ha^{-1}$ de los tallos fue significativamente superior a los 60 días con respecto a los 45, recomendamos utilizar la edad de 60 días para el corte, ya que este comportamiento no compromete la calidad nutricional del cultivo ni su persistencia, obsérvese (Tabla 1) que también se obtuvo mayor rendimiento de hojas al corte a los 60 días debido al incremento de su tamaño y peso específico. Independientemente de que las plantas incrementen los contenidos de fibra a medida que se avanza la edad, en las arbustivas este comportamiento no las afecta como a las gramíneas, por lo tanto, es de muy baja consideración en este tipo de cultivo (Pérez Infante, 2013).

Considerando que el rendimiento de MS y su evolución, es una variable que transversaliza los estudios agronómicos, productivos y estructurales de las arbustivas y no arbustivas, se le dio seguimiento en el tiempo a su comportamiento, se observó que, durante las diferentes edades de corte y sus respectivos números de corte, existió un comportamiento variable (Fig. 1).

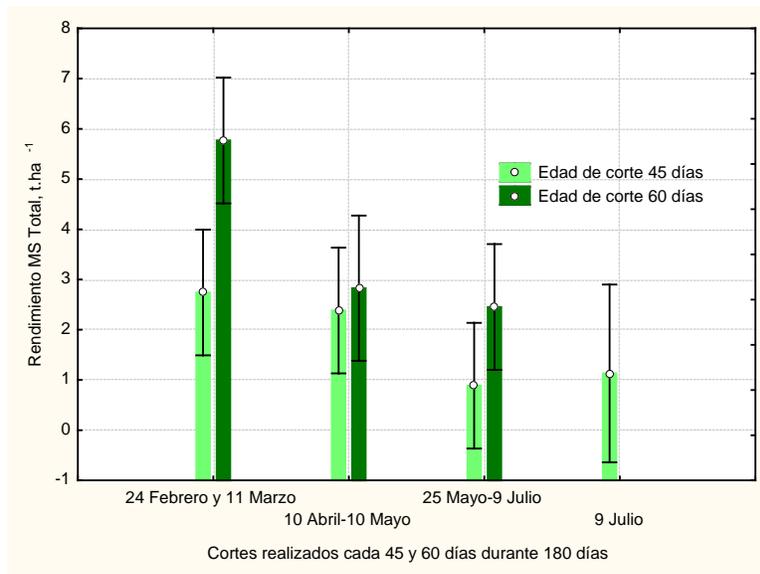


Fig. 1. Evolución de la productividad de MS total durante los cortes realizados en 180 días

Este estudio solo se prolongó hasta 180 días, porque la invasión de gramíneas rastreras imposibilitó la continuidad de los experimentos, así como la persistencia de algunas plantas.

No obstante, los mayores rendimientos se mostraron en el período febrero-abril; final del período seco e inicio del lluvioso. En este periodo se observó que el corte de 60 días produjo 5,8 tMS.ha-1, cifra que duplicó las 2,7 tMS.ha-1 obtenidas a los 45 días. Aproximadamente a los 90 días de iniciado el experimento comenzó el período lluvioso, esto favoreció la invasión de plantas indeseables, especialmente gramíneas invasoras, que disminuyó la capacidad de respuesta y competencia de la *M. oleifera* por las diferencias en los hábitos de crecimiento y desarrollo, impidiendo la sostenibilidad de producción de forraje de esta arbórea.

A pesar de la rehabilitación del cultivo es inevitable la pérdida de plantas y los daños de las que sobrevivieron, aunque esto no se cuantificó en este estudio. Reyes (2004) y Pérez *et al.* (2010) señalaron que cuando se emplean altas densidades de siembra se crean competencias entre plantas por nutrientes, agua, luz y espacio vital, lo que provoca pérdida de las plántulas, que pueden ir de 20 a 30 % por corte e inciden en la producción de biomasa, en este sentido Padilla *et al.* (2014) en el occidente de Cuba, utilizaron densidades de siembra de 200 000 planta/hectárea y evaluaron la altura de corte (10, 20 y 30 cm) en la estructura y rendimiento de MS de esta especie, y obtuvieron que aún para los 30 cm de altura se mantuvo la invasión de arvenses, y que el rendimiento no se favoreció significativamente en ninguno de los tratamientos evaluados, concluyendo que lo que más afecta la productividad de MS es la densidad de siembra con respecto a la altura del corte.

No obstante, Padilla *et al.* (2014) refirieron que la mayor altura, número de ramas y peso de las plantas se logró en las plantas cortadas a 20 cm de altura, lo que sugiere que la altura del corte favorece la estructura de la planta, aspecto este que debe ser considerado para estudios agronómicos futuros en esta especie en el Valle del Cauto, además de ser necesario la prolongación del estudio en el tiempo y contemplar el efecto de la interacción del genotipo con la altura y las frecuencias de corte, sobre las variables que definen el rendimiento y persistencia del cultivo.

Por otra parte, Pérez *et al.* (2010) describieron que el brote cumple una función renovadora de la biomasa. En este estudio, esta variable no fue significativa bajo ninguno de los efectos ni en su interacción, y no la podemos relacionar con la invasión de gramíneas rastreras, el número de rebrotes obtenidos fue de 1,7 por planta con coeficientes de variación 0,4.

Ybalmea *et al.* (2000) informaron un comportamiento similar y, siguiendo los criterios de Araya y Benavides (1994), atribuyeron este efecto a la dominancia de los brotes más desarrollados, que demandan mayor cantidad de nutrientes y combinado con el efecto de sombra que producen en los más pequeños, provoca la muerte de éstos últimos afectando la cantidad de brotes de las plantas.

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.

RECOMENDACIONES

Es necesario cambiar el sistema de manejo, para mantener las altas producciones de biomasa observadas durante los primeros cortes.

REFERENCIAS

- ALFARO, C. N., MARTÍNEZ, W. W. (2008). *Uso potencial de la Moringa (Moringa oleifera Lam) para la producción de alimentos nutricionalmente mejorados*. Guatemala: Ed. SERVIPRENDA.
- ARAYA, J. y BENAVIDES, J. (1994). Efecto de la procedencia, posición de la rama y tipo de siembra en el establecimiento de Sauce amarillo (*Sambucus canadensis*) en Puriscal, Costa Rica. En J. E. Benavides (Ed) *Árboles y arbustos Forrajeros de América Central*. Costa Rica: Editorial CATIE.
- CORDOVÍ, E.; RAY, J. V.; TAMELE, O.; NHANTUMBO, S y CHIMBALAMBALA, A. (2013). Caracterización de especies arbóreas y arbustivas forrajeras en clima semiárido del sur de Mozambique. *Rev. Pastos y Forrajes*, 36 (4), 434-439.
- BENÍTEZ, D. G.; CATASÚS, L. J.; GÓMEZ, I.; ARIAS, R. C.; FAJARDO, R.; RAMÍREZ, A.; PÉREZ, B. E.; NUVIOLA, Y. y FONSECA, E. (2010). *Cultivares de pastos y forrajes tolerantes a los entornos adversos y degradados de la región oriental cubana*. Cuba: Grupo de Investigaciones de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "La Pitucha".
- FOLKARD, G y SUTHERLAND. J. (1996). *Moringa oleifera* un árbol con enormes potencialidades. *Rev. Agroforestry Today*, 8 (3), 23-26.
- FOIDL, N., MAYORGA, L y VÁSQUEZ, W. (1999). *Utilización de marango (M. oleifera) como forraje fresco para ganado*. Conferencia de la FAO sobre Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica, Proyecto Biomasa, Managua, Nicaragua.
- GARAVITO, U. (2008). *Moringa oleifera, alimento ecológico para ganado vacuno, porcino, equino, aves y peces, para alimentación humana, también para producción de etanol y biodiesel*. Recuperado el 18 de marzo de 2015, de <http://www.moringa.es>.
- HERNÁNDEZ, M. (1996). *Los suelos ganaderos de Cuba*. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey.
- HERRERA, R. S. (2004). *Fotosíntesis. Pastos Tropicales, contribución a la fisiología, establecimiento, rendimiento de biomasa, producción de biomasa, producción de semillas y reciclaje de nutrientes*. La Habana, Cuba: Ed. EDICA, ICA.
- HERRERA, R.; GARCÍA, M.; FORTES, D.; CRUZ, M. A y ROMERO, A. (2013). Influencia de la distancia de muestreo en los indicadores agronómicos de Pennisetum purpureum vc. CT-115. *Rev. Cubana de Cienc. Agríc.*, 47 (2), 189-193.
- LOYOLA, O.; TRIANA, D.; CURBELO, L. y GUEVARA, R. (2013). *Producción de follaje y composición bromatológica de cercas vivas sobre sabanas ultramáficas de Camagüey*. V Conferencia Internacional Ciencia y Tecnología por un Desarrollo Sostenible, Camagüey, Cuba.
- LOYOLA, O.; PÉREZ, I.; TRIANA, D.; VALIDO, A.; YERÓ, I. (2014). Evaluación agroproductiva de *Moringa oleifera* Lam en cercas vivas en condiciones edafoclimáticas. *Rev. Prod. Anim.*, 26 (2), 23-25.
- PADILLA, C.; FRAGA, N.; SCULL, I.; TUERO, R y SARDUY L. (2014). Efecto de la altura de corte en indicadores de la producción de forraje de *Moringa oleifera* vc. Plain. *Rev. Cubana de Cienc. Agríc.*, 48 (4), 405-409.
- PALMERO, G. (2012). *Evaluación agroproductiva de Moringa oleifera Lam en cercas vivas en condiciones edafoclimáticas del municipio Santa Cruz del Sur*. Tesis de doctorado. Universidad de Camagüey, Cuba.
- PÉREZ, A.; SÁNCHEZ, N.; AMERANGAL, N. y REYES, F. (2010). Características y potencialidades de *Moringa oleifera* Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. *Rev. Pastos y Forrajes*, 33 (4), 1-16.
- PÉREZ-INFANTE, F. (2013). *Ganadería Eficiente. Bases Fundamentales*. La Habana, Cuba: Ed. Asociación Cubana de Producción Animal.

Efecto del ecotipo y la frecuencia de corte en el rendimiento forrajero de *Moringa oleifera* Lam, en el Valle del Cauto

REYES, A. (2004). *Marango. Cultivo y utilización en la alimentación animal*. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria, Dirección de Investigación, Extensión y Postgrado.

ROSELL, P. A.; LEMES, B.; JIMÉNEZ, A.; PEÑA, S. y MILÁN, C. (2003). *Diagnóstico Urbano-Ambiental. Ciudad de Bayamo*. Bayamo, Granma, Cuba: Ed. OPPM.

YBALMEA, R.; SÁNCHEZ, R.; FEBLES, G. y MORA, ENEIDA (2000). Plantación horizontal de la semilla asexual del piñón florido (*Gliricidia sepium*). *Rev. Cubana Cienc. Agríc.*, 34 (1), 73.

Recibido: 12-7-2017

Aceptado: 20-7-2017