



RESPUESTA AGROPRODUCTIVA DE *Moringa oleifera* Lam. EN DIFERENTES EDADES Y ALTURAS DE CORTE †

[AGROPRODUCTIVE RESPONSE OF *Moringa oleifera* Lam. IN DIFFERENT AGES AND CUTTING HEIGHTS]

J.L. Ledea-Rodríguez^{1*}, J.J. Reyes-Pérez², O. La O León³,
D.G. Benítez-Jiménez⁴, R.C. Arias-Pérez⁴ and Y. Méndez-Martínez²

¹Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR). Instituto Politécnico Nacional. N° 195. Col. Playa Palo de Santa Rita Sur, La Paz, Baja California Sur, México. Email: ledea1017@gmail.com

²Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Av. Walter Andrade. Km 1 ½ vía a Santo Domingo. Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

³Universidad Nacional de Loja. Facultad de Agropecuaria y Recursos Renovables. Ciudad Universitaria "Guillermo Falconí Espinosa", Av. Pío Jaramillo Alvarado s/n, Sector La Argelia, Loja, Ecuador.

⁴Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov". Estación Experimental de Pastos y Forrajes, km 10½, Carretera Bayamo – Tunas. Bayamo, Granma, Cuba

*Corresponding author

SUMMARY

Background. Background. The *Moringa oleifera* Lam is a fast growing deciduous tree. **Objective.** To evaluate under conditions of Cauto Valley, Cuba, the effect of the combination of cutting height with cutting age in morphological and productive variables in *Moringa oleifera* vc Criolla. **Methodology.** The evaluations were developed in a design of divided plots with four replicas, the cutting height (0, 10, 20, 30 and 40 cm) was identified as the main plot, and the cutting age (45 and 60 days) as a sub plot. for a total of ten treatments. **Results.** Plant height (103.9 cm) and number of leaves per plant (29.15) were favored ($p \leq 0.05$) when the cut was combined at 60 days at 40 cm height, the stem diameter was variable depending on cutting height The green matter yield (GM) did not show significant differences ($P \geq 0.05$) when the cut was used between 10 and 40 cm in height at 60 days (5.62-5.85 t GM / ha-1), at 45 days to All the results were variable, but lower ($p \leq 0.05$) than those obtained at 60 days. The DM yield was favored in the same range of cutting height and age as for GM, and ranged between 1.14-1.73 t DM / ha-1. **Implications.** It is recommended to use this management for the production of fodder in the conditions of the Cauto Valley and evaluate it over time, emphasizing the survival of the plants and sustainability of the forage production. **Conclusions.** The management system evaluated for forage production of *Moringa oleifera*, contributed an important accumulation of leaves that contributed to acceptable GM and DM productions, the combination that contributed most to this result was the cut at 60 days at 40 cm high.

Keywords: Shrubs; moringácea; performance; dry matter; Cauto Valley.

RESUMEN

Antecedentes. La *Moringa oleifera* Lam es un árbol caducifolio de rápido crecimiento. **Objetivo.** Evaluar en las condiciones del Valle del Cauto, Cuba, el efecto de la combinación altura de corte con edad de corte en variables morfológicas y productivas en *Moringa oleifera* vc Criolla. **Metodología.** Las evaluaciones se desarrollaron en un diseño de parcelas divididas con cuatro réplicas, como parcela principal se identificó la altura de corte (0, 10, 20, 30 y 40 cm), y como sub parcela la edad de corte (45 y 60 días) para un total de diez tratamientos. **Resultados.** La altura de la planta (103.9 cm) y cantidad de hojas por planta (29.15) se vieron favorecidas ($p \leq 0.05$) cuando se combinó el corte a 60 días a 40 cm de altura, el diámetro del tallo se mostró variable en función de la altura de corte. El rendimiento de materia verde (RMV) no mostró diferencias significativas ($P \geq 0.05$) cuando se empleó el corte entre 10 y 40 cm de altura a los 60 días (5.62-5.85 t MV/ha-1), a los 45 días para todas las combinaciones los resultados fueron variables, pero inferiores ($p \leq 0.05$) a los obtenidos a los 60 días. El rendimiento de MS se favoreció en el mismo intervalo de altura de corte y edad que para RMV, y osciló entre 1.14-1.73 t MS/ha-1. **Implicaciones.** Se

† Submitted June 27, 2019 – Accepted November 27, 2019. This work is licensed under a CC-BY 4.0 International License.

ISSN: 1870-0462.

recomienda utilizar este manejo para la producción de forraje en las condiciones del Valle del Cauto y evaluarlo en el tiempo, haciendo énfasis en la supervivencia de las plantas y sostenibilidad de la producción de forraje. **Conclusiones.** El sistema de manejo evaluado para producción de forraje de *Moringa leífera*, aportó un importante cúmulo de hojas que contribuyeron a aceptables producciones de MV y MS, la combinación que más aportó a este resultado fue el corte a los 60 días a 40 cm de altura.

Palabras claves: Arbustiva; moringácea; rendimiento; materia seca; Valle del Cauto

INTRODUCCIÓN

La *Moringa oleifera* Lam., árbol caducifolio perenne originario de la India, caracterizado por rápido crecimiento en el primer año (Bécquer et al., 2018), y presentar una amplia plasticidad ecológica convirtiéndolo en una aceptable alternativa para la alimentación animal en diferentes partes de mundo, también la industria farmacéutica le ha prestado atención a este árbol por la calidad del aceite contenido en sus semillas, que llega ocupar hasta el 37% (Estrada et al., 2016).

Sus altos rendimientos en base fresca y altos contenidos de nutrientes en base seca, entre ellos de proteína, inerales y vitaminas (Fahey et al., 2018), convirtiéndola en una alternativa para alimentación animal en tiempos de lluvias y de pocas lluvias (Basra et al., 2015), según estos autores para mejorar el uso de la tierra e incrementar la disponibilidad de alimentos los árboles y arbustos son ideales, debido a los bajos requerimientos para mantenimiento e insumos, y su capacidad para proporcionar forraje de buena calidad durante los períodos de escasez de alimentos.

Para el caso especial de la *Moringa*, se debe considerar que es una planta de crecimiento acelerado, por lo que la desproporción de hojas respecto a los tallos cambia bruscamente, Foidl & Mayorga (2003) señalaron que para aprovechar la biomasa de las hoja la planta debe cultivarse entre los 45 y 60 días a alturas de corte de 20 cm, desde la base del tallo, este último factor es de importancia preponderante dentro los sistemas de cultivos de plántulas en la región tropical, ya que determina, la velocidad de rebrote en función de las reservas acumuladas a nivel de la raíz (Sosa-Rodríguez et al., 2016) y capacidad para competir con otras plantas arvenses en función de crecimiento y desarrollo (Ledea-Rodríguez et al., 2018a).

En sistemas de producción el comportamiento de la planta varía en función del tipo manejo que se desarrolle, de esta forma lograr producciones estables de biomasa entre 45 y 60 días con altura de corte que permitan un adecuado desarrollo de la planta y le

otorgue, además, ventajas sobre el resto de las plantas con las que comparte el espacio, podría permitir un sistema equilibrado con persistencia del cultivo. Experiencias en el cultivo de la *Moringa*, bajo este sistema de manejo se han obtenido en la región occidental de Cuba. Se desarrollaron ensayos en los que contemplaron el efecto de la altura de corte (10, 20 y 30 cm) en la productividad y permanencia de las plantas en dos edades diferentes: 1), edad de corte de 45 días para la estación de lluvias y 2) 60 días para la estación poco lluviosa, ambas con adecuadas respuestas productivas pero afectadas por el ataque de insectos y hongos, además de predisponer el sistema de manejo impuesto la despoblación y pérdida del cultivo (Padilla et al., 2017).

Ledea-Rodríguez et al., (2017) realizaron el corte a 10 cm de altura en dos ecotipos de *Moringa* (Nicaragua y Criolla) en las edades de 45 y 60 días, sin embargo, la altura del corte no determinó las diferencias si no la edad de las plantas, si observaron que las pratenses ocluyeron el desarrollo de los rebrotes después del corte.

A partir de los mencionados antecedentes se propone como objetivo de la presente investigación evaluar el efecto de la combinación altura con edad de rebrote en la respuesta agro productiva de la *Moringa oleifera* vc Criolla, en las condiciones edafoclimáticas del Valle del Cauto de la provincia Granma, Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El estudio se desarrolló en 2015 en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes (EEPF) del Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”, ubicada a 10 ½ km de la ciudad de Bayamo, provincia Granma. En las coordenadas 20° 18' 13" LN y 76° 39' 48" LO.

El clima donde está ubicada la estación, se clasifica como tropical relativamente húmedo (Barranco y Días, 1989). Durante el año de estudio precipitaron 924 mm, de ellos, el 94.5 % en la estación lluviosa (mayo-octubre), con un período intensamente seco en la estación poco lluviosa (Figura 1).

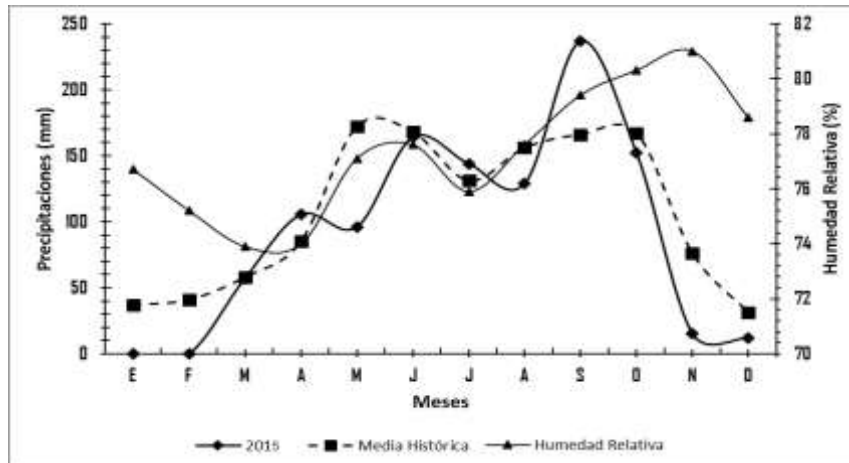


Figura 1. Comportamiento de la humedad relativa y precipitaciones durante 2015 con respecto a la media histórica mensual de precipitaciones.

Tabla 1. Composición química del suelo en el área experimental.

		Disponibles				Asimilables			
		mg/100g de suelo				cmol·kg ⁻¹ de suelo			
pH KCL	pH H ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	% M.O	% SST	Ca	K	Mg	Na
5,18	6,90	2,21	8,33	1,90	0,0488	13,2	0,218	7,4	0,8

El suelo del área es del tipo fluvisol, según la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 2015), cuyas características químicas se presentan en la tabla 1.

Material vegetal y establecimiento. Se utilizaron plantas de *M. oleifera* vc Criolla provenientes de un estudio previo de germinación en el cual se alcanzó el 98% de germinación. Las plantas fueron trasplantadas de bolsas de polietileno de 8 x 18 cm, que contenía un sustrato compuesto por mezcla de tierra 50 % + 40 de cachaza +10 % de humus de lombriz.

La preparación del suelo incluyó dos pases de grada ADI-3 acopladas a un tractor Tung-6M, y surcado con tracción animal, depositando materia orgánica de origen animal (bovino) a razón de 4 t/ha⁻¹, la cual aportó por hectárea 82.5 kg de nitrógeno, 57.5 de P₂O₅, 180 de K₂O y 16.6 kg/MO. Desde la preparación del suelo hasta la siembra, se realizaron tres limpiezas con azadón y tres cultivos con bueyes lo que permitió mantener limpio el experimento durante todo el periodo.

A los 32 días posteriores a la germinación, se desarrolló la siembra por un equipo especializado de la EEPF. Las plantas se ubicaron en marcos de 0.40 m entre plantas y 0.70 m entre hileras dentro de parcelas de 10 x 4.2 m, con un área total de 42 m², y 25.2 m² de área cosechable, se contó con una densidad de 35 714 plantas ha⁻¹.

El corte de uniformidad se realizó a los 35 días del trasplante, luego cada corte respondió a las frecuencias preestablecidas (45 y 60 días) según la altura de interés.

Tratamientos y diseño experimental. Se empleó un diseño de parcelas divididas, se evaluaron como tratamientos las combinaciones de altura de corte (0, 10, 20, 30, y 40 cm) como parcela principal y edad de rebrote (45 y 60 días) como subparcelas, los cuales se distribuyeron de forma aleatoria en cuatro réplicas.

Mediciones en la planta. Se seleccionaron diez plantas por repetición y se midió: Altura de la planta con una regla milimetrada desde la base hasta el ápice de la última hoja, diámetro de los tallos medido con

un pie de rey a 10 cm a partir del suelo, cantidad de hojas y número de rebrotes por planta.

Rendimiento de materia verde (MV) y materia seca (MS). Se midió posterior a las mediciones, realizando el corte., Para ello se eliminó el efecto de borde consistente en los surcos externos y los 50 cm al principio y final de cada parcela. Las plantas que no quedaron dentro del efecto de borde, fueron cortadas y pesadas, contemplándose este peso como masa verde. Las diez plantas que fueron seleccionadas para las mediciones agronómicas, fueron sesgadas y se tomó una muestra de 300 gr que fue secada a temperatura variable según las recomendaciones de Herrera (2003). A partir del peso seco de la muestra y el peso verde de cada parcela se estimó el rendimiento de materia seca por hectárea.

Análisis estadístico. Para la distribución normal de los datos se empleó la prueba de Kolmogorov-Smirnov (Massey, 1951) y para la homogeneidad de varianzas la prueba de Bartlett (Bartlett, 1937), las medias resultantes de las interacciones se compararon mediante la dócima de Keuls (Keuls, 1952). El modelo matemático que se empleó en cada uno de los ANOVA fue el siguiente:

$Y_{ijk} = \mu + R_i + AC_j + E_{ij} + FC_k + (AC \times FC)_{jk} + e_{ijk}$
 Dónde: Y_{ijk} = variable respuesta, μ = constante común a todas las observaciones, R_i = efecto de la i -ésima réplica ($i=1, \dots, 4$), AC_j = efecto de la j -ésima altura de corte ($j=1, \dots, 5$), E_{ij} = error aleatorio de la parcela principal, FC_k = efecto del k -ésima frecuencia de corte ($k=1, 2$), $AC \times FC_{jk}$ = efecto combinado de la j -ésima altura de corte en la k -ésima frecuencia de corte, e_{ijk} = error aleatorio $\sim N(0, \sigma^2e)$.

RESULTADOS

La interacción entre edad de rebrote y altura de corte, modificó ($p \leq 0.05$) las variables altura de la planta, diámetro del tallo y cantidad de hojas por planta (Cuadro 2) de forma significativa ($P \leq 0.05$).

La mayor altura de la planta se observó cuando se combinó el corte a 40 cm a los 60 días de edad, en esta misma edad, independientemente de las alturas de corte se registraron las mayores ($p \leq 0.05$) alturas para la planta, respecto a la edad de 45 días, quien también difirió entre sus propios promedios para cada altura de corte establecida, solo las alturas a 10 y 20 cm compartieron superíndices dentro de la frecuencia de 45 días.

Para el diámetro del tallo, las combinaciones de altura y frecuencia de corte a los 60 días favorecieron de forma significativa el grosor del mismo respecto a la edad de 45 días, en esta frecuencia los diámetros fueron variables, y el mayor incremento ($p \leq 0.05$) se observó cuando se cortó a 40 cm.

El mayor ($p \leq 0.05$) número de hojas por planta se obtuvo cuando se realizó el corte a 40 cm a los 60 días de edad, en el resto de las alturas empleadas en esta misma edad no existieron diferencias significativas, pero se deprimió el número de hojas en la medida que disminuyó la altura de corte, este patrón se repitió para la frecuencia de 45 días, acentuándose de forma significativa ($P \leq 0.001$) la depresión para la altura de corte a 0 cm. Para el número de rebrotes no se observaron variaciones por el efecto de la interacción ($P \geq 0.05$).

Tabla 2. Efecto combinado de la frecuencia y altura de corte en la estructura de la planta.

Variables	Altura de corte (cm)										P valor	±EE
	0		10		20		30		40			
	Edad de corte (días)											
	45	60	45	60	45	60	45	60	45	60		
Altura de la planta (cm)	39.9 ⁱ	84 ^e	48.8 ^h	89.5 ^d	59.2 ^g	92.3 ^c	60 ^{fg}	101.3 ^b	61.5 ^f	103.9 ^a	0.01	20.1
Diámetro del tallo (mm)	68.7 ^e	107 ^b	71.5 ^e	113 ^{ab}	79.5 ^d	117 ^a	84.5 ^{cd}	117.5 ^a	107.1 ^c	120.2 ^a	0.03	32.5
Hojas por planta (U)	15.6 ^e	22.6 ^{bc}	17.2 ^{de}	22.9 ^{bc}	17.9 ^{de}	23.5 ^{bc}	18.9 ^{de}	25.9 ^b	20.8 ^{cd}	29.15 ^a	0.001	8.20
Rebrotes por planta (U)	2.25	1.90	1.92	1.72	1.85	1.97	2.20	1.57	1.90	2.1	0.23	0.56

a, b, c, d, e, f, g Al menos con una letra en común dentro de cada fila no existen diferencias significativas según Keuls (1952) para $p \leq 0.05$

El rendimiento de Materia Verde (MV) a los 60 días se favoreció de forma significativa ($P \leq 0.05$) por la interacción edad de rebrote con altura de corte, excepto cuando se cortó a 0 cm de altura, de igual forma a los 45 días se obtuvo el valor significativamente inferior cuando se empleó esta altura de corte. El resto de los promedios difirieron de los obtenidos a los 60 días, los valores que se obtuvieron con 40 cm de altura de corte con la frecuencia de 45 días, coincidió con el obtenido a los 60 días con altura de corte 0 cm (Figura 1).

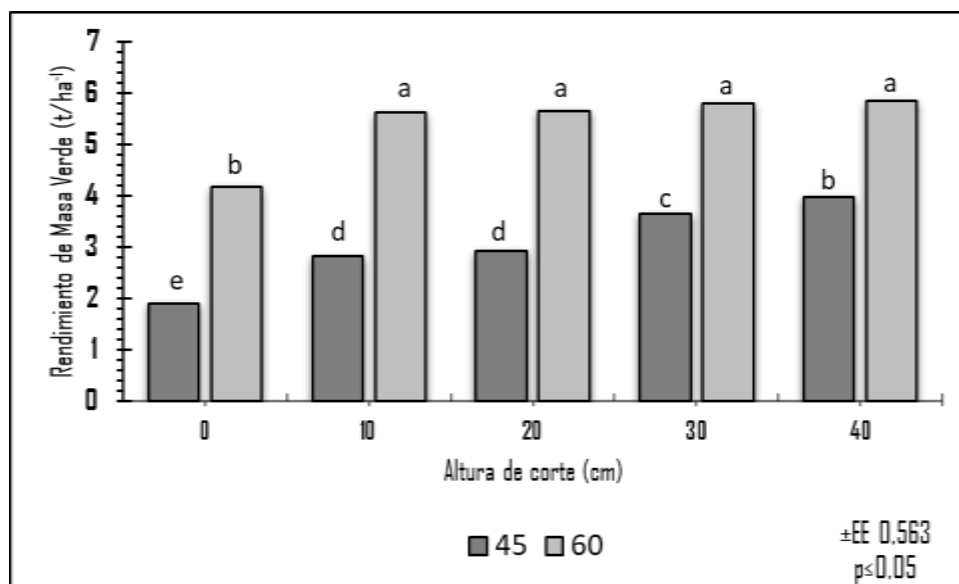
De manera similar sucedió con el rendimiento de MS (Figura 3), los valores significativamente superiores se alcanzaron a la edad de 60 días en las diferentes alturas de corte, excepto cuando se empleó 0 cm de altura, y todos los promedios de la edad de 45 días difirieron en las diferentes alturas del que se alcanzó a los 60 días en las alturas de corte preestablecidas. Cuando se cortó a 0 cm también se obtuvieron los menores ($p \leq 0.05$) rendimiento para la frecuencia de 45 días, y este valor difirió con el resto de los promedios obtenidos, fueron comunes las alturas 10 y 20 cm, así como 30 y 40 cm para la edad de 45 días.

DISCUSIÓN

El desarrollo de las arbustivas en función de la altura, responde, en primera instancia cuan favorable fue el proceso de germinación de las mismas, ya que a partir del cual, las plantas, luego de agotarse las reservas energéticas del cotiledón, deben, a partir del

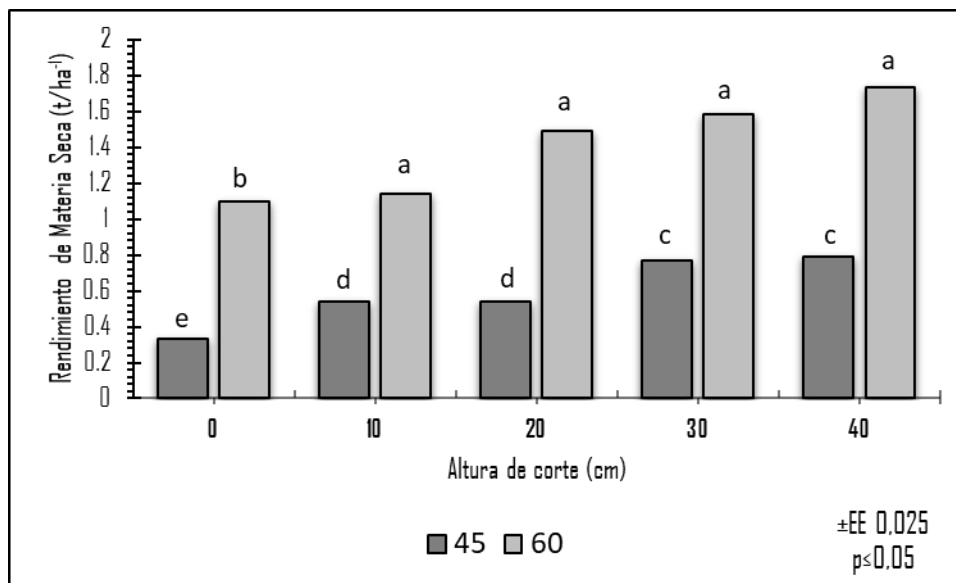
desarrollo de la raíz primaria, garantizar la incorporación de nutrimentos necesarios para su crecimiento (Villar et al., 2004), a partir de los resultados al trasplante para el presente estudio se consideran todas las plantas de calidad, aunque los valores de altura señalados por Ramos-Trejo *et al.*, (2016) superaron los obtenidos en la presente investigación, obtuvieron alturas de 118 cm en combinaciones de 45 días de edad y cortes a 40 cm de altura, mientras que, en cortes a los 60 días y 40 cm de altura promediaron alturas de 166 cm, estos autores no obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos que aplicaron (40, 80 y 120 cm de altura de corte combinados con edades de corte de 45 y 60 días), bajo un sistema de cortes sucesivos (tres al año).

Considerar que los autores en mención desarrollaron sus estudios en las condiciones de Yucatán, México, clima un poco más adverso que el que se describe para la presente investigación, sin embargo, las condiciones de suelo son muy similares a las del presente estudio, pero fueron beneficiados con las precipitaciones, de las cuales precipita en su período de experimentación (junio-febrero) el 75% del promedio anual (1500 mm). Similares comportamientos por el efecto de las lluvias obtuvieron Noda-Leyva et al., (2015) en tres oleaginosas (*Jatropha curcas*, *Ricinus communis* y *Moringa oleifera*) cuando se aplicaron el corte entre 30 y 40 cm de altura a los 60 días de rebrote.



a, b, c, d, e Letras con superíndices diferentes difieren para $p \leq 0.05$ según Keuls (1952)

Figura 2. Interacción entre la edad de rebrote y frecuencia de corte en el rendimiento de Masa Verde de *Moringa oleifera* vc Criolla.



a, b, c, d, e Letras diferentes difieren para $p \leq 0,05$ según Keuls (1952)

Figura 3. Interacción entre edad de rebrote y altura de corte en el rendimiento de MS en la variedad de *M. oleifera* cv Criolla.

La Moringa responde favorablemente a niveles de humedad siempre y cuando no alcance a encharcamiento, ya que es una de los principales factores que provoca la muerte de la planta, por lo que regímenes de precipitaciones favorables tiene un impacto positivo sobre la germinación, crecimiento y desarrollo. Mientras exista un régimen pluviométrico que favorezca el cultivo, este es capaz de acumular forraje y producir frutos (Rabbani et al., 2012). En las condiciones de la presente experimentación, existió un déficit de precipitaciones que pudo haber incidido en el desarrollo de las plántulas.

Durante períodos de intensa sequía estacional ($171.59 \text{ mm mes}^{-1}$) y de intensas lluvias ($781.41 \text{ mm mes}^{-1}$) que identifican a la península de Yucatán, se desarrollaron estudios con cortes cada 80 días en el período seco, y cada 60 días en lluvias, en asociación y en monocultivo para la respuesta agronómica de la Moringa en conjunto con dos arbustivas (*Leucaena leucocephala* y *Guazuma ulmifolia*) en función de la altura mostró valores de 1 y 1.1 m para monocultivo y asociación, respectivamente (Petit et al., 2010), sin observar diferencia entre los períodos en función de esta variable, de lo que se puede inferir que diversas presiones ambientales presentes en el Valle del Cauto de la provincia Granma pre-disponen que se retarde la elongación del tallo en la Moringa.

Sin embargo, para el grosor de los mismos los resultados del presente estudio superan los señalados por Petit et al., (2010), para que esta variable se manifieste en el criterio de Villar et al., (2004) no se cumplen condiciones específicas, ni se vinculan con el crecimiento de la planta, si no al desarrollo como sostén de la parte aérea de la misma, por otro lado, el engrosamiento del tallo a menudo se justifica con la acumulación de sustancias de reserva, donde suelo sobre el que crecieron las plántulas suministró minerales por la estructuración de gruesas paredes celulares, y con ello el engrosamiento del órgano en cuestión aportando a la producción de MS (García, 2018).

Para el número de hojas por planta, variable transversal en el cultivo de la Moringa, ya que en estas se acumulan gran cantidad de compuestos bioactivos, macro y micro minerales, además de macro moléculas de altos valor biológico, como las proteínas. Estudios que consideraron diferentes alturas de corte (10, 20 y 30 cm) en las condiciones de Cuba en el crecimiento y morfología de la planta, señalaron valores para el número de hojas (2.78-2.91) inferiores a los del presente estudio (Padilla et al., 2017).

En el criterio de Foidl & Mayorga (2003) la Moringa posee una gran capacidad de rebrote lo que pudo haber beneficiado los resultados de la presente

experimentación, mientras que las marcadas diferencias con estudio en mención estuvieron estimuladas por las afectaciones que tuvieron por bibijagua (*A. insularis*) y fungosos (*Fusarium sp.*), ya que el comportamiento climático durante la experimentación no fue una limitante.

En similares condiciones experimentales a las del presente estudio, se desarrollaron evaluaciones con la variedad Criolla a una altura de corte de 10 cm (Ledea-Rodríguez *et al.*, 2018b), estos autores observaron la incapacidad de las plántulas de Moringa para superar a las pratenses, quedando ocluidas por estas con notorias afectaciones posteriores en el crecimiento y estructura de las nuevas plantas, lo que denota la necesidad de variar la altura de corte en este tipo de ecosistema para lograr la persistencia del cultivo, y resalta la pertinencia de la presente investigación, como propuesta del empleo combinado de la altura de corte con diferentes edades de corte en el comportamiento morfológico y productivo de la Moringa en las condiciones del Valle del Cauto.

Este resultado destaca la importancia del manejo, sobre todo en el número de hojas por planta, al indicar este órgano el valor nutritivo de la planta en la alimentación animal por el contenido de proteína contenido en esta. La Moringa se destaca porque este metabolito llega a constituir hasta el 30 % del peso seco de las hojas (Olson, 2002).

El rendimiento de *MV* fue inferior al referido por Sosa-Rodríguez *et al.*, (2017) cuando emplearon diferentes marcos de plantación para la producción de *Moringa oleifera* en condiciones de vivero con cortes cada 15 días, esta diferencia llama la atención a partir de que el marco de siembra establecido para este estudio no limita el desarrollo de la planta, y las edades establecidas estimulan el acúmulo de *MV* por el mayor desarrollo, no teniendo una explicación lógica que justifique este comportamiento. En el Valle del Cauto Ledea-Rodríguez *et al.*, (2018) evaluaron la variedad Nicaragua obtuvieron valores inferiores a los de la presente investigación, las diferencias estribaron en la edad de corte que empearon estos autores, lo que sugiere que el manejo combinado de edad con altura de corte estimula un acúmulo mayor de biomasa verde en las condiciones del Valle del Cauto.

Los rendimientos de *MS* obtenidos por Padilla *et al.*, (2014) fueron superiores (2.83 t *MS ha*⁻¹) a los señalados en la figura 3. Según estos autores la densidad de plantación y la supervivencia de las plantas jugaron un papel fundamental en el comportamiento productivo, en el presente estudio,

las variables en mención no consideraron, así como el comportamiento productivo por cortes, (Navas-Panadero, 2019) en bancos de biomasa en las condiciones de Colombia obtuvo valores de 2.67 t *MS ha*⁻¹, evidentemente superiores a las del presente estudio, similar a las 12.83 t *MS ha*⁻¹ obtenidas por Zheng *et al.*, (2016), donde las densidades de siembra consideradas por estos autores fue superior a la de la presente investigación.

Los resultados de Ledea-Rodríguez *et al.*, (2018b) también superaron los obtenidos en el presente trabajo, según los autores, los incrementos de producción y acumulación de *MS* fueron posibles por la estructura que alcanzaron las plantas. En el oriente de Yucatán, México Ramos-Trejo *et al.*, (2016) experimentaron la combinación de altura (40, 80 y 120 cm) con frecuencia de corte (45 y 60 días) en varios parámetros productivos, agronómicos y químicos, señalaron para rendimiento de *MS*, valores de 1.91 t *MS ha*⁻¹ cuando realizaron el corte a 40 cm de altura a los 60 días, sin embargo, estos no se diferenciaron ($P \geq 0.05$) de las alturas 80 y 120 cm (1.61 y 1.36 t *MS ha*⁻¹, respectivamente) en esta misma edad, estos valores son similares a los reflejados en la figura 3, donde la semejanza pueda relacionarse con las similitudes climáticas que posee esta región de México con respecto al oriente de Cuba.

El sistema de manejo que se desarrolló para la producción de forraje de *Moringa oleifera* en las condiciones del Valle del Cauto de la provincia Granma, permitió conocer que la combinación que más aporta a la producción de forraje y que beneficia además la estructura de la planta es el corte a los 60 días a 40 cm de altura.

Funding. La presente investigación se sustentó financieramente mediante el proyecto titulado "Evaluación del cultivo y utilización de la Moringa bajo diferentes sistemas de producción", del Programa Nacional de Producción de Alimento Animal de la República de Cuba, bajo la ejecución del Centro de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov" y colaboración de entidades participantes.

Conflicto de interés. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses relacionados con esta publicación.

Disponibilidad de datos. Los datos están disponibles con el autor por correspondencia, con previa solicitud.

REFERENCIAS

- Bartlett, M.S., 1937. Properties of sufficiency and statistical tests. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A - Mathematical and Physical Sciences*, 160(901), pp.268–282.
- Basra, S.M.A., Nouman, W., Hafeez-ur-Rehman, Usman, M. and Nazli, Z. e. H., 2015. Biomass production and nutritional composition of Moringa oleifera under different cutting frequencies and planting spacings. *International Journal of Agriculture and Biology*, 17(5), pp.1055–1060.
- Bécquer, C.J., Cancio, T., Nápoles, J.A., Muir, I., Ávila, U., Álvarez, O. and Madrigal, Y., 2018. Selection of rhizobia due to their effect on germination and incipient development of Moringa oleifera Lam. Phase I: controlled conditions Selección de rizobios por su efecto en la germinación y desarrollo incipiente de Moringa oleifera Lam. Fase I: c. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 52(4), pp.473–484.
- Estrada, O., Hernández, O. and Guerrero, V., 2016. Múltiples formas de aprovechar los beneficios de moringa (Moringa oleifera Lam.). *TECNOCIENCIA Chihuahua*, [online] X, pp.101–108. Available at: <http://tecnociencia.uach.mx/numeros/v10n2/Data/Multiples_formas_de_aprovechar_los_beneficios_de_Moringa_oleifera_Lam.pdf>.
- Fahey, J.W., Olson, M.E., Stephenson, K.K., Wade, K.L., Chodur, G.M., Odee, D., Nouman, W., Massiah, M., Alt, J., Egner, P.A. and Hubbard, W.C., 2018. The Diversity of Chemoprotective Glucosinolates in Moringaceae (Moringa spp.). *Scientific Reports*, [online] 8(1), pp.1–14. Available at: <<http://dx.doi.org/10.1038/s41598-018-26058-4>>.
- Foidl, N. and Mayorga, L., 2003. Utilización del marango (Moringa oleifera) como forraje fresco para ganado. *Conferencia electrónica de la FAO sobre 'Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica'*, [online] (utilización del marango), pp.3–7. Available at: <<http://www.fao.org/ag/aga/AGAP/FRG/Agrofor1/Foidl16.htm>>.
- García, I., 2018. Origen, bondades y usos de Moringa oleifera, Lam: una revisión sistemática. In: V.A. Holguín, ed. *Árboles y arbustos para silvopasturas. Uso, calidad y alometría*, 1st ed. Colombia: Universidad de Tolima.p.136.
- Keuls, M., 1952. The use of the 'studentized range' in connection with an analysis of variance. *Euphytica*, 1(2), pp.112–122.
- Ledea Rodríguez, J.L., Rosell Alonso, G., Benítez Jiménez, D.G., Arias Pérez, R.C. and Nuviola Pérez, Y., 2018a. Estructura y rendimiento forrajero de Moringa oleifera cv Nicaragua en diferentes frecuencias de corte. *Revista de Producción Animal*, 30(3), pp.13–21.
- Ledea Rodríguez, J.L., Rosell Alonso, G., Benítez Jiménez, D.G., Arias Pérez, R.C., Ray Ramírez, J.V. and Nuviola Pérez, Y., 2017. Efecto del ecotipo y la frecuencia de corte en el rendimiento forrajero de Moringa oleifera Lam, en el Valle del Cauto. *Revista de Producción Animal*, 29(3), pp.12–17.
- Ledea Rodríguez, J.L., Rosell Alonso, G., Benítez Jiménez, D.G., Crucito Arias, R., Ray Ramírez, J.V., Nuviola Pérez, Y. and Reyes Pérez, J.J., 2018b. Rendimiento forrajero y sus componentes según la frecuencia de corte de Moringa oleifera, variedad Criolla. *Agronomía Mesoamericana*, 29(2), p.425.
- Ledea Rodríguez, J.L., Rosell Alonso, G., Benítez Jiménez, D.G., Crucito Arias, R., Ray Ramírez, J.V., Nuviola Pérez, Y. and Reyes Pérez, J.J., 2018c. Rendimiento forrajero y sus componentes según la frecuencia de corte de Moringa oleifera, variedad Criolla. *Agronomía Mesoamericana*, 29(2), p.425.
- Massey, F.J., 1951. The Kolmogorov-Smirnov Test for Goodness of Fit. *Journal of the American Statistical Association*, [online] 46(253), pp.68–78. Available at: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01621459.1951.10500769>>.
- Navas-Panadero, A., 2019. de bosque húmedo tropical Fodder banks of Moringa oleifera under tropical humid forest conditions. 20(2), pp.207–218.
- Noda-Leyva, Y., Pérez-Vásquez, A. and Valdés-Rodríguez, O.A., 2015. Establecimiento de tres especies de oleaginosas bajo asociación. *Agronomía Mesoamericana*, 26(2), p.323.
- Olson, M.E., 2002. Combining data from DNA sequences and morphology for a phylogeny of Moringaceae (Brassicales). *Systematic Botany*, 27(1), pp.55–73.
- Padilla, C., Valenciaga, N., Crespo, G., González, D. and Rodríguez, I., 2017. Requerimientos agronómicos de Moringa oleifera (Lam.) en sistemas ganaderos. *Livestock Research for*

- Rural Development*, 29(11).
- Petit, J., Casanova, F. and Solorio, F., 2010. Guazuma ulmifolia y Moringa oleifera asociadas y en monocultivo en un banco de forraje. 54(2), pp.161–167.
- Rabbani, A.R., Mann, R.S., Ferreira, R.A., dos Santos Pessoa, A.M., Barros, E.S. and Mesquita, J.B., 2012. Restrição hídrica em sementes de moringa (Moringa oleifera L .). *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(3), pp.563–569.
- Ramos-Trejo, O., Canul-Solis, J.R. and Ku-Vera, J.C., 2016. Forage yield of Gliricidia sepium as affected by harvest height and frequency in Yucatan, Mexico. *Revista Bio Ciencias*, 4(2), pp.116–123.
- Sosa-Rodríguez, A.A., Ledea-Rodríguez, J.L., Estrada-Prado, W. and Molinet-Salas, D., 2016. Efecto de la distancia de siembra en variables morfoagronómicas de moringa (Moringa oleifera). *Agronomía Mesoamericana*, 28(1), p.207.
- Sosa-Rodríguez, A.A., Ledea-Rodríguez, J.L., Estrada-Prado, W. and Molinet-Salas, D., 2017. Efecto de la distancia de siembra en variables morfoagronómicas de moringa (Moringa oleifera). *Agronomía Mesoamericana*, 28(1), p.207.
- Villar, R., Ruiz-Robledo, J., Quero, J.L., Poorter, H., Valladares, F. and Marañón, T., 2004. Tasas de crecimiento en especies leñosas: aspectos funcionales e implicaciones ecológicas. In: *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. pp.191–227.
- Zheng, Y., Zhang, Y. and Wu, J., 2016. Yield and quality of Moringa oleifera under different planting densities and cutting heights in southwest China. *Industrial Crops and Products*, [online] 91, pp.88–96. Available at: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.06.032>>.