

Crecimiento y calidad en plántulas de moringa podadas y producidas en casa de cultivo

Guillermo Romero-Marcano^{1*} , Ramón Silva-Acuña² , Víctor Otahola Gómez² 

¹Universidad de Oriente (UDO), Departamento de Nutrición Animal y Forrajes, Escuela de Zootecnia, Campus Los Guaritos; Núcleo Monagas. Venezuela. ²Universidad de Oriente (UDO), Postgrado de Agricultura Tropical, Campus Juanico, Núcleo Monagas. Venezuela. *correo electrónico: guillermo.ro80@gmail.com

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el crecimiento e índices de calidad en plántulas de moringa variedad "Acriollada", sin poda o podadas 10, 15 y 20 días después de la siembra (dds), tanto en la yema apical como en el primer nudo ascendente del tallo, de forma independiente, se realizó la presente investigación. Se empleó el diseño de bloques al azar con tratamientos en arreglo factorial 3x2+1, tres repeticiones y seis plántulas útiles por unidad experimental. Se usaron 420 bolsas de vivero de 2 kg, con sustrato areno francoso y estiércol bovino, relación 7:3 (v/v). Con pinza se hizo la poda apical y con tijeras la del primer nudo ascendente. La planta se condujo con un único eje ortotrópico. A los 42 dds, se cuantificó las variables de crecimiento aéreo y radicular, la biomasa seca, aérea y radicular; con las que se calculó los índices de: esbeltez, relación parte aérea/parte radicular, calidad de Dickson y lignificación. La poda aérea en plántulas de moringa, realizada a 10 dds, en el primer nudo ascendente, favorece el crecimiento aéreo final, expresado en diámetro de tallo y biomasa aérea final; la poda posterior a 10 dds, en el primer nudo ascendente, no beneficia las características vegetativas de altura, diámetro del tallo, número de hojas, biomasa fresca aérea y biomasa seca aérea, en las plántulas. La poda en la yema apical, en cualquier época, no afecta el crecimiento de la plántula. Los índices de Dickson y Lignificación ratifican el beneficio de la poda temprana y severa.

Palabras clave: biomasa, brotes, *Moringa oleifera*, poda.

Growth and quality in moringa seedlings pruned and produced of cultivation house

ABSTRACT

With the objective of evaluating the growth and quality indices in seedlings of moringa variety "Acriollada", without pruning or pruned at 10, 15 and 20 days after sowing, both in the apical bud and in the first ascending node of the stem, independently, the present experiment was carried out. A randomized block design was used with treatments in a 3x2+1 factorial arrangement, three replications and six useful seedlings per experimental unit. 420 nursery bags of 2 kg were used, with loamy sand substrate and bovine manure, ratio 7:3 (v/v). The apical pruning was done with pliers and with scissors that of the first ascending node. The plant was driven with a single orthotropic axis. At 42 days after sowing, aerial and root growth variables were quantified, dry, aerial and root biomass, calculating the indices of slenderness, aerial part/root part ratio, Dickson quality and lignification. Aerial pruning in moringa seedlings, carried out at 10 days after sowing, in the first ascending node, favors final aerial growth, expressed in stem diameter and final aerial biomass; pruning after 10 days after sowing, in the first ascending node, does not benefit the vegetative characteristics of height, stem diameter, number of leaves, aerial fresh biomass and aerial dry biomass, in the seedlings. Pruning at the apical bud, at any time, does not affect the growth of the seedling. The Dickson and Lignification indices ratify the benefit of early and severe pruning.

Key words: biomass, buds, *Moringa oleifera*, pruning.

Recibido: 21/07/2022 - Aprobado: 14/11/2022

INTRODUCCIÓN

Moringa oleifera es una planta siempre verde, originaria del sur del Himalaya, de amplia distribución en las distintas zonas tropicales del mundo. En Venezuela, se introdujo y naturalizó de manera aleatoria y se cultiva con multipropósito. Es el único género de la familia a la que pertenece, Moringaceae. Tiene excelentes propiedades nutritivas en hojas y tallos tiernos, con significativo aporte de proteína, energía, vitaminas y minerales; por esas características la catalogan como un suplemento ideal para alimentación humana y animal, así como buena fuente de abono orgánico (Pérez *et al.* 2010b; Mora y Gacharna 2015).

Debido al rápido crecimiento, las plántulas de moringa producidas en viveros al presentar tallo elongado, delgado y succulento, son susceptibles al acame. En condiciones de campo, esa situación predispone al cultivo, a ser afectado por las condiciones climáticas. Entre las labores agrícolas a desarrollar en fase de vivero, surge la necesidad de incluir prácticas de podas para estimular el engrosamiento y endurecimiento del tallo; al tiempo que se limita el crecimiento en altura de la plántula (Pérez-Díaz *et al.* 2014).

La poda consiste en la modificación de los ejes de crecimiento de la planta y se puede realizar en diferentes fases del desarrollo y con distintas finalidades como: a) modificar la bioarquitectura de las plantas, al permitir la formación de diferentes tipos de ramificación sobre la estructura de soporte del cultivo; b) determinar el porte final de las plantas, manteniéndolas sin entrecruzar con plantas vecinas; c) modificar el vigor, fortalecer y engrosar las ramas, para mejorar la capacidad de brotación y, finalmente, d) aumentar la productividad de las plantas (Miranda 2005).

La poda de formación, consiste en eliminar la yema apical para generar la emisión de yemas laterales que originaran mayor producción de brotes. Este proceso se basa en la pérdida de la dominancia apical. Esa dominancia se caracteriza por el crecimiento de la yema apical e inhibición de las yemas laterales (Muller *et al.* 2010). Fisiológicamente, mayor concentración de AIA —ácido-3-indol acético— en la yema apical inhibe el crecimiento de yemas laterales, para actuar como un sumidero de nutrimentos

y citoquininas a la yema apical; además, el alto nivel de auxina en las yemas apicales, ayuda a mantener altos niveles de ABA —ácido abscísico— en los brotes laterales, lo que inhibe su crecimiento (Taiz y Zeiger 2006). Por lo tanto, la eliminación de la yema apical genera aumento de las citoquininas en las yemas laterales, promoviendo su desarrollo (Muller *et al.* 2010).

Algunas plantas de crecimiento elongado necesitan podas de formación, debido al desarrollo de ramas alargadas, poco productivas, que pueden alcanzar hasta tres metros de altura en los primeros años de vida (Abanto 2010). La aplicación de poda de formación, permite lograr incrementos de altura (cm) y diámetro basal (mm), por encima del 200 %, en comparación a la planta sin poda; asimismo, incrementa considerablemente el número de ramas en más de 400 % (Abanto *et al.* 2011).

En condiciones de campo, las podas en moringa son necesarias para estimular y mantener la producción de hojas (Alfaro 2008). Se recomienda poda en los primeros años, mediante corte de la yema apical para incentivar el crecimiento de ramas laterales, creando así una forma de arbusto (De Saint *et al.* 2010). Con ese mismo enfoque, en plantas de tres años de edad, una poda en la yema apical promueve la producción de ramas laterales y una altura reducida del árbol que favorecerá la cosecha (Olson y Fahey 2011).

Pocas son las referencias científicas conocidas sobre manejo de plantas de moringa con poda en condiciones de vivero; los estudios se han enfocado a la producción de biomasa —hojas y tallos tiernos— en condiciones de campo, evaluando diferentes alturas de corte, con podas intensivas en parcelas de alta densidad (Padilla y Fraga 2014; Reyes-Sánchez *et al.* 2006; Savitha *et al.* 2014).

De acuerdo a los anteriores hallazgos la presente investigación se realizó con el objetivo de evaluar crecimiento e índices de calidad en plántulas de moringa podadas en tres épocas —10, 15 y 20 días después de la siembra—, en dos tipos de tejidos —yema apical y primer nudo ascendente del tallo—, en fase de vivero, en condiciones de casa de cultivo.

MATERIALES Y METODOS

Área de realización de los ensayos

El ensayo experimental se condujo en casa de cultivo del Postgrado en Agricultura Tropical, Universidad de Oriente, Núcleo Monagas, *Campus Juanico*, ubicada entre las coordenadas de 9° 45' LN y 63° 11' LW, y altitud de 65 m (Climate-Data.org 2020). Esta infraestructura de investigación, pertenece al Departamento de Ingeniería Agronómica de la Escuela de Ciencias del Agro y del Ambiente.

Envases y sustrato experimental

Se habilitaron 420 bolsas de vivero de 2 kg de capacidad, las cuales se colmaron con sustrato preparado a base de suelo areno francoso (aF) y estiércol bovino, en relación 7:3 (v/v); ambos materiales, provenientes de la Finca “La Campiña”, ubicada en la parroquia San Simón, municipio Maturín. Previo a la preparación del sustrato, cada material se secó bajo techo y se pasó por tamiz de 5 mm. La caracterización física y química del sustrato empleado se realizó en el Laboratorio de Suelos del Postgrado de Agricultura Tropical y correspondió a las siguientes características: densidad aparente: 1,71 mg.m⁻³; porosidad total: 45,11 %; microporosidad: 41,08 %; macroporosidad: 4,03 %; pH (1:2,5): 6,43; conductividad eléctrica: 0,0053 ms.cm⁻¹; materia orgánica: 22,18 % y fosforo: 78,8 ppm.

Material semilla, siembra, riego y raleo

Se utilizó semilla de moringa, variedad “Acriollada” procedente de la Tomatera, en Caicara, municipio Cedeño, estado Monagas, previamente seleccionada con relación al tamaño y libre de lesiones en el tegumento. Las semillas se desinfectaron con solución 10 % v/v de hipoclorito de sodio y triple enjuague en agua corriente; luego, se mantuvieron en inmersión en agua corriente durante 24 h previo a la siembra. Se sembraron tres semillas por bolsa, a 2 cm de profundidad. Antes de la siembra, el sustrato se saturó con agua corriente y de allí en adelante se aplicó riego interdiario, con lámina fija de 225 mL.bolsa⁻¹, durante los 42 días de la etapa de vivero, sin adición de fertilizante.

Una vez ocurrida la emergencia de las plántulas, se procedió a realizar el raleo selectivo en aquellas

donde hubo emergencia múltiple se eliminaron las plántulas menos vigorosas y se dejó una plántula por bolsa.

Estrategia de poda y manejo de brotes

Durante el desarrollo del cultivo en vivero, se compararon tres épocas de poda —realizadas a los 10, 15 y 20 días después de la siembra— en dos tipos de tejidos, en la plántula de moringa —a nivel de la yema apical y al primer nudo ascendente del tallo—. El corte de la yema apical se realizó con pinza metálica; mientras que, el corte bajo del tallo —a un centímetro por encima del primer nudo ascendente— se efectuó con tijeras quirúrgica. No se aplicó cicatrizante en los cortes. Adicionalmente se mantuvo un lote de plántulas sin podar, como referencia del crecimiento y condición original del cultivo. El cultivo se condujo con relación a un único eje ortotrópico por plántula, siendo necesario eliminar semanalmente todos los brotes adicionales que se formaron después de realizadas las podas (Abanto *et al.* 2011).

Diseño experimental y variables cuantificadas

Se utilizó el diseño en bloques al azar con arreglo factorial 3x2+1 (Uday-Patiño 2015), siendo factor A: Época de poda —10; 15 y 20 días después de la siembra—, factor B: Tejido podado —yema apical y primer nudo ascendente del tallo—, y un grupo de plantas testigo —sin podar—; se organizaron tres bloques, para un total de 21 unidades experimentales; cada unidad experimental estuvo representada por lotes de 20 plántulas, de las cuales se evaluaron las seis centrales.

Cumplidos los 42 días post siembra, considerado el tiempo óptimo de crianza de plántulas de moringa en vivero (Pérez *et al.* 2010a; Toral *et al.* 2013; Romero-Marcano *et al.* 2021), se cuantificó por unidad experimental, las variables de crecimiento: 1) Se determinó la altura de plántula, entre la base del tallo y la yema apical; la altura de plántula al primer par de hojas, entre la base del tallo y la intersección del primer par de hojas; la longitud de raíz, desde el cuello de la plántula hasta el ápice de la raíz principal. Estas medidas se realizaron con una cinta métrica flexible y se expresaron en centímetros; 2) con un vernier digital, se cuantificó el diámetro de tallo a nivel del cuello de la planta, expresado en milímetros; 3) el número de hojas, por conteo visual y 4) el volumen

de la raíz, mediante el principio de Arquímedes, utilizando un cilindro graduado expresado en centímetros cúbicos.

Posteriormente, la fracción aérea —vástago— y radicular, de cada plántula, se colocaron de manera independiente en bolsas de papel perforadas y se identificaron. Se trasladaron al Laboratorio de biotecnología, *Campus* Juanico, donde se determinó la biomasa fresca aérea y radicular: en balanza analítica OHAUS Adventurer®, expresada en gramos; seguidamente, la fracción aérea y radicular fresca de cada plántula se colocó en una estufa MEMMERT®, con temperatura de 65 °C durante 72 h. En una balanza analítica OHAUS Adventurer® se determinó la respectiva masa seca expresada en gramos.

A partir de dicha información, en cada unidad experimental se calculó los siguientes índices de calidad morfológica:

1- El Índice de esbeltez: el cociente de la altura entre el diámetro del tallo [Ecuación 1];

$$IR = \frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} \quad (\text{Ecuación 1})$$

2- Relación parte aérea/parte radicular: el cociente masa seca aérea entre masa seca raíz [Ecuación 2];

$$ITR = \frac{\text{Masa seca parte aérea (g)}}{\text{Masa seca radical (g)}} \quad (\text{Ecuación 2})$$

3- Índice de Dickson (QI): Birchler *et al.* (1998) que relaciona la masa seca total con los dos índices anteriores [Ecuación 3];

$$ICD = \frac{\text{Masa seca total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{Masa seca parte aérea (g)}}{\text{Masa seca radical (g)}}} \quad (\text{Ecuación 3})$$

4- Índice de lignificación: cociente de la masa seca total entre la masa fresca total por cien [Ecuación 4] (Orozco *et al.* 2010).

$$IL = \frac{\text{Masa seca total (g)}}{\text{Masa fresca total (g)}} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Paralelamente con la conducción del experimento se llevó el registro cronológico de las fases lunares, siguiendo la metodología de agricultura biodinámica descrita por Vera-Suarez *et al.* (2017) y Cornejo y Barahona (2021).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos se exploraron por la prueba de Wilk Shapiro y de Levene, para corroborar los supuestos de normalidad de los errores y homogeneidad de varianzas, respectivamente. La variable número de hojas se transformó a función X^3 , por no presentar normalidad de los errores. Las comparaciones de tratamientos se analizaron por procedimiento ANAVA de estructura factorial, con una fuente de variación adicional para contrastar el testigo con relación a los demás tratamientos (Uday-Patiño 2015). Los contrastes se representaron mediante promedio y desviación estándar para cada grupo comparado; mientras que, las interacciones se interpretaron por desglosamiento y método gráfico (Garrido-García 2008), con nivel de significancia de 5 % de probabilidad.

Todos los procedimientos estadísticos, descriptivos e inferenciales, fueron realizados en el programa estadístico INFOSTAT versión 2020 (Di Rienzo *et al.* 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento aéreo

El resumen del análisis de varianza correspondiente al crecimiento aéreo en plántulas de moringa en tres épocas de poda y realizada en dos tipos de tejidos, está indicado en el Cuadro 1. Se detectó para la mayoría de las variables aéreas, diferencias significativas entre plántulas sin podar —testigo— y plántulas podadas, por la prueba de F, con excepción de la variable altura primer par de hojas —APPH— donde ambos grupos fueron estadísticamente similares.

De manera similar, en el Cuadro 1, se observó efecto significativo por la prueba de F a 1 % de probabilidad en la interacción época de poda*tipo de tejido, para la mayoría de las variables aéreas, con excepción nuevamente para APPH. Seguido el desglose, para tal efecto significativo en la interacción, se constató diferencias exclusivamente para plántulas podadas a nivel del primer nudo ascendente, con excepción de la variable biomasa seca aérea donde se obtuvo efecto significativo para ambos tipos de tejido.

En el Cuadro 2, se presenta la comparación del crecimiento aéreo entre grupos experimentales —sin y con poda—, observándose superioridad estadística

Cuadro 1. Resumen del análisis de varianza para las variables de crecimiento aéreo, altura de plántula (AP); altura hipocótilo (ALH); diámetro de tallo (DT); número de hojas (NH), transformado en potencia al cubo, y biomasa seca aérea (BSA), en el ensayo con plántulas de moringa.

Fuente de variación	AP	ALH	DT	NH	BSA
Testigo vs otros tratamientos	410,15**	0,14 ^{ns}	1,20*	865990,80**	1,36**
Época de poda	146,48**	0,20 ^{ns}	2,78**	561353,21**	4,51**
Tipo de tejido	600,08**	0,07 ^{ns}	2,58**	8075595,00**	4,11**
Época*Tipo de tejido	218,42**	0,86 ^{ns}	1,38**	239950,20*	1,95**
Época/Tipo de tejido	364,90**	-	4,16**	801303,36**	6,46**
Época/Yema Apical	8,52 ^{ns}	-	0,28 ^{ns}	176181,87 ^{ns}	0,68*
Época/Primer nudo ascen.	721,28**	-	8,05**	1426424,85**	12,23**
Bloque	5,04 ^{ns}	12,32**	0,05 ^{ns}	67572,16 ^{ns}	0,32 ^{ns}
Error	16,71	0,23	0,13	46818,77	0,13
W (Shapiro Wilk)	0,89 ^{ns}	0,90 ^{ns}	0,87 ^{ns}	0,86 ^{ns}	0,89 ^{ns}
P (Levene)	> 0,05				
Coeficiente de variación (%)	5,93	4,42	5,58	10,31	11,41

Significativos al 5* y 1** % de probabilidad; ns = No significativo

en altura de plántula, diámetro de tallo, número de hojas y biomasa aérea seca, para las plántulas sin podar, en relación a las plántulas manejadas mediante estrategias de poda.

De acuerdo con Forshey *et al.* (1992) y Genard *et al.* (1998) toda planta, luego de aplicada la poda, expresa de manera ineludible cambios morfológicos, inducidos por alteraciones en el crecimiento de varios órganos; estos cambios, están asociados con desequilibrios metabólicos. La porción vegetal aérea, generalmente describe el efecto de reducción del tamaño, con crecimiento restringido en las cercanías del sitio de corte, esto respalda el contraste evidenciado entre grupos de tratamientos

comparados; sin embargo, en plantas de crecimiento acelerado, como la moringa, podría esperarse que superara tales efectos, debido a su alta capacidad regenerativa; esto condicionado por la edad de la planta y la cantidad de tejido vegetal removido, los cuales estimularían en mayor o menor medida, el crecimiento vegetativo post corte (Miller y Byers 2000).

En cuanto a la interacción entre los factores de poda —Época*Tipo de tejido—, el comportamiento observado en las variables de crecimiento, altura de plántula, diámetro del tallo, número de hojas y biomasa seca aérea, se muestra de manera gráfica en las Figuras 1A, 1B, 1C, 1D, respectivamente.

Cuadro 2. Variables de crecimiento aéreo, altura de plántula (AP); diámetro de tallo (DT); número de hojas (NH), retransformado con función raíz cúbica; biomasa seca aérea (BSA), comparadas entre grupos experimentales (sin y con poda), en el ensayo con plántulas de moringa.

Grupo experimental	AP (cm)	DT (mm)	NH	BSA (g)
Sin poda (Testigo)	79,72 ± 4,59 a	7,16 ± 0,29 a	13,74 ± 7,04 a	3,83 ± 0,74 a
Con podas	67,09 ± 9,39 b	6,48 ± 0,86 b	12,63 ± 9,20 b	3,11 ± 1,07 b

Letras diferentes en las columnas significan diferencias estadísticas por la prueba de F a 5 % de probabilidad.

De manera general, se constató que las variables referidas a: altura de plántula, diámetro del tallo, número de hojas y biomasa seca aérea, presentan disminución en sus valores a medida que avanza la época de poda en el primer nudo ascendente; en otras palabras, la poda realizada después de los 10 días, en ese tejido no favorece las mencionadas características vegetativas de las plántulas de moringa.

En las mencionadas figuras, se observan tres tendencias perfectamente definidas: 1) las variables altura de plántula y número de hojas por plántula, disminuyen a medida que avanza la época de poda a nivel del primer nudo ascendente del tallo, con valores inferiores a los obtenidos en plántulas sin podar (Figuras 1A y 1C); las variable diámetro del tallo también disminuye a medida que avanza la época de poda a nivel del primer nudo ascendente del tallo; sin embargo, las plántulas con poda temprana —a los 10 días— presentan valores superiores a los obtenidos en las plántulas sin podar (Figura 1B). La biomasa seca aérea, disminuye a medida que avanza la época de poda, indistinto al tipo de tejido —yema apical o primer nudo ascendente del tallo— para ambas

condiciones, las plántulas con poda temprana — a los 10 días — también presentan valores superiores a los obtenidos en las plántulas sin podar (Figura 1D).

Tales tendencias permiten evidenciar que la poda, como técnica cultural en vivero, produce retardo del crecimiento en las estructuras aéreas de la plántula. El efecto de ese retardo es más agresivo, a medida que disminuye la altura de corte; es decir, las podas más severas limitan notablemente la disposición adecuada, en cantidad de tejidos —parenquimático de reserva y meristemático activo— necesarios para el renuevo vegetativo (Torales e Iglesias 2007). A pesar que la poda consistentemente restringe la altura de plántula (Basave-Villalobos *et al.* 2021), parece no estar del todo definido el comportamiento en el resto de las variables aéreas. Algunas forrajeras podadas de manera severa, logran superar el crecimiento referencial, como estrategia de sobrevivencia (Medina *et al.* 2007).

La segunda condición evidenciada es el efecto beneficioso que presenta la poda, en estadios tempranos, sobre el crecimiento aéreo de la moringa. Eso se reflejó en la variable biomasa seca y en el diámetro

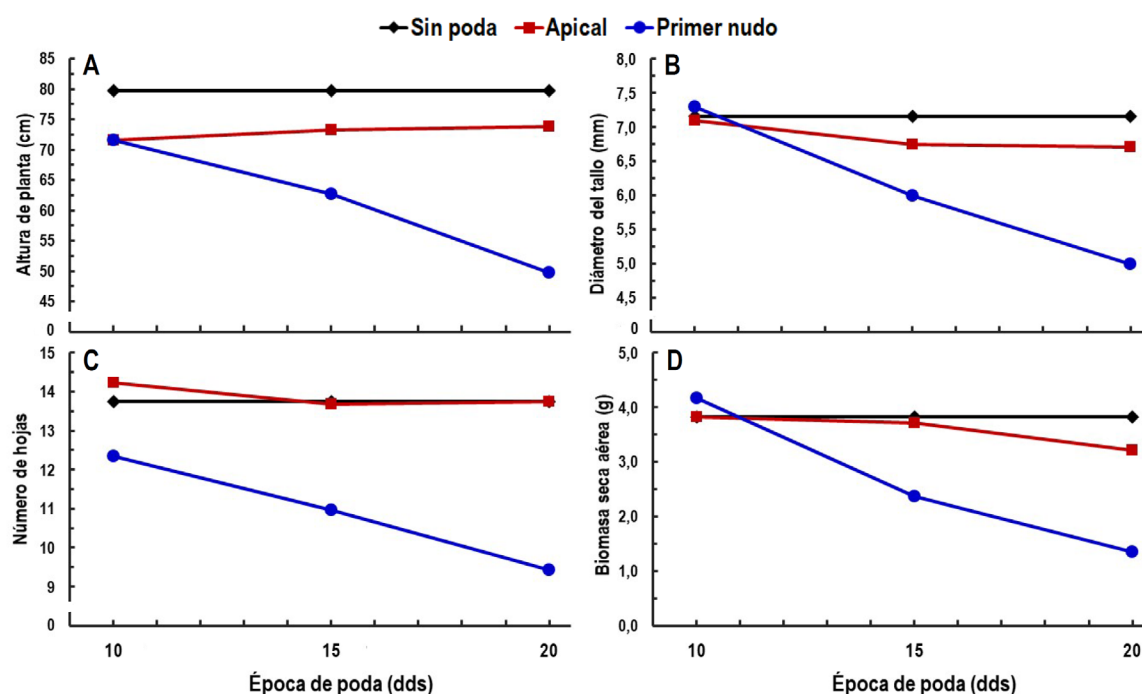


Figura 1. Efecto de interacción época de poda*tipo de tejido, para altura (cm) (A), diámetro del tallo (mm) (B), número de hojas (C) y biomasa seca aérea (g) (D), en plántulas de moringa de 42 días de edad.

del tallo; lo cual pudiese responder a escenarios fisiológicos óptimos en la plántula, durante sus primeros días de vida, con abundantes reservas que permiten activar protocolos de aceleración extra del crecimiento luego del corte (Torres *et al.* 2018). La época de poda a los 10 días después de la siembra, representa el punto mínimo de partida para realizar esta práctica cultural; en ese momento, la plántula de moringa ha desarrollado su primer par de hojas verdaderas y existe la estructura aérea requerida para realizar la poda.

Por otro lado, el comportamiento estadístico de los resultados obtenidos para épocas de poda, a nivel experimental, se vinculan con los principios de agricultura biodinámica, descritos por Pezo-Araujo (2012). Esos principios se basan en la sincronización entre las fases lunares y los periodos fisiológicos de la planta. De allí se origina la posible influencia de las fases lunares sobre las prácticas agronómicas.

Durante el establecimiento del ensayo de podas, la siembra de las semillas de moringa coincidió entre las fases cuarto creciente y luna llena —periodo hoja—; siendo que, la primera época de poda —a los 10 dds— concordó con la fase cuarto menguante —periodo raíz—; mientras que, la segunda época de poda —a los 15 dds— concordó entre las fases cuarto menguante y luna nueva —periodo raíz—, y para la tercera época —a los 20 dds— se ubicó entre las fases luna nueva y cuarto creciente —transición entre los periodos raíz y hoja—. De esto, se deriva que, la primera época de poda ocurrió en la condición lunar más adecuada para tal práctica. En ese momento, existe mayor concentración de fluidos hacia las raíces del cultivo, condición que garantiza rápida cicatrización y eficiente recuperación de los tejidos. De manera opuesta, la tercera época de poda ocurrió en la transición lunar donde los fluidos empiezan a concentrarse hacia las hojas. Esa condición podría promover la pérdida irregular de fluidos después del corte y afectar el desempeño de las plántulas de moringa en esta época de poda. En resumen, la poda aérea de la moringa en vivero, reduce el crecimiento aéreo final de la plántula, a menos que se realice de manera temprana —a los 10 días después de la siembra— y en forma severa, con lo cual se logra incrementar el diámetro de tallo y la biomasa aérea final.

Crecimiento radicular

En el Cuadro 3, se presenta el análisis de varianza referido a variables de crecimiento radicular en plántulas de moringa podadas en tres épocas y en dos tipos de tejidos.

Se verifica que la comparación entre plántulas sin podar —Testigo— y plántulas podadas —estrategias de podas evaluadas—, solo se observó diferencias significativas por la prueba de F a 1 % probabilidad para la variable longitud de la raíz; mientras que, para las variables volumen radicular y biomasa radicular seca, no hubo diferencias estadísticas.

En cuanto a interacción entre los factores de poda —Época*Tipo de tejido—, se obtuvo efecto significativo para las variables que representan el crecimiento radicular —VR y BSR—; con excepción de la LR, en la cual, ningún factor mostró diferencia significativas por la prueba de F. Posterior al desglose, se detectó efecto significativo exclusivamente en plántulas podadas a nivel del primer nudo ascendente del tallo; mientras que, la poda en la yema apical no mostró diferencias estadísticas sobre las variables radiculares evaluadas.

Cuadro 3. Resumen del análisis de varianza para variables de crecimiento radicular, relacionadas con longitud de raíz (LR); volumen de raíz (VR) y biomasa seca radicular (BSR) en plántulas de moringa.

Fuente de variación	LR	VR	BSR
Testigo vs otros trat.	46,29**	0,60 ^{ns}	0,0023 ^{ns}
Época de poda	6,85 ^{ns}	8,96**	0,59**
Tipo de tejido	7,21 ^{ns}	2,46 ^{ns}	0,0033 ^{ns}
Época*Tipo de tejido	7,56 ^{ns}	3,22*	0,33**
Época/Tipo de tejido	----	12,18**	0,91**
Época/Apical	-----	1,71 ^{ns}	0,04 ^{ns}
Época/Primer nudo	-----	22,64**	1,78**
Bloque	65,83**	2,74 ^{ns}	0,14*
Error	3,86	0,74	0,03
W (Shapiro Wilk)	0,89 ^{ns}	0,89 ^{ns}	0,90 ^{ns}
P (Levene)	> 0,05		
Coefic. de variación (%)	11,39	19,24	30,57

Significativos al 5* y 1** % de probabilidad; ns = No significativo

La longitud de raíz fue estadísticamente superior en plántulas de moringa sin podar —20,87 cm—, en comparación a plántulas manejadas con alguna estrategia de poda —16,63 cm— (Cuadro 4).

A nivel de raíz ocurren cambios morfológicos por efecto de la poda aérea en la plántula, siendo distinta la respuesta según el cultivo y la variedad manejada (Cenóz y Burgos 2012). Se esperaría reducción del crecimiento en longitud del tejido radicular, porque el área foliar removida limita la síntesis de aquellos reguladores de crecimiento asociados a la elongación de la raíz (Alcántara-Cortes et al. 2019), mientras la plántula dedica las reservas, en su mayoría, a la cicatrización y regeneración del tejido aéreo (Silva-De Andrade 2010).

La interacción época de poda*tipo de tejido y su efecto sobre las variables cuantificadas en las raíces, —volumen radicular y biomasa seca radicular—, están descritas en las Figuras 2A y 2B, respectivamente. Se observa, de manera general, que a diferencia de la parte aérea, la tendencia es similar en

todas las variables, con disminución del crecimiento a medida que avanza la época de poda a nivel del primer nudo ascendente del tallo; siendo que, las plántulas con poda temprana —a los 10 días— presentaron crecimiento radicular superior respecto a las plántulas sin podar.

En condiciones fisiológicas óptimas, toda plántula presenta en sus primeros estadios un conjunto de reservas nutritivas, que permiten la formación y desarrollo eficiente de los tejidos. Esos tejidos se hacen fotosintetizantes y la plántula es capaz de producir nuevas reservas (Alegría-Muñoz 2016). Esa condición permite inferir que en su etapa inicial, la plántula puede resultar menos sensible ante la pérdida de tejido aéreo; e incluso, responder con crecimiento aún más agresivo, debido a que no depende nutritivamente del tejido removido; en fases avanzadas, la remoción severa de estas estructuras fotoactivas disminuye de manera directa la capacidad fotosintética de la planta y puede promover retraso del crecimiento vegetativo, que incluye la raíz (Miller y Tworowski 2003).

La poda aérea disminuye el crecimiento longitudinal de la raíz, pero a su vez estimula su desarrollo lateral, en términos de raíces más voluminosas y más pesadas; lo que pudiese ser una acción complementaria de la planta, para mejorar su anclaje (Stoffella y Kahn 1987). En vivero, la poda aérea de la moringa reduce la longitud final de la raíz en la plántula. Cuando la poda se realiza de manera temprana y en forma severa, permite incrementar el volumen y la biomasa radicular.

Cuadro 4. Longitud de raíz (LR) comparada entre grupos experimentales —Sin y con poda—, en plántulas de moringa.

Grupo experimental	LR (cm)
Sin poda (Testigo)	20,87 ± 5,03 a
Con poda	16,63 ± 3,10 b

Letras distintas en columnas indican diferencias estadísticas entre promedios ($p \leq 0,05$)

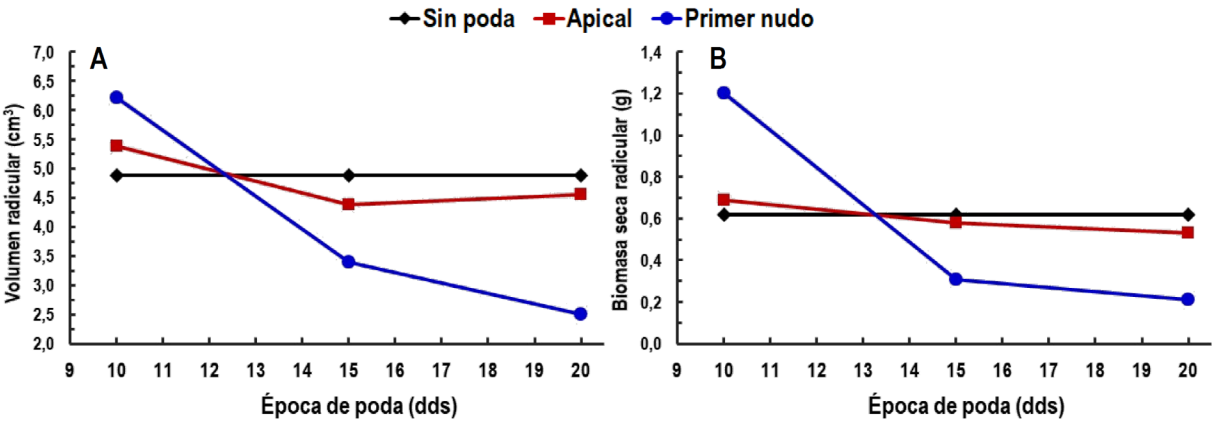


Figura 2. Efecto de interacción época de poda*tipo de tejido para volumen radicular (cm³) (A) y biomasa seca radicular (g) (B), en plántulas de moringa a los 42 días de edad.

Índices de calidad morfológica

En el resumen del análisis de varianza para los cuatro índices de calidad morfológica evaluado en plántulas de moringa, podadas en tres épocas, en dos tipos de tejidos (Cuadro 5), se observa, que no hubo diferencias estadísticas entre las plántulas sin podar y las plantas podadas. En cuanto al efecto de los factores de poda —Época y Tipo de tejido—, no se detectó diferencias significativa alguna, tanto para el índice de esbeltez como para la relación parte aérea/parte radicular; sin embargo, para los índices: Calidad de Dickson y Lignificación, se observó efecto significativo para la interacción época*tipo de tejido. Posterior al desglose, se ratificó el efecto significativo exclusivo para las plántulas podadas a nivel del primer nudo ascendente del tallo.

De manera general, se obtuvo similitud estadística entre las plántulas de moringa sin podar y plántulas podadas, con relación a la calidad morfológica. El índice de esbeltez osciló entre 10,37 y 11,13; la relación parte aérea/parte radicular estuvo entre 6,54 y 7,05; el índice de calidad Dickson varió entre 0,23 y 0,25; mientras que, el índice de lignificación osciló entre 13,63 y 13,66 (Cuadro 6).

Las plántulas de moringa, por su elevada tasa de crecimiento aéreo, persisten en exhibir inconsistencias comparativas, debido al comportamiento de las variables aéreas utilizadas en los índices morfológicos, lo cual continuamente diluye los efectos e impide detectar diferencias preconcebidas (Sol-Quintas *et al.* 2016); tal es el caso del presente estudio, donde no fue posible obtener diferencias de calidad morfológica, claramente esperadas, entre plántulas sin podar y plántulas podadas. Por otro lado, los rangos obtenidos en esbeltez y para la relación Pa/Pr, comparados con anteriores resultados, en las mismas casas de cultivo, presentan aumentos considerables respecto a los promedios previos —8,57 y 2,47, respectivamente— (Romero-Marcano *et al.* 2021). Estos resultados, representados por ambos índices, descalifican la calidad de las plántulas de moringa, cuando comparadas con plántulas forestales (Rueda-Sánchez *et al.* 2014).

Por su parte, los valores reportados para el índice de calidad de Dickson resultaron próximos a los promedios —0,27—, registrados por Romero-Marcano *et al.* (2021); entre todos, se considera el índice más confiable para: representar calidad en plántulas de moringa y establecer comparaciones válidas entre grupos experimentales.

Cuadro 5. Resumen del análisis de varianza para el índice de esbeltez (IR); relación parte aérea / parte radicular (Pa/Pr); índice de calidad de Dickson (QI) y el índice de lignificación (IL), en plántulas de moringa.

Fuentes de variación	IR	Pa/Pr	QI	IL
Testigo vs otros tratamientos	1,41 ^{ns}	0,68 ^{ns}	0,0014 ^{ns}	0,0029 ^{ns}
Época de poda	0,88 ^{ns}	13,81 ^{ns}	0,06 ^{**}	5,71 ^{**}
Tipo de tejido	1,17 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,08 ^{ns}
Época*Tipo de tejido	0,18 ^{ns}	10,52 ^{ns}	0,03 ^{**}	3,88 ^{**}
Época/Tipo de tejido	-----	-----	0,08 ^{**}	9,60 ^{**}
Época/Apical	-----	-----	0,01 ^{ns}	1,34 ^{ns}
Época/Primer nudo	-----	-----	0,16 ^{**}	17,87 ^{**}
Bloque	0,67 ^{ns}	14,55 ^{ns}	0,01 ^{ns}	2,15 ^{ns}
Error	0,75	5,16	0,0028	0,51
W (Shapiro Wilk)	0,90 ^{ns}	0,89 ^{ns}	0,90 ^{ns}	0,98 ^{ns}
P (Levene)	> 0,05			
Coeficiente de variación (%)	8,23	34,34	22,52	5,23

Significativos al 5* y 1** % de probabilidad; ns = No significativo

Cuadro 6. Índice de esbeltez (IR); relación parte aérea / parte radicular (Pa/Pr; índice de calidad de Dickson (QI) e índice de lignificación (IL), entre grupos experimentales (Sin y con poda), en plántulas de moringa.

Grupo experimental	Índices morfométricos			
	IR	Pa/Pr	QI	IL
Sin poda (Testigo)	11,13 ± 0,28 a	7,05 ± 2,55 a	0,25 ± 0,09 a	13,63 ± 0,88 a
Con poda	10,37 ± 0,89 a	6,54 ± 1,80 a	0,23 ± 0,11 a	13,66 ± 1,16 a

Letras iguales en columnas indican ausencia de diferencias estadísticas entre promedios ($p > 0,05$)

En el índice de lignificación, los valores obtenidos fueron inferiores al promedio de 15,76, reportado por Romero-Marcano *et al.* (2021); esto, se puede atribuir a las diferencias entre ensayos en: temporalidad, procedencia y calidad de semilla, tipo de sustrato utilizado y tipo de manejo aplicado.

Los índices calidad de Dickson y lignificación y su efecto significativo de interacción por factores de poda —Época*Tipo de tejido—, se presentan de manera gráfica en las Figuras 3A y 3B. Se observa disminución de la calidad a medida que se retrasa la práctica de poda a nivel del primer nudo ascendente del tallo; además, las plántulas con poda temprana —a los 10 días— a nivel del primer nudo ascendente, mostraron mayor calidad —para ambos índices— en comparación con las plántulas sin podar.

Ambos resultados evidencian que indudablemente, la condición de poda temprana realizada a los 10 dds y severa, a nivel del primer nudo ascendente, mejoraron de manera significativa la calidad final de la plántula de moringa y aumentaron su grado de lignificación. En todo momento, la variable determinante de calidad resultó ser biomasa seca de la plántula. Esa variable se reconoce estar muy influenciada por la aplicación o no aplicación de podas (Casanova-Lugo *et al.* 2010), también se considera fuertemente afectada por los estadios lunares (Pezo-Araujo 2012).

Davey (1984); Rodríguez-Laguna (2010) y González-Izquierdo *et al.* (2014) afirman que todos los esfuerzos técnicos dentro del vivero vinculados con la realización de prácticas agronómicas como fertilización, riego, poda aérea y poda radicular, se enfocan hacia el logro de mayor lignificación en la plántula. Los

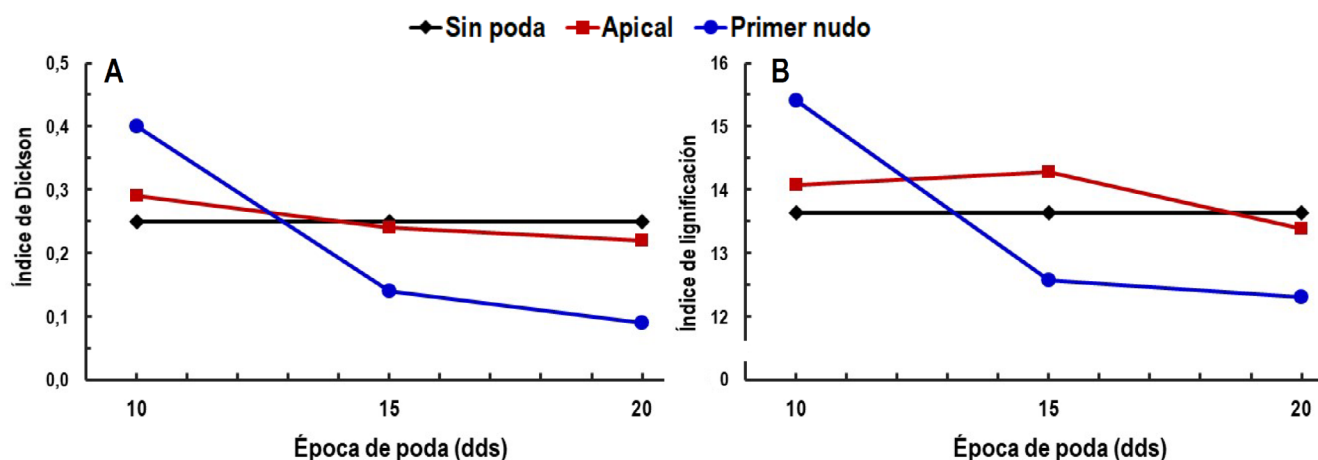


Figura 3. Efecto de interacción época de poda*tipo de tejido para Índice de calidad de Dickson (QI) (A) e Índice de lignificación (IL) (B), en plántulas de moringa

autores señalan que, el endurecimiento de la plántula se correlaciona positivamente con la sobrevivencia y el desarrollo del cultivo post trasplante. Esto indica que la condición de poda validada en este experimento resultaría conveniente como práctica de rutina en viveros de moringa, aportando calidad al material vegetal conducido. La poda aérea de plántulas de moringa en vivero, no modifica los índices morfológicos finales; cuando se realiza de manera temprana y en forma severa, mejora el índice de calidad de Dickson y la lignificación final en la plántula.

CONCLUSIONES

La poda aérea en plántulas de moringa, realizada de manera temprana, 10 días después de la siembra y en forma severa, en el primer nudo ascendente del tallo, favorece el crecimiento aéreo final de la plántula, expresado en diámetro de tallo y biomasa aérea final.

La poda posterior a los 10 días después de la siembra, en el primer nudo ascendente del tallo, no beneficia las características vegetativas de altura, diámetro del tallo, número de hojas y biomasa seca aérea de las plántulas.

La poda aérea en la yema apical, en cualquier época, no afectó el crecimiento de la plántula.

La poda aérea de plántulas de moringa, reduce el crecimiento longitudinal de la raíz, pero realizada de manera temprana y en forma severa, incrementa el crecimiento lateral de la misma, expresado en volumen y biomasa radicular.

La poda aérea de la moringa en vivero, no modifica los índices morfológicos finales; aunque, los índices, Calidad de Dickson y Lignificación ratifican el beneficio de la poda temprana y severa.

LITERATURA CITADA

- Abanto, C. 2010. Estudio del efecto de las podas de formación arquitectónica en plantaciones iniciales de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh), en la Región de Ucayali – Perú (en línea). Informe del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Perú. 39 p. Consultado 04 jun. 2019. Disponible en <https://bit.ly/3Y0xZgB>
- Abanto, C; Sánchez-Choy, J; Saldaña, W; Paifa, M; Alves-Chagas, E. 2011. Efecto de la altura de poda de formación en la arquitectura de plantas de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) en la Estación Experimental del IIAP, Ucayali, Perú (en línea). Scientia Agropecuaria 2:73-81. Consultado 04 jun. 2019. Disponible en <https://bit.ly/3XEreNn>
- Alcántara-Cortes, J; Acero-Godoy, J; Alcántara-Cortes, J; Sánchez-Mora, R. 2019. Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal (en línea). NOVA 17(32):109-129. Consultado 06 jun. 2020. Disponible en <https://bit.ly/40LQhks>
- Alegría-Muñoz, W. 2016. Texto básico para profesional en ingeniería forestal, en el área de fisiología vegetal. FCF UNAP (en línea). Iquitos, Perú. 224 p. Consultado 06 jun. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3E8C5s5>
- Alfaro, N. 2008. Rendimiento y uso potencial de Paraíso Blanco, *Moringa oleifera* Lam en la producción de alimentos de alto valor nutritivo para su utilización en comunidades de alta vulnerabilidad alimentario-nutricional de Guatemala (en línea). Informe final de Proyecto CONICYT-ENACYT-FONACYT-INCAP. Guatemala. 150 p. Consultado 12 ago. 2019. Disponible en <https://bit.ly/3Yteevu>
- Basave Villalobos, E; Cetina Alcalá, VM; López López, MÁ; Ramírez Herrera, C; Trejo, C; Conde Martínez, V. 2021. La poda aérea como práctica cultural en vivero para *Caesalpine coriaria* (Jacq.) Willd (en línea). Revista mexicana de ciencias forestales 12(63):138-152. Consultado 07 ene. 2022. Disponible en <https://doi.org/jt8z>
- Casanova-Lugo, F; Ramírez-Avilés, L; Solorio-Sánchez, F. 2010. Efecto del intervalo de poda sobre la biomasa foliar y radical en arboles forrajeros en monocultivo y asociados. Tropical and Subtropical Agroecosystems 12:657-665. Consultado 12 ago. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3Kar8Kn>
- Cenóz, P; Burgos, A. 2012. Efectos de las podas pre-cosecha en plantas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cultivadas en Corrientes, Argentina. Revista UDO Agrícola 12(3):550-558. Consultado 14 ene. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3YwHK3t>
- Climate-data.org. 2020. Clima Maturín (Venezuela) (en línea). Consultado 14 ene. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3Xwk8uz>

- Cornejo Burneo, M; Barahona Dubón, A. 2021. Fases lunares y su efecto sobre el crecimiento y desarrollo de cultivos orgánicos de frijol, lechuga y remolacha (en línea). Tesis de pregrado. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras. 25 p. Consultado 07 ene. 2022. Disponible en <https://bit.ly/3lkkjDJ>
- Davey, C. 1984. Establecimiento y manejo de viveros para pinos en la América tropical. CAMCORE (en línea). Universidad del estado de Carolina del Norte. USA. 49 p. Consultado 26 oct. 2019. Disponible en <https://bit.ly/3Z7gh8v>
- De Saint, A; Broin, M; Noamesi, S; Amaglo, N; Adevu, M; Dosu, G. 2010. Growing and processing moringa leaves. Moringa Association of Ghana (MAG). Ghana. 67 p. Consultado 26 oct. 2019. Disponible en <https://bit.ly/3jWH9c9>
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini, MG; González, L; Tablada, M; Robledo, CW. 2020. InfoStat Software Estadístico, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina (en línea). Consultado 04 feb. 2021. Disponible en <http://www.infostat.com.ar>
- Forshey, C; Elfving, D; Stebbins, R. 1992. Training and pruning of apple and pear trees (en línea). ASHS Press. Alexandria, VA 22314. 166 p. Consultado 04 feb. 2021. Disponible en <https://bit.ly/3DZRCe3>
- Garrido-García, J. 2008. La interacción entre factores en el análisis de varianza: errores de interpretación (en línea). Consultado 12 ago. 2019. Disponible en <https://bit.ly/3XmDGRV>
- Genard, M; Pagés, L; Kervella, J. 1998. A carbon balance model of peach tree growth and development for studying the pruning response (en línea). Tree Physiology 18:351-362. Consultado 12 ago. 2019. Disponible en <https://doi.org/gf68gx>
- González-Izquierdo, E; Cobas-López, M; Bonilla-Vichot, M; Sotolongo-Sospedra, R; Castillo-Martínez, I; García-Corona, I; Medina-Malagón, M. 2014. Experiencias en la producción de plantas cultivadas en los viveros forestales en contenedores (en línea). Revista Cubana de Ciencias Forestales 2(2):118-127. Consultado 12 ago. 2019. Disponible en <https://bit.ly/3YoAM07>
- Stoffella, P; Kahn, B. 1987. Root system effects on lodging of vegetable crops (en línea). HortScience 21(4):960-963. Consultado 12 ago. 2019. Disponible en <https://doi.org/jv8t>
- Medina, M; García, D; Clavero, T; López, J. 2007. Influencia de la distancia entre surcos y altura de corte en algunos indicadores de *Morus alba* (L.) sometida a pastoreo (en línea). Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia 24:468-480. Consultado 12 ago. 2019. Disponible en <https://bit.ly/3YF3KbP>
- Miller, S; Byers, R. 2000. Response of Winter-injured peach trees to pruning (en línea). Hort Technology 10:757-765. Consultado 12 ago. 2019. Disponible en <https://bit.ly/3K6jAZh>
- Miller, S; Tworowski, T. 2003. Regulating vegetative growth in deciduous fruit trees. PGRSA Quarterly 31(1):8-46.
- Miranda, D. 2005. Criterios para el establecimiento, los sistemas de cultivo, el tutorado y la poda de la uchuva. In: Fischer, G; Miranda, D; Piedrahita, W; Romero, J. Avances en cultivo, postcosecha y exportación de la Uchuva (*Physalis peruviana* L.) en Colombia. Unibiblos. Bogotá, Colombia. pp. 29-52.
- Mora, J; Gacharná, N. 2015. El árbol milagroso: La Moringa oleífera (en línea). Biodiversidad Colombia 1(5):45-58. Consultado 12 ago. 2019. Consultado 04 ene. 2020. Disponible en <https://bit.ly/40PvOLy>
- Muller, D; Bisognin, D; Morin, G; Gnolato, F. 2010. Dormência e dominância apical de diferentes tamanhos de tubérculos de batata (em línea). Ciencia Rural 40(12):2454-2459. Consultado 04 ene. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3HUo9CX>
- Olson, M; Fahey, J. 2011. *Moringa oleifera*: Un árbol multiusos para las zonas tropicales secas (en línea). Revista Mexicana de Biodiversidad 82:1071-1082. Consultado 04 ene. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3xc9wWQ>
- Padilla, C; Fraga, N. 2014. Efecto de la altura de corte en indicadores de la producción de forraje de *Moringa oleifera* vc. Plain (en línea). Revista Cubana de Ciencia Agrícola (4):405-409. Consultado 02 abr. 2019. Disponible en <https://bit.ly/3JXH2HW>
- Pérez, A; De la Cruz, J; Vásquez, G; Obregón, J. 2010a. *Moringa oleifera*, una alternativa forrajera para

- Sinaloa, México (en línea). Consultado 02 abr. 2019. Disponible en <https://bit.ly/3YqLa7K>
- Pérez, A; Sánchez, T; Armengol, N; Reyes, F. 2010b. Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal (en línea). Pastos y Forrajes 33(4):3-8. Consultado 02 abr. 2019. Disponible en <https://bit.ly/3RRKVjt>
- Pezo-Araujo, H. 2012. Influencia de las fases lunares en la producción agrícola (en línea). Tesis para obtención de Título de Ingeniero Agrónomo. UNSM. Tarapoto, Perú. 65p. Consultado 04 ene. 2020. Disponible en <https://bit.ly/3YltGtf>
- Pérez Díaz, N; Chango Miranda, RD; Fuego ME; Castillo, I; Orea Igarza, U; Veliz Gutiérrez, JA. 2014. Dinámica de crecimiento *Vitex parviflora* Juss en sustratos de compost de corteza de las especies *Eucalyptus saligna* Smith, y *Eucalyptus pellita* F. Muell, en viveros forestales (en línea). Revista Cubana de Ciencias Forestales 2(2):178-190. Consultado 04 ene. 2020. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es>
- Reyes-Sánchez, N; Ledin, S; Ledin, I. 2006. Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different management regimes in Nicaragua (en línea). Agroforestry Systems 66:231-242. Consultado 12 ago. 2019. Disponible en <https://doi.org/ctn5rr>
- Rodríguez-Laguna, R. 2010. Manual de prácticas de viveros forestales (en línea). Primera edición. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo, México. 44 p. Consultado 19 feb. 2022. Disponible en <https://bit.ly/3YImqHP>
- Romero-Marcano, G; Silva-Acuña, R; Maza, I. 2021. Calidad morfológica en plántulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) producidas en sustratos compuestos de suelo y estiércol animal (en línea). Revista Ciencia UNEMI 14(35):54-72. Consultado 19 feb. 2022. Disponible en <https://doi.org/jt88>
- Rueda-Sánchez, A; Benavides-Solorio, J; Sáenz-Reyes, T; Muñoz, F; Prieto-Ruiz, J; Orozco, G. 2014. Calidad de planta producida en los viveros forestales de Nayarit (en línea). Revista Mexicana de Ciencias Forestales 5(22):58-73. Consultado 19 feb. 2022. Disponible en <https://doi.org/jt89>
- Savitha, H; Kale, S; Prakash, M. 2014. Effect of harvesting cycles in biomass production of drumstick (*Moringa oleifera* Lam.) (en línea). Asian Journal of Biological Sciences 9(1):2012-2015. Consultado 19 feb. 2022. Disponible en <https://bit.ly/2DAfsxE>
- Silva-De Andrade, J. 2010. Épocas de poda en mandioca. Tesis Master en Agronomía (en línea). Universidad Estatal del Sudoeste de Bahía, Brasil. 54 p. Consultado 12 ago. 2019. Disponible en <http://www2.uesb.br>
- Taiz, L. & Zeiger, E. 2006. Plant Physiology. 3rd edn. Sinauer Associates. Sunderland, United States. 690 p.
- Toral, O; Iglesias, J. 2007. Efecto de la poda en el rendimiento de biomasa de 20 accesiones de especies arbóreas (en línea). Pastos y Forrajes 30(3):341-355. Consultado 12 ago. 2019. Disponible en <https://bit.ly/3HPgohP>
- Toral, O; Reino, J; Santana, H; Cerezo, Y. 2013. Caracterización morfológica de ocho procedencias de *Moringa oleifera* (Lam.) en condiciones de vivero (en línea). Pastos y Forrajes 36(4):409-416. Consultado 12 ago. 2019. Disponible en <https://bit.ly/3fBHKFE>
- Torres, A; Cova, A; Valera, D. 2018. Efecto del proceso de germinación de granos de *Cajanus cajan* en la composición nutricional, ácidos grasos, antioxidantes y bioaccesibilidad mineral (en línea). Revista Chilena de Nutrición 45(4):323-330. Consultado 12 ago. 2019. Disponible en <https://doi.org/jt9b>
- Uday-Patillo, M. 2015. Diseño experimental: Factorial AXB + N (en línea). Consultado 04 ago. 2019. Disponible en <https://bit.ly/3K8LcNs>
- Vera Suarez, M; Chávez Betancourt, R; Molina, V; León Paredes, J; Olivera Contreras, O; Alvarado Álvarez, H; Lahuasi Guerrero, L. 2017. Determinación de la influencia de las fases lunares, utilizando tres variedades de Fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el Cantón Antonio Ante, Provincia de Imbabura (en línea). European Scientific Journal 13(6):190-205. Consultado 04 ene. 2020. Disponible en <https://doi.org/jt9c>