

Respuesta al bocashi y a la lombricomposta de *Moringa oleifera* Lam. después de la poda

Iván Francisco Mota Fernández¹
Ofelia Andrea Valdés Rodríguez¹
Gabina Sol Quintas²
Arturo Pérez Vázquez^{3§}

¹El Colegio de Veracruz. Carrillo Puerto núm. 26, Zona Centro, Xalapa Enríquez, Veracruz, México. CP. 91000. Tel. 01(228) 1490182. (ivan.mota.im@gmail.com; andrea.valdes@gmail.com). ²Instituto Tecnológico de Perote. Perote, Veracruz. Tel. 01(228) 8264650. (macadamiamexico@yahoo.com.mx). ³Colegio de Postgraduados-Campus veracruz. Carretera Veracruz-Xalapa km 13.5, Veracruz, México.

§Autor para correspondencia: parturo@colpos.mx.

Resumen

Moringa oleifera Lam. por sus múltiples usos tiene un enorme potencial como alternativa de cultivo sustentable para implementarse en la zona centro del estado de Veracruz. El presente trabajo evalúa la respuesta vegetativa y reproductiva de la especie a la fertilización orgánica después de poda en esta región. El diseño experimental fue completamente al azar con árboles de moringa de tres años de edad, podados por única vez a una altura de 1.5 m, a los cuales se les aplicaron dos abonos orgánicos: lombricomposta y bocashi y un control. Los abonos se aplicaron al inicio del experimento y posteriormente cada cuatro meses. Las variables: 1) número de rebrotes; 2) sobrevivencia de rebrotes; 3) longitud de rebrotes; 4) grosor de rebrotes; 5) número de racimos por planta; 6) número de botones por racimo; 7) flores por racimo; 8) frutos por racimo; 9) número de frutos por planta; 10) longitud de frutos; 11) número de semillas por fruto; y 12) dimensión de semilla, se midieron cada mes durante 10 meses. Los tratamientos se evaluaron mediante un análisis de varianza de una vía ($p < 0.05$). Los resultados mostraron que la aplicación de los abonos orgánicos no influyó en las variables 3, 4, 5, 6, 7 y 8 al no existir diferencias estadísticas significativas en éstas; excepto el número total de frutos por planta, donde las plantas con bocashi lograron la mayor productividad. Se concluye que el mejor abono para la producción de frutos fue bocashi, mientras que en lombricomposta no se observaron diferencias significativas.

Palabras clave: *Moringa oleifera* Lam., abonos orgánicos, respuesta vegetativa.

Recibido: enero de 2019

Aceptado: marzo de 2019

Introducción

Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) es un árbol originario del noroeste de la India (Zayed, 2012), llegó a México probablemente por las embarcaciones realizadas de marineros filipinos que viajaban de Manila, Filipinas hacia Acapulco, Guerrero (Olson y Fahey, 2011). Moringa es muy apreciada por sus características nutricionales y medicinales, presentes en la mayoría de las partes que la conforman (hojas, flores y frutos, todas comestibles). La versatilidad de condiciones ambientales a las cuales se adapta la planta de moringa, entre ellas las zonas tropicales de baja humedad en el suelo, elevadas temperaturas, alta evaporación y grandes variaciones de precipitación (Alves *et al.*, 2010), la convierten en una especie con gran potencial para cultivarse en diversas zonas de nuestro país.

Aunque esta planta, en particular, se desarrolla de mejor manera por debajo de los 500 msnm y no por encima de los 1 500 msnm (Olson y Fahey, 2011). Algunos autores indican que moringa requiere de un mínimo de 250 mm de precipitación anual, y puede tolerar suelos arcillosos y arenosos (Valdés-Rodríguez *et al.*, 2014), pero los suelos mal drenados perjudican su crecimiento (Velázquez *et al.*, 2016). Con respecto a sus requerimientos nutricionales, existen estudios relacionados con la fertilización orgánica en moringa, los cuales demuestran su impacto positivo en la producción de biomasa foliar principalmente para el consumo humano y animal (ganado bovino) (Pérez *et al.*, 2010; Lok y Suárez, 2014).

La fertilización orgánica es importante si se desea establecer un cultivo sustentable o de bajos impactos ambientales. Un abono orgánico se origina por medio de la descomposición aeróbica y anaeróbica de residuos orgánicos principalmente de origen animal y vegetal. Esta acción se da por medio de microorganismos que existen en los propios residuos, bajo condiciones controladas, lo cual produce un material parcialmente estable de lenta descomposición en condiciones favorables (Restrepo, 2001).

Dos abonos orgánicos ampliamente conocidos en México y gran parte de Latinoamérica son el bocashi y la lombricomposta, su sencilla manera de elaborarlos y bajo costo de producción, los hacen una opción viable para los agricultores que los utilizan. La palabra bocashi proviene del idioma japonés y para el caso de los abonos orgánicos fermentados, significa pre-cocer al vapor los materiales orgánicos del abono a través del calor generado por la descomposición (Restrepo y Hensel, 2009). Asimismo, la lombricomposta es un producto resultante de la transformación microbiana de residuos orgánicos en ambientes controlados y se obtiene cuando participan diversas especies de lombrices en su elaboración (Olivares *et al.*, 2012).

El impacto positivo de los abonos orgánicos en ambientes degradados es una alternativa que resulta importante promover e incrementar, ya que con su aplicación en el suelo se estimula el crecimiento de las plantas, se mejora gradualmente la fertilidad, nutrición y la estructura del mismo, también se aumenta la capacidad de retención de agua y la actividad de microorganismos, lo cual contribuye a reducir la pérdida de nutrientes por lixiviación (Restrepo y Hensel, 2009). Por ello, es necesario promover la aplicación de los abonos orgánicos en lugares y cultivos con potencial productivo, como es el caso de moringa, y así evitar la aplicación de agroquímicos, los cuales constituyen una de las principales causas de la degradación y contaminación de los recursos naturales y la biodiversidad (Altieri, 1999; Ramos y Terry, 2014).

Actualmente existen pocos estudios sobre moringa reportados en Veracruz. Uno de ellos fue realizado por Valdés *et al.* (2014) y está centrado en el registro de medidas alométricas de moringa (crecimiento, floración y producción de frutos) sin fertilización orgánica. Otro trabajo realizado por Quintas *et al.* (2016) analizó la respuesta vegetativa de moringa a dos abonos orgánicos. Sin embargo, éste solo comprendió un periodo de siete meses y no abordó la respuesta de dichos abonos sobre las variables reproductivas. Por lo que una evaluación de las variables productivas permitiría estimar los efectos de abonos orgánicos sobre la productividad de plantas de moringa, con el fin de determinar si la aplicación es una práctica agronómica eficiente y redituable para este cultivo.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el uso de abonos orgánicos (lombricomposta y bocashi) sobre la respuesta vegetativa y reproductiva de moringa después de poda, en la región centro del estado de Veracruz.

Materiales y métodos

Área de estudio

Esta investigación fue realizada en el Colegio de Posgraduados (COLPOS), Campus Veracruz, el cual está ubicado en el municipio de Manlio Fabio Altamirano, en la zona centro del estado de Veracruz. Este municipio se localiza en las coordenadas 19°18' latitud norte y de 96° 32' longitud oeste. Tiene una altitud de 25 msnm y su tipo de suelo es franco-arcillo-arenoso. El clima es cálido con lluvias en verano e invierno; la precipitación media anual de 1 239.5 mm y la temperatura media anual de 25 °C (Cruz *et al.*, 2015).

Procedimiento experimental

Se evaluaron plantas de moringa de tres años de edad, sembradas a una densidad de 1 m por 1 m, con un promedio de altura de 6 m. Se seleccionaron al azar 24 individuos para aplicar los tratamientos, con ocho individuos por bloque. El primer tratamiento consistió en la aplicación de lombricomposta echa con 30% pulpa de café y 70% bagazo de caña. El segundo tratamiento consistió en la aplicación de bocashi, elaborado con estiércol de ganado bovino (50 kg), rastrojo de maíz (25 kg), hojarasca (25 kg), ceniza (10 kg), salvado de trigo (25 kg), melaza (4 L), levadura de pan (250 g) y suelo de la región (50 kg) y finalmente el control, al que no se aplicó abono alguno.

Con la finalidad de uniformizar el tamaño de las plantas y facilitar la toma de las mediciones, se realizó una única poda un día antes de iniciar el tratamiento, estando los árboles en un período de crecimiento vegetativo sin evidencias de racimos florales y frutos. La poda consistió en el corte del tronco principal a una altura de 1.5 m y la eliminación de las ramas laterales y rebrotes de la planta, dejando únicamente el tronco principal. Al siguiente día se realizó la primera aplicación de los abonos orgánicos. Se efectuaron tres aplicaciones de cuatro kilogramos por planta cada cuatro meses distribuidas durante los diez meses que duró el trabajo.

El abono se aplicó en un radio de 40 cm del tronco principal de la planta, se enterró 10 cm y posteriormente se cubrió con el suelo retirado de dicha zona. Después de la aplicación del abono orgánico se practicó un único riego usándose 19 L de agua para regar cada planta. Entre los periodos de aplicaciones no se realizaron riegos y el control de malezas se hizo de forma manual.

Adicionalmente se realizó el muestreo del suelo del sitio experimental y se llevó a cabo el análisis químico de los abonos orgánicos involucrados. Para el suelo se colectaron al azar 15 sub-muestras de 500 g, cada una a una profundidad de 10-15 cm del suelo, las muestras fueron combinadas de forma homogénea para posteriormente ser tomada una porción de 500 g. Asimismo, para los abonos orgánicos (lombricomposta y bocashi) se tomó una muestra representativa de (500 g). Las muestras del suelo de la región y los abonos orgánicos fueron enviadas para su análisis al laboratorio de suelos del Instituto de Ecología, AC (INECOL).

La metodología utilizada para la muestra del suelo y los abonos orgánicos fue la indicada por la NOM-021RECNAT 2000. Las variables evaluadas se dividieron en A) vegetativas, las cuales se analizaron semanalmente durante cuatro meses: 1) número de rebrotes; 2) sobrevivencia de rebrotes; 3) longitud de rebrotes; y 4) grosor de rebrotes; y B) reproductivas: 5) número de racimos por planta; 6) número de botones por racimo; 7) número de flores por racimo; y 8) número de frutos por racimo; 9) número de frutos por planta; 10) longitud de frutos; 11) número de semillas por fruto; y 12) dimensión de semillas. Estas últimas variables fueron evaluadas durante un periodo de diez meses comenzando a partir del mes de marzo a diciembre de 2016.

Variables vegetativas

El número de rebrotes y su sobrevivencia por planta se determinó por medio de la contabilización total de éstos sobre su registro inicial y se realizó semanalmente durante cuatro meses. La medición que corresponde a las variables de longitud y grosor de los rebrotes se tomó con la ayuda de un flexómetro (1 mm de precisión) y un vernier digital (0.01 mm de precisión) respectivamente, para lo cual se seleccionaron seis rebrotes por planta, debido a que este fue el número mínimo de rebrotes sobreviviente por planta los primeros dos meses posteriores a la poda. Durante los primeros cinco meses estas dos variables fueron evaluadas semanalmente; sin embargo, al observar que el crecimiento de moringa era lento, las mediciones se realizaron de forma mensual a partir del sexto mes.

Variables reproductivas

Se contabilizó el número total de racimos florales y frutos por planta, de forma semanal. Del total de racimos florales se seleccionaron 10 por cada planta para ser monitoreados semanalmente. De cada racimo floral seleccionado se contabilizó el número de botones, flores y frutos. También, de los frutos se midió la longitud, utilizando un flexómetro (1 mm) para medir cada vaina de un extremo a otro. Para determinar el número total de semillas por vaina se abrieron todos los frutos de la cosecha y se extrajeron todas las semillas con el fin de ser contabilizadas, posteriormente se midieron con un vernier digital (0.01 mm de precisión) del largo y ancho.

Análisis estadístico

Para cada variable se obtuvieron las estadísticas descriptivas correspondientes (promedio, desviación estándar, máxima, mínima y coeficiente de variación). El análisis de cada variable entre tratamientos se realizó mediante una prueba de análisis de varianza de una vía con un nivel de significancia de 5%. Las pruebas *post-hoc* se realizaron mediante el método de Tukey, ambos análisis con apoyo del software SigmaPlot 10.0.

Resultados y discusión

Los resultados del análisis físico-químico del suelo de la región y los dos abonos orgánicos arrojaron una notable diferencia en tres macronutrientes P, N y Mg, siendo la lombricomposta la que obtuvo las cifras más elevadas de éstos. De acuerdo con González-González y Crespo-López (2016), porcentajes de N desde 1.5% en abonos orgánicos favorecen la producción de biomasa foliar hasta 100%. Por lo que la lombricomposta resultó ser el abono con mayor potencial para la producción de follaje. Mientras que Sarwar *et al.* (2017) establecieron que dosis menores al 1% de N-P-K pueden incrementar tallos y follaje de moringa en 50% o más en un suelo franco sin fertilización.

Las dosis encontradas tanto en lombricomposta como en bocashi tienen la capacidad de incrementar el crecimiento de las plantas por arriba del control. Adicionalmente, se considera que el pH del bocashi tendería a mejorar la alcalinidad del suelo del sitio, que se encontró ácido (Cuadro 1).

Cuadro 1. Composición física y química del suelo de la región y los abonos orgánicos utilizados.

Componente	Control	Bocashi	Lombricomposta
pH	5.63	8.23	5.12
P disponible (mg kg ⁻¹)	7	26	292
P total (mg kg ⁻¹)	254	1867	2788
N (%)	0.17	0.95	2.79
K (cmol kg ⁻¹)	0.41	18.68	9.76
MO (%)	3.03	17.08	41.51
C/N	12	16	10
Ca (cmol kg ⁻¹)	10.28	34.47	31.28
Mg (cmol kg ⁻¹)	4.93	14.5	18.74
Fe (mg kg ⁻¹)	32.3	149.5	342.8
Mn (mg kg ⁻¹)	23.7	23.6	61.8
Cu (mg kg ⁻¹)	0.31	2.5	6.2
Zn (mg kg ⁻¹)	0.88	17.84	19.87
Carbono orgánico (%)	1.76	9.91	24.08
Densidad aparente (g cm ⁻³)	1.51	0.98	0.68
Arcilla (%)	51.6	21.6	27.6
Limo (%)	26.4	33.6	19.6
Arena (%)	22	44.7	52.7

Mientras que los altos niveles de Fe en bocashi y lombricomposta pueden favorecer la síntesis de la clorofila de las plantas de moringa. Asimismo, los altos contenidos de Mn favorecerán la fotosíntesis y asimilación de nitrógeno (Azcón y Talón, 2013).

Variables vegetativas

Después de la poda y al final de un periodo de 16 semanas se observó que el tratamiento con bocashi tuvo un promedio de 12.87 rebrotes por planta, lombricomposta 8.87 y el control 13.12. En esta variable no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos ($p= 0.079$). Este resultado pudo deberse a que los diámetros del tronco de los sujetos abonados con lombricomposta fueron 18% menores a los del control, mientras que en bocashi fueron 15% menores que el control, lo que se relaciona en el incremento con el número de rebrotes, que fue proporcional al diámetro de los tallos.

Al respecto, Medina *et al.* (2007) obtuvieron un promedio de 11 a 12 rebrotes por planta sin la aplicación de ningún tipo de fertilizante, lo cual es similar a lo obtenido en este experimento. El porcentaje de rebrotes sobrevivientes por planta fue 73% para bocashi, 66 % para lombricomposta y 77% para el control y no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p= 0.867$). Tampoco se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en la longitud de rebrotes ($p= 0.174$) y grosor de rebrotes ($p= 0.514$). Mientras que el promedio de rebrotes sobrevivientes por planta hasta el día 283 de monitoreo fue de 3.87, resultado menor al encontrado por Swati *et al.* (2013), el cual fue de ocho rebrotes con aplicación de fertilización orgánica.

Los resultados obtenidos indican que la baja sobrevivencia de los rebrotes pudo deberse a la distancia en la que estaban sembradas las plantas de moringa, la cual fue de sólo 1 m entre cada una de ellas, siendo un factor que pudo incidir negativamente en esta variable, la principal causa observada fue la caída de los rebrotes por marchitamiento. Investigaciones previas mencionan que la altura de las plantas y el número de rebrotes que pueda llegar a tener se relaciona con la distancia de siembra, viéndose incrementados si ésta es mayor entre planta y planta (Sosa *et al.*, 2016), llegando así a lograr rendimientos superiores según la densidad en la que son sembradas las plantas (Lok y Suárez, 2014). De los resultados anteriores se deduce que la respuesta vegetativa a los tratamientos no fue significativa en un período de 10 meses.

Por lo que si se desea aprovechar moringa en condiciones similares en un período similar de tiempo no se puede recomendar la aplicación de estos abonos en las cantidades aplicadas para una mayor producción de biomasa. Esto se explica porque tanto lombricomposta como bocashi, son de lenta liberación y requieren de periodos de uno a tres años de aplicación constante para observar resultados y así mostrar su efectividad (Restrepo y Hensel, 2006; Ramos y Terry, 2014), por lo que con esta característica sí podrían contribuir sustancialmente al mejoramiento de la actividad biológica del suelo y por ende de la planta (Usman *et al.*, 2003), pero en un lapso de tiempo de al menos dos años.

Sin embargo, el promedio mayor en la variable de longitud de los rebrotes lo obtuvo lombricomposta con 13% mayor que el control y 18% mayor que el bocashi; además, en la variable de grosor de los rebrotes, lombricomposta logró 14% y 16% más que el control y bocashi, respectivamente (Figura 1 y 2).

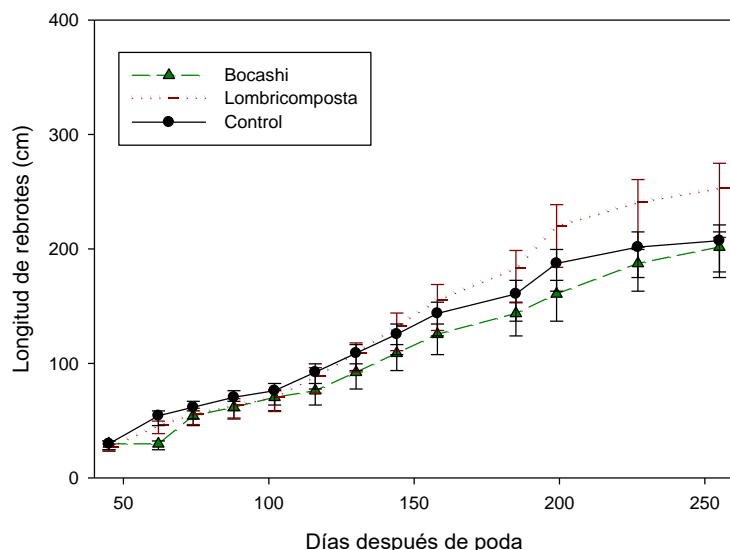


Figura 1. Crecimiento de longitud de rebrotes de *M. oleifera* por tratamiento. Las barras laterales representan el error estándar de la media.

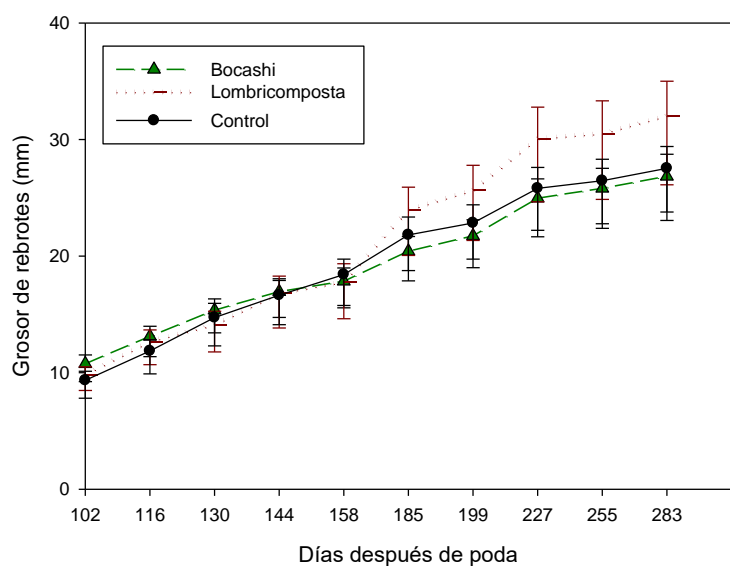


Figura 2. Crecimiento del grosor de rebrotes de *M. oleifera* por tratamiento. Las barras laterales representan el error estándar de la media.

Este comportamiento, aunque aún no significativo, pudo deberse a que los abonos orgánicos indicaron un porcentaje mayor de Nitrógeno (N) en lombricomposta, el cual fue 66% mayor que el bocashi y 94% mayor que el control. Al respecto, se sabe que el N es el nutriente con mayor importancia para el desarrollo de la planta, junto con el P y el Potasio (K) (Azcón y Talón, 2013).

Variables reproductivas

No se obtuvieron diferencias estadísticas significativas en el número de racimos florales por planta ($p=0.183$), número de botones por racimo floral ($p=0.511$), flores por racimo floral ($p=0.605$) y frutos por racimo floral ($p=0.664$). No obstante, el bocashi fue el único tratamiento que consolidó

frutos maduros para ser cosechados (Cuadro 2) y el número total de frutos por planta ($p= 0.037$) fue la única variable que tuvo diferencia estadística significativa, con el tratamiento con bocashi dando el mayor número.

Cuadro 2. Valores promedio y desviación estándar (desv) de las variables evaluadas en los distintos tratamientos aplicados a plantas de *Moringa oleifera*.

Variable	Control		Lombricomposta		Bocashi				
	Promedio	±desv	Promedio	±desv	Promedio	±desv			
Longitud de rebrotes	218.34	±96.93	a	253.28	±108	a	207.28	±77.41	a
Grosor de rebrotes	27.53	±10.59	a	32.04	±15.1	a	26.84	±10.69	a
Número total de racimos por planta	14.43	±15.47	a	8.73	±9.99	a	14.3	±18.21	a
Botones por racimo	18.21	±33.85	a	7.71	±19.48	a	16.12	±32.08	a
Flores por racimo	3.1	±6.99	a	1.61	±6.23	a	2.64	±7.26	a
Frutos por racimo	0.46	±1.4	a	0.61	±1.3	a	0.85	±1.56	a
Número total de frutos por planta	1.89	±3.07	ab	0.94	±2.18	b	3.32	±7.35	a

Letras diferentes en las columnas representan diferencias estadísticas entre tratamientos ($p < 0.05$).

Este resultado pudo deberse a que el bocashi cuenta con microorganismos capaces de solubilizar ciertos minerales tales como el Ca y los fosfatos, siendo éstos últimos determinantes para el crecimiento de flores y amarre de frutos (Rodríguez *et al.*, 2005).

También es posible que la dificultad para detectar diferencias significativas en los parámetros evaluados se debió a la enorme variabilidad encontrada en la respuesta de todas las plantas, con altos coeficientes de variación (Cuadro 3), donde pudieron influir las condiciones climatológicas y la variabilidad intrínseca de las plantas de esta procedencia (Cuadro 3) (Toral *et al.*, 2013).

Cuadro 3. Valores del máximo y mínimo de las variables evaluadas en los distintos tratamientos aplicados a plantas de *Moringa oleifera*.

Variable	Control		Lombricomposta		Bocashi	
	Max-min	CV	Max-min	CV	Max-min	CV
Longitud de rebrotes	385-42	0.44	455-90	0.42	397-70	0.37
Grosor de rebrotes	52-11	0.38	66-12	0.47	55-7	0.39
Número total de racimos por planta	77-0	1.07	47-0	1.14	100-0	1.27
Botones por racimo	134-0	1.85	113-0	2.52	156-0	1.99
Flores por racimo	36-0	2.25	58-0	3.86	55-0	2.75
Frutos por racimo	9-0	3.04	7-0	2.11	10-0	1.84
Número total de frutos por planta	12-0	1.63	9-0	2.33	30-0	2.21

Longitud de los frutos

A los siete meses después de la poda se llevó a cabo una única cosecha, donde se obtuvieron 24 frutos todos provenientes del tratamiento abonado con bocashi, ya que el control y la lombricomposta no presentaban frutos maduros.

Estos resultados pudieron deberse al mayor contenido de K y Ca, así como limo y un pH mayor presentes en el bocashi, lo que facilitó la asimilación de estos nutrientes fuertemente relacionados con el prendimiento de flores y desarrollo de los frutos (Azcón-Bieto y Talón, 2013). El promedio de la longitud de la vaina de moringa fue de 27.39 cm, medida que se encuentra dentro de los parámetros reportados para esta planta, que van desde los 10 cm a 50 cm de longitud (Olson y Fahey, 2011).

Aunque esta longitud de las vainas fue inferior por 10 cm con respecto a lo obtenido por otros autores que también abonaron con mezclas que incluían lombricomposta, pero durante un tiempo de un año (Swati *et al.*, 2013). Por lo que se considera que es necesario evaluar los abonos orgánicos durante un periodo mayor a un año para poder determinar si existen efectos positivos de desarrollo a largo plazo, dada la lenta liberación de estos biofertilizantes. Adicionalmente se ha documentado que moringa se desarrolla mejor en suelos ligeros, y en este sitio el sustrato era mayormente arcilloso, lo cual dificulta la penetración de las raíces, al ser un suelo pesado y ácido, por lo tanto el aprovechamiento de los nutrientes se hace más lento (Pérez *et al.*, 2010).

Número de semillas

El único tratamiento que llegó a consolidar frutos maduros fue el abonado con bocashi, del cual se obtuvieron un mínimo de ocho y un máximo de 23 semillas por fruto, con un promedio de 14.7 ± 3.3 semillas por fruto. Estos valores fueron similares a lo reportado por Pérez *et al.* (2010), que van de 12 a 25 semillas, y ligeramente superiores a lo encontrado por Pérez *et al.* (2010), que van de 10 a 20 semillas, quienes describen la producción típica de estas plantas. En un estudio similar donde también se utilizó fertilización orgánica en plantas de moringa, se halló un máximo de 14 semillas y un mínimo de siete semillas por fruto Swati (2013), de donde se infiere que este bocashi mejoró sustancialmente el número de semillas producidas en el sitio.

Medición de semillas

La medida de las semillas en promedio fue de 10.85 mm de largo y 10.66 mm de ancho. Datos que coinciden con las semillas de moringa antes de ser sembradas, mismos que fueron de 12.9 ± 1.1 mm de largo y 11.4 ± 0.8 mm de ancho y 268.9 ± 42.9 mg de peso (Valdés *et al.*, 2014). En otro trabajo se observaron medidas similares (11.34 a 15.16 mm y 9.77 a 12.19 mm) a lo encontrado en este estudio (Oloyede *et al.*, 2015), por lo que la aplicación de los abonos orgánicos no pareció afectar las dimensiones de las semillas.

Conclusiones

Los abonos orgánicos tipo bocashi y lombricomposta aplicados durante diez meses en moringa no mostraron efectos significativos sobre las variables vegetativas de *Moringa oleifera*. En cambio, en las reproductivas se notaron diferencias en el número total de frutos por planta cuando se abonó con bocashi. Por esta razón, se recomienda la aplicación de bocashi para mejorar la producción de frutos de la planta. De la misma manera, cuando se usen fertilizantes orgánicos en suelos pesados se recomienda evaluar las plantas durante un periodo superior al año, para determinar si éstos tienen mejores efectos sobre las variables vegetativas.

Literatura citada

- Altieri, M. 1999. Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable. Agroforestry systems Montevideo: Editorial Nordan-Comunidad. Volumen 35. 338 p.
- Alves, I.; Silva, J.; Carneiro, P. e Bakke, O. 2010. Características de crecimiento e valor forrageiro da moringa (*Moringa oleifera* Lam.) submetida a diferentes adubos orgânicos e intervalos de corte. Engenharia Ambiental-Espírito Santo Do Pinhal. 7(2):133-144.
- Azcón, J. y Talón, M. 2013. Fundamentos de fisiología vegetal. McGrawHill. 2^{da} (Ed). Madrid. 522 p.
- Cruz, B. A.; Pérez, A.; García, E.; Gallardo, F. y Soto, R. M. 2015. Análisis químico-morfológico comparativo de accesiones de *Jatropha curcas* L. del estado de Veracruz. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 6(3):589-601.
- González, G. C. E. y Crespo, L. G. J. 2016. Response of *Moringa oleifera* Lam to fertilization strategies on lixiviated Ferralitic Red soil. Pastos y Forrajes. 39(3):173-177.
- Lok, S. y Suárez, Y. 2014. Efecto de la aplicación de fertilizantes en la producción de biomasa de *Moringa oleifera* y en algunos indicadores del suelo durante el establecimiento. Rev. Cub. Cienc. Agríc. 48(4):399-403.
- Medina, M.; García, D.; Clavero, T. e Iglesias, J. 2007. Estudio comparativo de *Moringa oleifera* y *Leucaena leucocephala* durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento. Zootecnia Tropical. 25(2):83-93.
- Olivares, M. A.; Hernández, A.; Vences, C. y Jáquez, J. L. 2012. Lombricomposta y composta de estiércol de ganado vacuno lechero como fertilizantes y mejoradores de suelo. Universidad y Ciencia. 28(1):27-37.
- Oloyede, D.; Aviara, N. y Shittu, S. 2015. Measurement of engineering properties necessary to the design of drumstick (*Moringa oleifera* L.) Pod Sheller. J. Biosys. Eng. 40(3):201-211.
- Olson, M. y Fahey, J. 2011. *Moringa oleifera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. Revista Mexicana De Biodiversidad. 82(4):1071-1082.
- Pérez, A.; Sánchez, T.; Armengol, N. y Reyes, F. 2010. Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. Pastos y Forrajes. 33(4):1-16.
- Pérez, R.; de la Cruz, J.; Vázquez, E. y Obregón, J. 2010. *Moringa oleifera*, una nueva alternativa forrajera para Sinaloa. C. Consultivo, Ed. Culiacán. Fundacion produce Sinaloa, AC. 1-29.
- Quintas, G.; Valdés, O. A. y Pérez, A. 2016. Efecto de la poda y fertilización orgánica en *Moringa oleifera* Lam. en la región centro de Veracruz, México. Rev. Cienc. Adm. 1(especial):101-121.
- Ramos, D. y Terry, E. 2014. Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. Cultivos Tropicales. 35(4):52-59.
- Restrepo, J. 2001. Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares Experiencias con agricultores en Mesoamérica y Brasil. Costa Rica. 155 p.
- Restrepo, J. y Hensel, J. 2006. El A, B, C de la agricultura orgánica y panes de piedra. México.
- Restrepo, J. y Hensel, J. 2009. Manual práctico de agricultura orgánica y panes de piedra. Primera ed. Colombia. 318 p.
- Rodríguez, M. M.; Soto, O. R.; Parets, S. E. y Alemán, P. R. 2005. Bocashi, una alternativa para la nutrición de la habichuela (*Vigna unguiculata* L. Walp sub-sp *sesquipedalis* L.), variedad Cantón 1 en huertos populares. Rev. Centro Agric. 32(1):71-76.

- Sarwar, M.; Ali, A.; Nouman, W.; Arshad, M. I. and Patra, J. K. 2017. Compost and synthetic fertilizer affect vegetative growth and antioxidant activities of moringa. *Inter. J. Agric. Biol.*
- Sosa, A. A.; Ledea, J. L.; Estrada, W. y Molinet, D. 2016. Efecto de la distancia de siembra en variables morfoagronómicas de moringa (*Moringa oleifera*). *Agron. Mesoam.* 28(1):207-211.
- Swati, B.; Kamal, S. and Dixit, B. 2013. Fertilizer management in drumstick under semidry condition of Bundelkhand region of Madhya Pradesh. *Nature Sci.* 11(2):67-68.
- Toral, O.; Cerezo, Y.; Reino, J. y Santana, H. 2013. Caracterización morfológica de ocho procedencias de *Moringa oleifera* (Lam.) en condiciones de vivero. *Pastos y Forrajes.* 36(4):409-416.
- Usman, D. C.; Usman, C.; Bonilla, R. y Sánchez, M. S. 2003. Efecto de la fertilización orgánica sobre la producción de follaje y rendimiento de semilla de cilantro *Coriandrum sativum* L. variedad Unapal Precoso. *Acta Agron.* 52(1-4):59-63.
- Valdés, O.; Palacios, O.; Ruíz, R. y Pérez, A. 2014. Potencial de la asociación moringa y ricinus en el subtrópico veracruzano. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 9:1673-1686.
- Valdés, R. O. A.; Muñoz, G. C.; Pérez, V. A. y Martínez, P. L. E. 2014. Análisis y ajuste de curvas de crecimiento de *Moringa oleifera* Lam. en diferentes sustratos. *Rev. Biol. Agropec. Tuxpan.* 2(2):66-70.
- Velázquez, M.; Peón, I. E.; Zepeda, R. y Jiménez, M. A. 2016. Moringa (*Moringa oleifera* Lam.): usos potenciales en la agricultura, industria y medicina. *Rev. Chapingo Ser. Hortic.* 22(2):95-116.
- Zayed, M. S. 2012. Improvement of growth and nutritional quality of *Moringa oleifera* using different biofertilizers. *Annals Agric. Sci.* 57(1):53-62.