

## Nota técnica

# Producción de semillas de variedades de *Moringa oleifera* Lam en el Valle del Cauto<sup>1</sup>

## Seed production of *Moringa oleifera* Lam cultivars in Cauto Valley

José Leonardo Ledea-Rodríguez<sup>2</sup>, Giselle Rosell-Alonso<sup>2</sup>, Diocles Guillermo Benítez-Jiménez<sup>2</sup>,  
Ramón Crucito Arias-Pérez<sup>2</sup>, Jorge Valentín Ray-Ramírez<sup>2</sup>, Juan José Reyes-Pérez<sup>3,4</sup>

### Resumen

La *Moringa oleifera* ha mostrado innumerables beneficios como alimento animal. Para la expansión de esta planta, es necesaria gran cantidad de semillas de calidad, y para producirlas se deben tener en cuenta, entre otros factores, la densidad de siembra y las variedades a emplear. El objetivo fue determinar el efecto de la distancia de siembra en el rendimiento de semillas de cuatro variedades de moringa. El estudio se realizó en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes (EEPF), del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (IIA) "Jorge Dimitrov", en Bayamo, provincia Granma, Cuba, desde 2012 hasta 2015. Se evaluaron cuatro variedades: Plain, Nicaragua, Supergenius y Criolla, en un suelo Fluvisol del Valle del Cauto. Se establecieron doce tratamientos que combinaron la variedad con las distancias de siembra: 3x1, 3x2 y 3x3 metros. Se midieron las variables grosor del tallo, ramas por planta, cantidad de frutos por planta, largo de frutos, número de semillas y rendimiento de semillas por planta y por hectárea. No hubo interacción significativa entre variedad y distancia de siembra para las variables estudiadas. La mejor respuesta en los componentes del rendimiento se obtuvo en las distancias 3x2 y 3x3 m; sin embargo, los mayores rendimientos por hectárea se alcanzaron en las distancias 3x1 m y 3x2 m. El factor variedad mostró ser significativo ( $p \leq 0,05$ ) sobre el grosor del tallo, longitud de los frutos y número de semillas por frutos. Para la distancia de siembra las variables significativas ( $p \leq 0,05$ ) fueron: grosor del tallo, ramas y frutos por planta y rendimiento por planta y por hectárea.

**Palabras claves:** árboles de propósito múltiple, nutrición animal, extracción de semillas, espaciamiento.

### Abstract

*Moringa oleifera* has shown innumerable benefits as animal feed. For the expansion of this plant, a large amount of quality seeds is necessary and, to produce them, sowing density and the cultivars used must be considered, among other factors. The objective of this work was to determine the effect of sowing distance on seed yield of four

<sup>1</sup> Recibido: 21 de junio, 2017. Aceptado: 12 de setiembre, 2017. El estudio se justificó por el proyecto CUBAMOR desarrollado en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov", como entidad participante, Cuba.

<sup>2</sup> Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov", Estación Experimental de Pastos y Forrajes, km 10½, Carretera Bayamo – Tunas. Bayamo, Granma, Cuba. [ledea1017@gmail.com](mailto:ledea1017@gmail.com), [grosell@dimitrov.cu](mailto:grosell@dimitrov.cu), [dioclesbenitezjimenez@gmail.com](mailto:dioclesbenitezjimenez@gmail.com), [rarias@dimitrov.cu](mailto:rarias@dimitrov.cu), [jvray2011@gmail.com](mailto:jvray2011@gmail.com)

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

<sup>4</sup> Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Av. Walter Andrade. Km 1 ½ vía a Santo Domingo. Quevedo, Los Ríos, Ecuador. [jjreyesp1981@gmail.com](mailto:jjreyesp1981@gmail.com)



moringa cultivars. The study was carried out at the Experimental Pasture and Forage Station Pastures and Forages (EPPF, in Spanish) of the Institute of Agricultural Research (IIA, in Spanish) “Jorge Dimitrov” in Bayamo, Granma, Cuba. Four cultivars: Plain, Nicaragua, Supergenius, and Criolla, were evaluated on a Fluvisol soil in Cauto Valley. Twelve treatments, combining cultivar and sowing distance: 3x1, 3x2, and 3x3 m, were applied. The variables stem thickness, branches per plant, fruits per plant, fruit length, seeds per plant, and seed yield per plant and per hectare were measured. There was not a significant interaction between cultivar and sowing distance for the studied variables. The best response of yield components was obtained from plants spaced at 3x2 and 3x3 m; however, the highest yield per hectare were reached from plants spaced at 3x1 and 3x2 m. Cultivar was significant ( $p \leq 0.05$ ) on stem thickness, fruit length, and seeds per fruit. For sowing distance, the significant variables ( $p \leq 0.05$ ) were: stem thickness, branches and fruits per plant as well as yield per plant and per hectare.

**Keywords:** multipurpose trees, animal nutrition, seed extraction, spacing.

## Introducción

La ganadería actual, debido a la degradación de los ecosistemas y como consecuencia a los bajos rendimientos de las plantas que se utilizan como alimento animal, demanda la introducción de especies, sobre todo arbóreas, que sean fuentes de proteína y resistan las condiciones edafoclimáticas adversas de los ecosistemas ganaderos (Ledeá et al., 2016).

Uno de los árboles que puede ser empleado como alimento animal es la *Moringa oleifera*, ya que ha demostrado producciones estables de biomasa de alto valor nutritivo superiores a las 3 t/MS/ha; además, es una especie de rápido crecimiento, soporta podas frecuentes y rebrota con facilidad, también tolera ambientes secos (Ramachandran et al., 1980; Gomaa y Picó, 2011). Posee otros beneficios para la ganadería, pues se utiliza como sombra natural, como cerca viva, entre otras (Fuglie, 2001).

Para la expansión y uso de la moringa, se requiere de gran cantidad de semillas con alta calidad. La moringa se reproduce de manera sexual y asexual, y la primera vía tiene varias ventajas, como son el ahorro de fuerza de trabajo y maquinaria, y obtención de altos rendimientos. Además, debido a que las raíces tienen mayor desarrollo, las plantas obtenidas son más resistentes a las condiciones de estrés que pueden surgir (Godino et al., 2013); este método es recomendado cuando se producen plantas para aprovechar el potencial forrajero (Pérez et al., 2010). Cuando se utiliza la propagación por estacas las plantas demoran hasta seis meses después de plantadas para que aparezcan los frutos (Pérez et al., 2010). Sin embargo, los estudios desarrollados con la moringa han estado enfocados en aprovechar la biomasa verde (Toral et al., 2013), no así producción de semillas, quizás por el tiempo y manejo que se requiere para aprovechar esta característica. Para las condiciones de Cuba, aprovechar y estabilizar la producción de semillas de moringa es un aspecto de importancia crucial, por las facilidades que brinda la vía de propagación sexual.

Para lograr altos rendimientos de semillas de calidad, se deben tener en cuenta factores como la densidad de siembra y la especie, variedad o ecotipo a emplear. Price (2000) en los informes del proyecto de investigación BIOMASA que se realizó en Nicaragua, planteó que la moringa puede sembrarse intensivamente, sin embargo, aclaró que la extracción de nutrientes es alta y proporcional a la densidad de siembra, considerando que, cuando se utilicen altas densidades de plantación se debe asegurar la fertilización en función de las características del suelo, para proteger al mismo y garantizar un desarrollo saludable de la plantación (Foidl et al., 1999). Aunque muy inherente a esto existen pérdidas de plantas por procesos naturales, las cuales están en función de la densidad; de esta forma cuando se utilizan densidades de 16 millones plantas/ha se pierden hasta el 30% de las mismas, para cuatro millones de plantas/ha el 20%, y para un millón el 1%. La pérdida de plántulas se detiene cuando se utilizan densidades inferiores a 900 plantas/ha (Foidl et al., 1999).

Se deben considerar las condiciones edafoclimáticas de cada territorio, los métodos utilizados y la disponibilidad de recursos. Estos factores incidirán en que se exprese el potencial semillero de la moringa (Ferguson, 1979; Humphreys y Riveros, 1986).

En Cuba los suelos dedicados a la ganadería se encuentran seriamente afectados por prácticas ganaderas inadecuadas y por el efecto climático, principalmente en la región oriental, en el Valle del Cauto. Estos factores son concomitantes, y como resultado han generado procesos intermedios de erosión y salinización (Benítez et al., 2010), que se combinan con la intensa sequía estacional y afectan la persistencia y productividad de los cultivos que se dedican a la alimentación animal, afectando algunos más que a otros. Por tales motivos, el objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la distancia de siembra en el rendimiento de semillas de cuatro variedades de moringa.

## **Materiales y métodos**

### **Localización, clima y suelo**

El estudio se desarrolló desde 2012 hasta 2015, los bancos de semillas se ubicaron en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes (EPPF), del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (IIA) “Jorge Dimitrov”, en Bayamo, provincia Granma, Cuba. En esta zona se presentan precipitaciones anuales que median entre 800 y 1200 mm, temperatura media anual de 26 °C y una humedad relativa del 77% (Rosell et al., 2003). El ensayo se estableció en un suelo fluvisol, con buen drenaje, y su preparación fue de forma convencional (aradura, grada, cruce, grada, pase de rastrillo y nivelación), mediante tracción animal.

### **Material vegetal utilizado**

Se utilizaron las variedades de *Moringa oleifera* denominadas Plain, Nicaragua, Supergenius y Criolla, que fueron introducidas en Cuba por interés nacional para ser evaluadas en función de las potencialidades de este cultivo, en la alimentación humana y animal. Las semillas para el establecimiento de los bancos de semillas fueron obtenidas de la India (variedad Supergenius), Afganistán (variedad Plain), el jardín botánico de Cienfuegos, ubicado en el Occidente de Cuba (variedad Criolla, que fue introducida desde 1909), y Nicaragua (variedad Nicaragua).

### **Procedimiento experimental**

Las semillas se encontraban almacenadas en una cámara fría a 20 °C, y se sembraron en las posteriores 24 h de haber sido extraídas. La siembra se realizó de forma directa en el campo en el mes de agosto de 2012 por un equipo especializado de la EPPF, según las densidades de siembra preestablecidas. Se aplicó riego por aspersión a razón de 50 mm, cada 21 días en la época de escasa precipitación, que comprende en Cuba los meses de noviembre-abril.

Las unidades experimentales fueron parcelas de 12 x 18 m y las unidades muestréales, las hileras centrales una vez eliminados los efectos de bordes, considerados como tal las hileras de plantas de los extremos de las parcelas. Las parcelas tenían una separación de 2 m.

### **Mediciones y observaciones**

A los cinco meses después de la siembra, cuando las plantas alcanzaron una altura superior a 4 m, se realizó una primera poda a 2 m de altura y se eliminaron las ramas cercanas al suelo, para impedir que una vez que fructificara la planta los frutos se pudrieran por el roce con el suelo.

Las cosechas se efectuaron cada nueve meses, y abarcaron 2,6 años, para un total de tres cosechas. Luego de la primera cosecha, las plantas se podaron a la altura de 1 m para disminuir las dimensiones de las ramas.

Se marcaron de forma aleatoria tres plantas por parcela, y se midieron las variables: grosor del tallo a 10 cm a partir de la base del mismo con una cinta métrica, ramas por planta, cantidad de frutos de tres ramas principales seleccionadas de forma aleatoria y la longitud de estos frutos medidos de forma longitudinal con una regla milimetrada, a los cuales también se le contabilizó la cantidad de semillas y se promedió de esta manera la cantidad de semilla por frutos. El rendimiento de semillas se determinó en cada cosecha realizada cada nueve meses, se cosecharon todos los frutos de las plantas que se marcaron, el promedio se contempló como rendimiento de semilla por planta, y atendiendo a la densidad de siembra se extrapoló la producción a t/ha.

Durante el experimento se cotejó la afectación por plagas, mediante inspecciones diarias en todo el período experimental.

### Tratamiento y diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques al azar en arreglo factorial, se evaluaron doce tratamientos, resultantes de la interacción densidad de siembra (3x1 m, 3x2 m, 3x3 m) con variedades de moringa (Supergenius, Plain, Criolla y Nicaragua).

### Análisis estadístico

Los datos se procesaron con el software Statistica versión 10.0, se comprobó la normalidad de los datos a través de la prueba de Kolmogorov-Smirnov (Massey, 1951) y la homogeneidad de varianza a través de la prueba de Bartlett (1937). Se realizaron análisis de varianza de clasificación doble, para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey HSD. El modelo matemático empleado en cada uno de los ANOVAs fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + DS_j + VA_k + (DS \times VA)_{jk} + e_{ijk}$$

$Y_{ijkl}$  = variable respuesta.

$\mu$  = media de la población.

$R_j$  = efecto de la  $i$ -ésima réplica ( $i=1, \dots, 4$ ).

$DS_j$  = efecto de la  $j$ -ésima densidad de siembra ( $j=1, \dots, 3$ ).

$VA_k$  = efecto del  $k$ -ésima variedad ( $k=1, \dots, 4$ ).

$(DS \times V)_{jk}$  = efecto combinado de la  $j$ -ésima densidad de siembra y la  $k$ -ésima variedad.

$e_{jkl}$  = error aleatorio  $\sim N(0, \sigma^2_e)$ .

Las variables rendimiento de semillas (t/ha) y kg/semilla/planta, fueron transformadas mediante  $\log=x+4$ , ramas por planta  $\text{Sqrt}=x$ , y frutos por plantas  $\text{Sqrt}=x+2$ .

## Resultados

No se encontró interacción significativa ( $p \leq 0,05$ ) de las variedades evaluadas con la distancia de siembra para ninguna de las variables estudiadas. El factor variedad mostró efecto significativo en las variables grosor del tallo, longitud de los frutos y semillas por frutos; sin embargo, el rendimiento no fue significativo para este factor (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Variables productivas y grosor del tallo en cuatro variedades de *Moringa oleifera*, en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes del Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”, provincia Granma, Cuba. 2012-2015.

**Table 1.** Productive variables and stem thickness of four *Moringa oleifera* cultivars at the Experimental Pasture and Forage Station of the Institute of Agricultural Research “Jorge Dimitrov”, Granma, Cuba. 2012-2015.

Variables	Variedades				±EE	p
	Supergenio	Nicaragua	Plain	Criolla		
Grosor del tallo (cm)	9,6 <sup>b</sup>	9,7 <sup>b</sup>	9,9 <sup>b</sup>	11,6 <sup>a</sup>	0,5 <sup>***</sup>	0,001
Longitud de frutos (cm)	46,8 <sup>a</sup>	43,4 <sup>a</sup>	43,2 <sup>a</sup>	28,6 <sup>b</sup>	1,4 <sup>***</sup>	0,0001
Semillas por frutos	18 <sup>b</sup>	20 <sup>a</sup>	15 <sup>b</sup>	17 <sup>b</sup>	0,8 <sup>***</sup>	0,0001
Rendimiento de semillas (t/ha)	1,8	1,5	1,5	1,5	0,5	0,8141

\*\*\* Valores promedio con superíndices diferentes en la misma fila difieren para  $p \leq 0,001$  / Means with different superscripts in the same row differ for  $p \leq 0,001$ .

La variedad Criolla mostró el mayor grosor de tallos con 11,6 cm, el resto de las variedades no difirieron entre ellas, con diámetros cercanos a los 10 cm. Las variables que mostraron ser significativas para el factor distancia de siembra se muestran en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Efecto de la distancia de siembra en las variables productivas y morfológicas de las cuatro variedades de *Moringa oleifera*, en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes del Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”, provincia Granma, Cuba. 2012.

**Table 2.** Effect of sowing distance on productive and morphological variables of four *Moringa oleifera* cultivars at the Experimental Pasture and Forage Station of the Institute of Agricultural Research “Jorge Dimitrov”, Granma, Cuba. 2012.

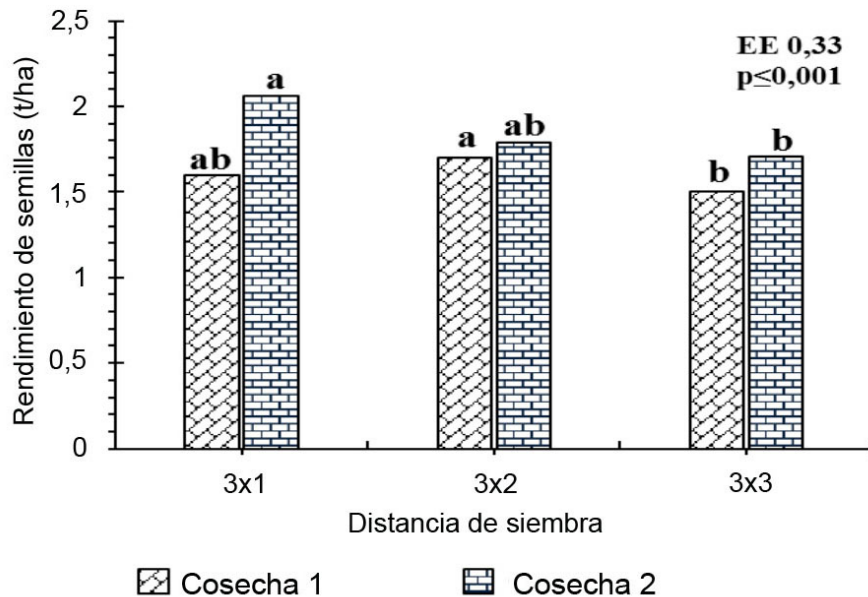
Variables	Distancias de siembra (m)				± EE	p
	3x1	3x2	3x3			
Grosor del tallo (cm)	8,5 <sup>c</sup>	10,2 <sup>b</sup>	11,4 <sup>a</sup>		0,01 <sup>***</sup>	0,00040
Ramas por planta	10 <sup>b</sup>	16 <sup>a</sup>	11 <sup>b</sup>		0,5 <sup>***</sup>	0,00671
Frutos por planta	135 <sup>b</sup>	213 <sup>a</sup>	191 <sup>ab</sup>		0,015 <sup>*</sup>	0,02468
Rendimiento de semillas por planta (kg)	0,7 <sup>b</sup>	1,1 <sup>a</sup>	1,0 <sup>a</sup>		0,25 <sup>**</sup>	0,00698
Rendimiento de semillas (t/ha)	2,5 <sup>a</sup>	1,9 <sup>ab</sup>	1,18 <sup>b</sup>		1,50 <sup>*</sup>	0,04480

Valores promedio con superíndices diferentes en la misma fila difieren para  $p \leq 0,05^*$ ,  $p \leq 0,01^{**}$  y  $p \leq 0,001^{***}$  / Means with different superscripts in the same row differ for  $p \leq 0,05^*$ ,  $p \leq 0,01^{**}$  y  $p \leq 0,001^{***}$ .

Se observó que, a medida que aumentó la densidad de siembra, disminuyó el grosor del tallo, ya que el mayor grosor se obtuvo en la distancia 3x3 m. Sin embargo, en el número de ramas y frutos por planta, el marco de plantación 3x2 fue significativamente superior al resto de los marcos evaluados.

En el rendimiento de semillas (t/ha), el marco de plantación 3x1 resultó ser significativamente superior al resto de los marcos estudiados. Estructuralmente, las plantas en esta densidad de siembra no mostraron un desarrollo favorable por la alta densidad de plantación, pero el peso específico de las semillas fue mayor, por lo que, se considera que es un efecto en el que se debe profundizar.

Un comportamiento diferente se obtuvo al evaluar el comportamiento del rendimiento de semillas por cosecha en función de la densidad de siembra (Figura 1). En la primera cosecha el rendimiento de semilla en las distancias de siembra 3x2 y 3x3 difirieron ( $p \leq 0,05$ ) entre sí, mientras que, 3x1 fue común para ambos marcos de siembra. Este



**Figura 1.** Efecto de la distancia de siembra en el comportamiento del rendimiento de semillas (t/ha) de variedades de *Moringa oleifera* en dos cosechas, en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes del Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”, provincia Granma, Cuba. 2012.

Valores promedio con superíndices diferentes difieren para  $p \leq 0,05^*$  dentro de una misma cosecha.

**Figure 1.** Effect of sowing distance on seed yield (t/ha) of *Moringa oleifera* cultivars during two harvests at the Experimental Pasture and Forage Station of the Agricultural Research Institute “Jorge Dimitrov”, Granma, Cuba. 2012.

Means with different superscripts differ for  $p \leq 0.05$  \* within the same harvest.

resultado sugiere un efecto significativo en función de la distancia de siembra que favorece el rendimiento de semilla, sin embargo, el marco de plantación 3x1 en la segunda cosecha favoreció que se incrementara de forma significativa el rendimiento con respecto al marco 3x3, en esta ocasión el rendimiento de semillas para el marco 3x2 se comportó de forma estable.

## Discusión

En el tamaño de los frutos (Cuadro 1), la variedad Criolla mostró la menor longitud, 28,6 cm de valor medio, el resto de las variedades no mostraron diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ), y la longitud media de los frutos sobrepasó los 40 cm, referido este valor por Ramos et al. (2010), como máximo en el largo de los frutos. Sin embargo, la cantidad de semillas por frutos, varió entre 15 y 20 para todas las variedades (variedad Nicaragua con 20), valores que coincidieron con los rangos referidos en la literatura (Ramos et al., 2010) al caracterizar este cultivo, y con los obtenidos por Gonzalo (2016) al evaluar la producción de semilla en dos condiciones de manejo y variantes de asociación de plantación.

La longitud promedio de los frutos coincidieron con las reportadas por Csurhes y Navie (2016), y fueron superiores a los valores (25-31 cm) indicados por Ramos et al. (2010) cuando caracterizaron al fruto de la moringa en las condiciones climáticas del campus “Jaboticabal” en Sao Paulo, sin encontrar una explicación biológica para ello. Rangos entre 30 y 120 cm fueron indicados por Paliwal et al. (2011), para la longitud del fruto, estos autores

también refirieron que el promedio más repetido en investigaciones de producción de semilla, es veinte semillas por fruto, valor alcanzado solamente por la variedad Nicaragua.

Al tener en cuenta que las condiciones climáticas y de manejo agrotécnico a las que fueron sometidas las plantas eran las mismas, se deduce que estas particularidades deben estar dadas por potencialidades individuales de cada variedad, que se expresan según las condiciones del ambiente.

El grosor de los tallos (Cuadro 2), fue superior a los referidos por Noda et al. (2015) en diferentes arbóreas, estimuladas las diferencias principalmente por la corta edad de las plantas que evaluaron (hasta noventa días). Destacar que la moringa llega a alcanzar un grosor del tallo a la altura de 75 cm, cuando es un árbol adulto (Foidl et al., 2014), y en el presente estudio los valores para esta variable fueron muy inferiores, lo que sugiere que las densidades de siembra afectaron de forma significativa la estructura de la planta, criterio que fue confirmado por Anguiano et al. (2012). En el marco de siembra en que se obtuvo mayor grosor del tallo, fue la distancia que contó con mayor área de suelo a su alrededor. Lo anterior propicia un mayor crecimiento de las raíces y por tanto, mayor absorción de agua y nutrientes, además, hay menor competencia entre las plantas contiguas con respecto a la luz, y esto favorece el desarrollo de la planta (Dias-Filho, 2003); sin embargo, Narváez (2014) obtuvo un grosor basal del tallo superior en un marco de siembra más reducido (2,5 x 2,5 m), el cual comparó con el marco 3x3.

El número de ramas y frutos por plantas, al menos en las leguminosas, son los indicadores más relacionados con el rendimiento de semillas (Pérez y Pérez, 1994), criterio que explica por qué en las distancias de siembra 3x2 y 3x3 m el rendimiento de semillas por planta fue significativamente superior al obtenido en 3x1 m. Este resultado corrobora lo planteado por Humphreys y Riveros (1986), en que las distancias muy cortas disminuyen el rendimiento de semilla porque se incrementa la competencia entre las plantas por los nutrientes, agua y luz, lo que reduce la emisión de inflorescencia y afecta la reproducción. Posteriormente, Pérez y Pérez (1994) y Medel et al. (2012) reafirmaron este criterio. Los valores reflejados en el Cuadro 2 superaron a los referidos por Gonzalo (2016), cuando evaluó diferentes manejos y asociación de *Moringa* spp. con leguminosas rastreras.

En cuanto al rendimiento por cosechas (Figura 1), la alta densidad de siembra (3x1), propició una evolución en cuanto al rendimiento, esta densidad en la primera cosecha tuvo un comportamiento intermedio y en la segunda incrementó su productividad, en su defecto 3x3 siempre se mostró inferior ( $p \geq 0,05$ ) con respecto a los marcos 3x1 y 3x2, respectivamente. Este comportamiento contradice lo expuesto por Pérez y Pérez (1994), ya que estos autores comentaron que una mayor cantidad de plantas propicia que en las primeras cosechas se obtengan rendimientos superiores, y con el transcurso del tiempo, las densidades pequeñas incrementan la producción, porque la planta gana en madurez y desarrollo; lo contrario ocurre en las densidades más altas, donde se pierden plantas, producto de la competencia entre ellas. Las diferencias deben estar establecidas por las características climáticas del área de estudio que favoreció las densidades de siembra para que incidieran en el comportamiento productivo de las semillas, pues las plantas en estudio respondieron favorablemente al régimen hídrico que recibieron, y este determinó su fenología y desarrollo. El ecosistema que caracteriza al área de estudio es húmedo seco, esto pudo haber influido en el comportamiento productivo en función de la densidad de siembra, además del relativamente corto tiempo de evaluación.

En los cultivares de moringa, en el primer año se produjeron el 25% de la producción final, y la producción de semillas llegó a alcanzar hasta 4500 kg/ha a partir del cuarto año, según Godino et al. (2013), y se mantiene estable por un período de 15 y 20 años. La cifra mencionada es cercana a la que se obtuvo en el segundo año de cosecha, por lo que, es muy probable que con el marco de siembra 3x1 se alcance y sobrepase el promedio indicado, pero se hace necesario un período más prolongado de evaluación.

## Conclusiones

Se concluye que las densidades de siembra que mayor rendimiento de semilla permitieron fueron 3x1 y 3x2. Las variedades utilizadas no marcaron diferencias significativas en el rendimiento de semillas.

## Literatura citada

- Anguiano, J.M., J. Aguirre, y J.M. Palma. 2012. Establecimiento de *Leucaena leucocephala* con alta densidad de siembra bajo cocotero (*Cocos nucifera*). Rev. Cubana Cienc. Agríc. 46:103-107.
- Bartlett, M. 1937. Properties of sufficiency and statistical tests. Proc. Royal Soc. London. Ser. A, Mathemat. Phys. Sci. 160:268-282.
- Benítez, D.G., L. Catafús, A.I. Gómez, P.R. Arias, R. Fajardo, A. Ramírez, y E. Fonseca. 2010. Cultivares de pastos y forrajes tolerantes a los entornos adversos y degradados de la región oriental cubana. ARGRAF, Holguín, CUB.
- Csurhes, S., and S. Navie. 2016. Horseradish tree: *Moringa oleifera*. Queensland Government, Brisbane, AUS.
- Dias-Filho, M.B. 2003. Degradación de pastagens. Processos, causas e estratégias de recuperação. Embrapa Amazonia Oriental, BRA.
- Ferguson, J.E. 1979. Sistemas de producción de semillas de pastos de América. En: L.E. Tergas, y P.A. Sánchez, editores, Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. CIAT, Cali, COL. p. 413-424.
- Foidl, N., L. Mayorga, y W. Vásquez. 1999. Utilización del marango (*Moringa oleifera*) como forraje fresco para ganado. En: M.D. Sánchez y M. Rosales, editores, Agroforestería para la alimentación animal en Latinoamérica. Estudio FAO: Producción y Sanidad Animal No. 143. FAO, Roma, ITA. p. 341-346.
- Foidl, N., L. Mayorga, y W. Vásquez. 2014. Utilización del marango (*Moringa oleifera*) como forraje fresco para ganado. Conferencia electrónica de la FAO sobre “Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica”, FAO ITA. <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/agrofor1/foidl16.htm> (consultado 12 jul. 2017).
- Fuglie, L.J. 2001. Combating malnutrition with Moringa. In: J. Lowell-Fuglie, editor, The miracle tree: The multiple attributes of Moringa. CTA Publication, Wageningen, HOL. p. 117-136.
- Godino, M., C. Arias, y M.I. Izquierdo. 2013. Interés forestal de la *Moringa oleifera* y posibles zonas de implantación en España. En: Sociedad Española de Ciencias Forestales, editor, 6º Congreso Forestal Español “Montes: Servicios y desarrollo rural”. Sociedad Española de Ciencias Forestales, ESP. p. 2-13.
- Gomaa, H.N., and X.F. Picó. 2011. Seed germination, seedling traits, and seed bank of the tree *Moringa peregrina* (Moringaceae) in a hyper-arid environment. Am. J. Bot. 98:1024-1030. doi:103732/ajb.1000051
- Gonzalo, J. 2016. Crecimiento y producción de semilla de *Moringa oleifera* Lam, en asocio con dos especies de Canavalia (*Canavalia brasiliensis* Mart. Ex Benth y *Canavalia ensiformis* (L.). Tesis Lic., Universidad Nacional Agraria. Managua, NCA.
- Humphreys, L.R., and F. Riveros. 1986. Seed production of tropical pastures. FAO, Rome, ITA.
- Ledeá, J., L. Ray, J.V. Cabrera, Y. Nuviola, and Y. Cabrera, 2016. Performance of male bovines under intensive grazing of pasture and shrub legumes during dry period in Valle del Cauto, Cuba. Cub. J. Agric. Sci. 50:225-233.
- Massey, F.J. 1951. The Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit. J. Am. Statistical Assoc. 46:68-78.
- Medel, C.I., B.M. Joaquín, M.A. Sánchez, M.L. Parra, S. Joaquín, A. Gómez, y A. Hernández. 2012. Evaluación de la distancia



- entre plantas sobre el rendimiento y calidad de semilla de *Clitoria ternatea* L. Cv. Tehuana. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.* 15:489-497.
- Narváez, O.J. 2014. Establecimiento y manejo inicial en plantaciones de Marango (*Moringa oleifera* Lam.), en dos unidades productivas de la Universidad Nacional Agraria. Tesis Lic., Universidad Nacional Agraria, Managua, NCA.
- Noda, Y., A. Pérez, y O.A. Valdéz. 2015. Establecimiento de tres especies de oleaginosas bajo asociación. *Agron. Mesoam.* 26:323-332. doi:10.15517/am.v26i2.19326
- Paliwal, R., Y. Sharma, and I. Pracheta. 2011. A review on horse radish tree (*Moringa oleifera*): A multipurpose tree with high economic and commercial importance. *Asian J. Biotechnol* 3:317-328. doi:10.3923/ajbkr.2011.317.328
- Pérez, A., y G. Pérez. 1994. Influencia de la densidad y la distancia de siembra sobre la producción de semillas de *Teramnus labialis*. *Pastos y Forrajes.* 17:27-34.
- Pérez, R., T. Sánchez, N. Armengol, and F. Reyes. 2010. Characteristics and potential of *Moringa oleifera*, Lamark. An alternative for animal feeding. *Pastos y Forrajes* 33:349-362.
- Price, M.L. 2000. The Moringa tree. Educational Concerns for Hunger Organization (ECHO). [https://www.chenetwork.org/files\\_pdf/Moringa.pdf](https://www.chenetwork.org/files_pdf/Moringa.pdf) (consultado ene. 2016).
- Ramachandran, C., K.V. Peter, and P.K. Gopalakrishnan. 1980. Drumstick (*Moringa oleifera*) a multipurpose Indian vegetable. *Econ. Bot.* 34:276-283.
- Ramos, M.L., R. Silva, F. Vitti, e R. Conceição. 2010. Morfologia de frutos e sementes e morfofunção de plântulas de *Moringa oleifera* Lam.). *Comunicata Sci.* 1:156-160.
- Rosell, P.A., B. Lemes, A. Jiménez, S. Peña, y C. Milán. 2003. Diagnóstico urbano-ambiental. OPPM, Bayamo, Granma, CUB.
- Toral, O., Y. Cerezo, J. Reino, and H. Santana. 2013. Morphological characterization of eight *Moringa oleifera* (Lam.) provenances under nursery conditions. *Pastos y Forrajes* 36:409-416.