

Artículo científico

Tratamientos pregerminativos en semillas de moringa y su efecto en variables agronómicas

Pre-germination treatments in *Moringa oleifera* seeds and their effect on agronomic variables

Joan José Montilla-Mota¹, Weismar Grabiela Amundaray¹, Carlos Estiven Gutiérrez², Hadid Gizeh Fernández-Jiménez¹ y Rafael Antonio Jiménez-Francisco¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas Avenida Casanova Godoy cruce con Avenida 19 de Abril, zona universitaria, vía El Limón, Maracay, Apdo. postal 4603, CP 2105, Estado Aragua, Venezuela

²Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos, Guárico, Venezuela

Resumen

El experimento se llevó a cabo en el laboratorio de calidad de semillas del SENASEM, con el objetivo de evaluar en semillas de *Moringa oleifera* Lamarck procedencia Supergenius el efecto de diferentes tiempos de hidratación (TH): 3 horas (T1), 6 horas (T2), 12 horas (T3) y 24 horas (T4), sobre la germinación (G), la altura de planta (A) y la velocidad de crecimiento (C) a los 5, 7, 9, 12 y 14 días después de la siembra (DDS); así como su efecto sobre el peso de follaje (PF), el peso de las raíces (PR), el promedio del peso diario del follaje (PPF) y del peso total de la planta (PPT) a los 14 DDS. Se usaron bandejas que contenían como sustrato arena inerte, las cuales se colocaron en cámaras de germinación. El diseño fue de bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones. El análisis de varianza se hizo por variable para cada fecha de evaluación, y para la comparación de medias se usó la prueba de Tukey para un 5 % de significación. Los resultados solo permitieron detectar diferencias significativas para la germinación (a los 5 DDS), y para la A y la C (a los 6 y 12 DDS). La hidratación de las semillas de *M. oleifera* durante 12 o 24 horas puede contribuir a mejorar el desempeño de las variables de desarrollo de esta especie. Por otra parte, el PR y el PF contribuyeron en un 14 y 86 %, respectivamente, en el peso total de las plántulas a los 14 DDS, lo que indica que esta planta puede ser muy eficiente para la producción de forraje durante su etapa inicial de crecimiento.

Palabras clave: crecimiento, germinación, variables fisiológicas.

Abstract

The trial was conducted in the seed quality laboratory of SENASEM, in order to evaluate in seeds from *Moringa oleifera* Lamarck provenance Supergenius the effect of different hydration times (HT): 3 hours (T1), 6 hours (T2), 12 hours (T3) and 24 hours (T4), on germination (G), plant height (H) and growth rate (GR) 5, 7, 9, 12 and 14 days after sowing (DAS); as well as their effect on foliage weight (FW), root weight (RW), average of daily foliage weight (AFW) and total plant weight (TPW) 14 DAS. Trays that contained inert sand as substrate, which were placed in germination chambers, were used. The design was completely randomized blocks, with four repetitions. The variance analysis was done per variable for each evaluation date, and for the comparison of means Tukey's test was used for 5 % of significance. The results only allowed to detect significant differences for germination (5 DAS) and for H and GR (6 and 12 DAS). The hydration of *M. oleifera* seeds during 12 or 24 hours can contribute to improve the performance of the growth variables of this species. On the other hand, the RW and FW contributed in 14 and 86 %, respectively, in the total weight of the seedlings 14 DAS, which indicates that this plant can be very efficient for forage production during its initial growth stage.

Keywords: growth, germination, physiological variables

Introducción

Desde hace milenios, prácticamente todas las partes de *Moringa oleifera* han sido utilizadas por el hombre. Las hojas, las flores, los frutos y las raíces son apreciados por su valor nutricional y pueden usarse para la alimentación humana y como alimento animal. Las hojas son excepcionalmente ricas en vitaminas y en diferentes aminoácidos (Fuglie,

2001). Los análisis realizados indican que la harina de hojas de moringa se compara favorablemente con la leche en polvo en cuanto a sus componentes de proteína y calcio, y tiene, adicionalmente, un alto contenido de vitamina A. Además de poseer alto valor nutricional, las hojas son ricas en antioxidantes, entre los cuales destacan los isotiocianatos, que pueden presentar propiedades

anticancerígenas, hipotensoras, hipoglucemiantes y antibióticas. Las concentraciones de factores antinutricionales en las hojas, tales como inhibidores de proteasas, taninos, saponinas y lectinas, son insignificantes (Olson Fahey, 2011). También las hojas se emplean como forraje, bioplaguicida y para la producción de biogás (Fahey, 2005).

La moringa llegó a Venezuela hace poco más de un siglo. Se le conoce como el «árbol de los mil usos, marango, palo de tambor» e incluso «el mejor amigo de mamá», y en el estado Zulia es llamado «flor de guayrén o guaireña». Es un árbol siempre verde, de crecimiento acelerado (Berroterán, 2015a), que usualmente alcanza de 10 a 12 metros de altura. Tiene una copa abierta y esparcida, de ramas inclinadas y frágiles. El tallo posee una corteza gruesa, blanquecina y de aspecto corchoso. Estas características lo hacen ser un excelente poste vivo y, por ello, espléndido para la ornamentación; y tiene además la peculiaridad de ser rico en néctar y polen, por lo que es una planta melífera por excelencia, es decir, la preferida por las abejas para producir miel y demás productos derivados (Berroterán, 2015a).

El Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras y el Ministerio del Poder Popular para la Ciencia, Tecnología e Innovación del país, a través del «Proyecto nacional para la producción y uso de la moringa (*Moringa oleifera*)» y en colaboración con la hermana República de Cuba, en 2012, inició un programa de investigación y producción de esta planta. En el inicio del proyecto se establecieron 286,5 ha en las empresas socialistas de riego y en las unidades de investigación y producción social adscritas a ambos ministerios, en diferentes condiciones agroclimáticas del territorio nacional. La meta para la producción de semilla de moringa en 2012 fue la siembra de 300 ha (Baldizán, 2014; Berroterán, 2015a).

Debido a la importancia que el Gobierno nacional le ha conferido recientemente a este cultivo, a la escasa investigación generada en el país acerca de este rubro y a la necesidad de buscar alternativas para la alimentación animal el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes tiempos de hidratación en semillas de *Moringa oleifera* procedencia Supergenius sobre las variables morfofisiológicas de esta planta.

Materiales y Métodos

Descripción del lugar y condiciones experimentales. El experimento se realizó durante el mes de julio de 2015, en el laboratorio de control

de calidad de semillas del Servicio Nacional de Semillas (SENASA), sede de Aragua. Las semillas fueron obtenidas de los lotes establecidos para la producción de tal insumo, en la unidad de producción socialista Los Tamarindos, ubicada en el municipio Zamora del Estado Aragua.

Procedimiento experimental. Se utilizaron semillas de *M. oleifera* procedencia Supergenius, cosechadas en un lapso no mayor de dos meses. Estas fueron extraídas de cápsulas maduras provenientes de diferentes plantas del mismo cultivar, y se seleccionaron, de la porción del tercio medio, las que tenían un adecuado contenido de humedad, aquellas libres de daños mecánicos por patógenos o insectos y las que tenían el color característico que comúnmente muestran cuando alcanzan la madurez fisiológica, según los informes de Bayé-Niwah y Mapongmetsem (2014).

Las bandejas que contenían las muestras a evaluar se colocaron en estantes metálicos a una misma altura (1 m), dentro de una cámara de germinación a temperatura constante de 28 °C, humedad relativa de 50 % y con 8 horas de iluminación diaria (luz blanca).

Mediciones. Las semillas se sometieron inicialmente a los siguientes tratamientos: T1: 3 horas de remojo antes de la siembra, T2: 6 horas de remojo antes de la siembra, T3: 12 horas de remojo antes de la siembra, T4: 24 horas de remojo antes de la siembra; para ello se introdujeron 100 semillas en frascos vidrio (esterilizados previamente), a los que se les adicionó agua destilada hasta quedar completamente cubiertas. En esta etapa se procedió a remplazar de cada frasco aquellas que se observaban flotando, para evitar el uso de posibles semillas vanas. Se colocaron primero en remojo las semillas que permanecerían 24 horas en agua, y luego las de 12, 6 y 3 horas, con el fin de garantizar que todas fueran retiradas del remojo de manera simultánea. Una vez finalizado este proceso, se sembraron 100 simientes por bandeja de germinación (cuatro repeticiones) para cada tiempo de remojo (16 bandejas en total), a las cuales previamente se les añadió un sustrato de arena inerte lavada y cernida con una malla 2 mm, y posteriormente se colocaron en cámaras de germinación (ISTA, 2005).

A los 5, 7, 9, 12 y 14 días después de la siembra, se evaluó la germinación y la altura alcanzada por las plántulas. En el caso de la germinación, se procedió a realizar conteos de semillas que presentaban emisión visible de la plántula; mientras que la

altura fue medida planta por planta desde el cuello o nudo cotiledonal hasta la yema apical, con una regla plástica graduada. Para cada día de evaluación fue estimada la velocidad de crecimiento, como la diferencia promedio entre las alturas registradas en diferentes fechas de medición y el número de días correspondiente al período estudiado, según el criterio de Váldez-Rodríguez *et al.* (2014).

Después de los 14 días se procedió a tomar todas las plantas de cada unidad experimental, separando de manera independiente las raíces (sin restos de sustrato) y la parte aérea, para secarlas en estufa por 24 horas. Una vez secas, se pesaron en una balanza analítica para obtener los valores de peso del follaje y de las raíces; y, a su vez, estimar con estos el peso total (en base seca) de la planta, mediante la suma de ambos valores. Igualmente se estimó la proporción porcentual de peso del follaje/peso total de la planta y peso de las raíces/peso total de la planta, así como el promedio de peso diario del

follaje y peso total de la planta, al dividir el peso del follaje y el peso total de la planta entre el número de días.

Análisis de los datos. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) según modelo lineal de clasificación simple, considerando la fecha de evaluación, y las medias fueron comparadas mediante la dócima de Tukey para un 5 % de significación, después de verificarse que cumplían con el ajuste de distribución normal y de homogeneidad de varianza. Todos los análisis se hicieron a través del programa estadístico INFOSTAT 2016e®.

Resultados y Discusión

En la tabla 1 se pueden observar diferencias significativas para la variable germinación a partir de los 5 DDS; las semillas sometidas a los tiempos de hidratación de 12 y 24 horas tuvieron los mayores porcentajes (26 y 28 %, respectivamente). Sin embargo, hubo un incremento en esta variable a los

Tabla 1. Valores promedio de los variables evaluadas en plántulas de *M. oleifera*, sometidas a diferentes tiempos de hidratación

| DDS | TH (horas) | A (cm) | G (%) | C (cm/día) | DDS | TR (horas) | A (cm) | G (%) | C (cm/día) |
|---------------|------------|--------|--------------------|------------|---------------|------------|---------------------|--------|--------------------|
| 5 | 3 | 1,35 | 9,00 ^b | 0,27 | 7 | 3 | 3,83 ^{ab} | 87,00 | 0,55 ^{ab} |
| 5 | 6 | 1,47 | 6,00 ^b | 0,29 | 7 | 6 | 3,61 ^b | 93,00 | 0,52 ^b |
| 5 | 12 | 1,25 | 28,00 ^a | 0,25 | 7 | 12 | 5,05 ^a | 94,00 | 0,72 ^a |
| 5 | 24 | 1,23 | 26,00 ^a | 0,25 | 7 | 24 | 4,98 ^a | 94,00 | 0,71 ^a |
| Media general | | 1,33 | 17,13 | 0,27 | Media general | | 4,37 | 92,00 | 0,63 |
| EE | | 0,103 | 44,916 | 0,004 | EE | | 0,333 | 15,666 | 0,006 |
| 9 | 3 | 9,82 | 94,00 | 1,09 | 12 | 3 | 19,83 ^b | 96,00 | 1,65 ^b |
| 9 | 6 | 9,47 | 96,00 | 1,05 | 12 | 6 | 21,74 ^{ab} | 96,00 | 1,78 ^{ab} |
| 9 | 12 | 10,26 | 95,00 | 1,14 | 12 | 12 | 21,11 ^{ab} | 97,00 | 1,76 ^{ab} |
| 9 | 24 | 10,02 | 96,00 | 1,11 | 12 | 24 | 22,53 ^a | 99,00 | 1,88 ^a |
| Media general | | 9,89 | 95,25 | 1,10 | Media general | | 21,30 | 96,75 | 1,77 |
| EE | | 0,206 | 4,472 | 0,002 | EE | | 1,040 | 3,444 | 0,007 |
| DDS | TH (horas) | A (cm) | G (%) | C (cm/día) | PF (g/día) | PPF (g) | PR (g) | PT (g) | PPT (g) |
| 14 | 3 | 21,78 | 97,00 | 1,56 | 7,26 | 0,52 | 1,16 | 8,42 | 0,60 |
| 14 | 6 | 24,00 | 99,00 | 1,71 | 8,62 | 0,62 | 1,31 | 9,93 | 0,71 |
| 14 | 12 | 23,27 | 96,00 | 1,66 | 8,01 | 0,57 | 1,53 | 9,54 | 0,68 |
| 14 | 24 | 24,81 | 98,00 | 1,77 | 8,38 | 0,60 | 1,23 | 9,61 | 0,69 |
| Media general | | 23,47 | 99,00 | 1,68 | 8,07 | 0,58 | 1,31 | 9,38 | 0,67 |
| EE | | 2,252 | 2,888 | 0,011 | 0,452 | 0,002 | 0,091 | 0,671 | 0,003 |

DDS: días después de la siembra, TH: tiempo de hidratación, A: altura, G: germinación, C: velocidad de crecimiento, PF: peso del follaje, PPF: promedio de peso diario del follaje, PR: peso de la raíz, PT: peso total, PPT: promedio de peso diario total. a, b: valores con diferentes superíndices en cada fila difieren a $p < 0,05$ (test de Tukey)

7 días, con valores que superaron entre 3,3 y 15,5 veces los registrados para esa fecha. Al respecto, Bayé-Niwah y Mapongmetsem (2014) informaron valores iniciales de germinación a los 6 días, con un incremento del doble o el triple de la tasa de crecimiento a los 10 días en dependencia de la posición de la semilla en la cápsula, así como una disminución en dicha tasa a los 18 días.

Después del séptimo día no se encontraron diferencias estadísticas para el mencionado indicador, que alcanzó valores entre 94 y 98 %. Estos resultados son superiores a los obtenidos por Padilla *et al.* (2012), quienes informaron un 86 % de germinación entre los 11 y 15 días al evaluar diferentes tiempos de hidratación. Por su parte, Berroterán (2015b) obtuvo un 90 % al emplear semillas de la misma procedencia que se evaluó en este estudio.

Para el caso de los valores promedio de altura y velocidad de crecimiento, solo hubo diferencias significativas a los 7 y 12 días. Al respecto, Parviainen (1981) indica que la altura es una de las variables más antiguas en la clasificación y selección de las plántulas en vivero y se considera importante para la evaluación. De igual forma, Gomes *et al.* (2002) señalan que la altura de la parte aérea, cuando se evalúa aisladamente, es una variable que permite expresar la calidad de las plántulas; sin embargo, recomiendan combinarla con otras tales como el diámetro del tallo del cuello de la raíz y la relación peso de raíces/peso de la parte aérea, para tener una estimación completa de los factores de crecimiento.

Los valores de altura en esta investigación a los 14 DDS resultaron superiores a los hallados por Padilla *et al.* (2012) y Valdés-Rodríguez *et al.* (2014) a los 40 días. Asimismo, los resultados fueron mejores que los obtenidos por Bayé-Niwah y Mapongmetsem (2014), tanto para la altura como para los estimados de la velocidad de crecimiento (a partir de sus datos), lo cual pudo deberse a que dichos autores emplearon semillas de cultivares naturalizados, colectados en ocho localidades de la región de Sudán-Saheilan; mientras que en este estudio se empleó semilla de una procedencia de *M. oleifera*, proveniente de la India (Toral *et al.*, 2013) y llevada a Cuba por intermedio del Gobierno (Berroterán, 2015b). Por su parte, los valores de crecimiento al séptimo día para los tiempos de hidratación de 3 y 6 horas distan poco de los máximos obtenidos para esta variable por Pérez *et al.* (2010); sin embargo, los de 12 y 24 horas son similares a los informados por Toral *et al.* (2013) para la mayoría de las accesiones evaluadas a los 10 días.

En la figura 1 se muestran los valores promedio de altura y velocidad de crecimiento que fueron registrados a los 14 días DDS. Para la primera variable oscilaron entre 21,78 (a las 3 horas de hidratación) y 24,81 cm (a las 24 horas); y para la segunda, entre 1,56 (3 horas) y 1,77 cm/día (24 horas).

Los mayores estimados de la velocidad de crecimiento diario fueron de 1,88; 1,78 y 1,76 cm día⁻¹ (para los tiempos de hidratación de 6, 12 y 24 horas, respectivamente) a los 12 DDS, pero después

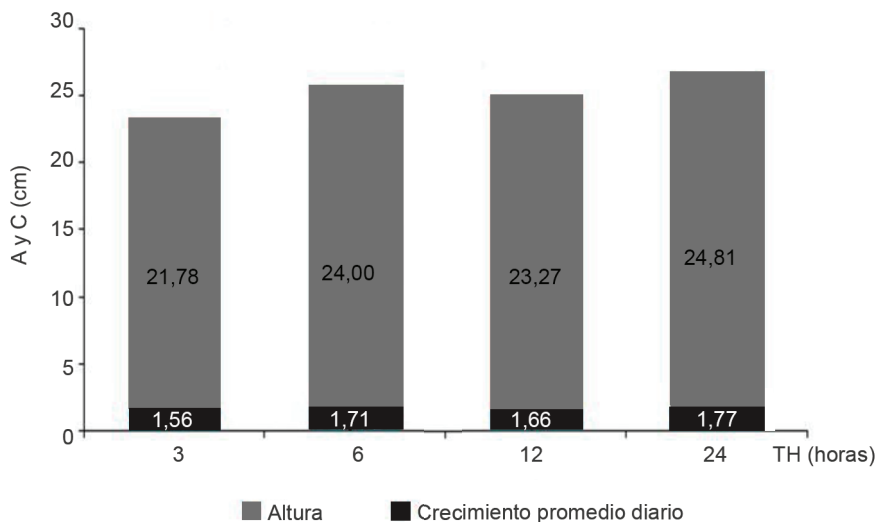


Figura 1. Altura y tasa de crecimiento promedio diario a los 14 días DDS, en plantas de moringa.

de esta fecha dicho indicador presentó un ligero decrecimiento. Por otra parte, a los 5, 7, 9, 12 y 14 días los valores medios de altura fueron de 1,33; 4,37; 9,81; 21,30 y 23,47 cm; mientras que para la velocidad fueron de 0,27; 0,63; 1,10; 1,77 y 1,68 cm día⁻¹, respectivamente. Ambas variables mostraron una mayor pendiente en la curva de crecimiento de las plantas a los 9 días (figura 2).

Para las variables peso del follaje, peso de las raíces y peso total de las plantas a los 14 DDS no se

encontraron diferencias significativas; sin embargo, el menor valor se registró para el tratamiento en el que las semillas fueron sometidas al menor tiempo de hidratación previamente a la siembra (3 horas); mientras que las medias promedio de estas variables para el tiempo de hidratación de 6 horas fueron iguales o superiores a las medias generales. En la figura 3 se puede observar el comportamiento de estas variables en los diferentes tiempos de hidratación a los 14 DDS.

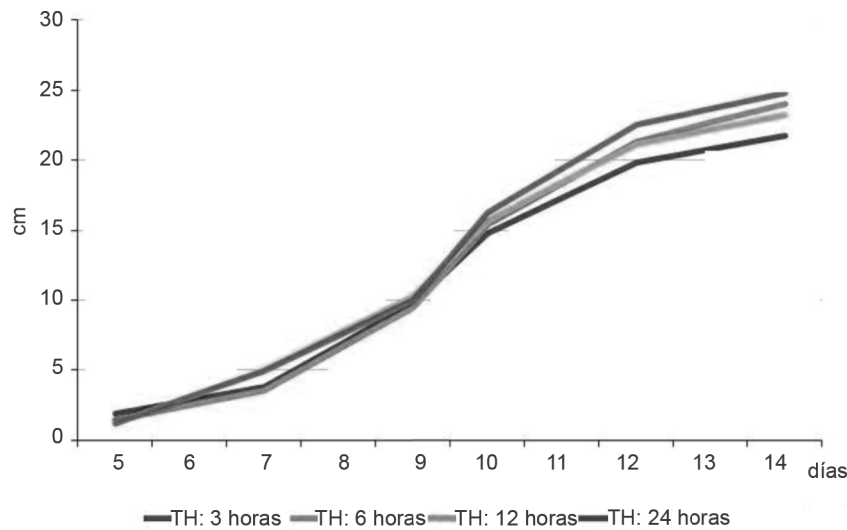


Figura 2. Curva de crecimiento de las plantas de moringa.

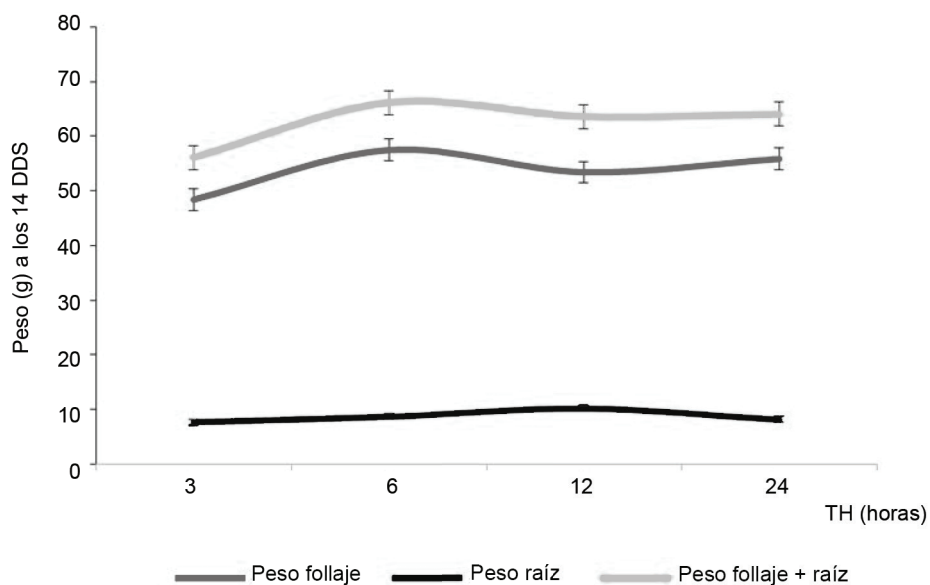


Figura 3. Peso de las plantas de moringa a los 14 días de edad.

Los valores estimados para el peso diario del follaje a partir del peso total promedio de este indicador oscilaron entre 0,60 (3 horas de hidratación) y 0,71 g día⁻¹ (6 horas), con una media general de 0,67. En este sentido, Peil y Gálvez (2005) señalaron que la distribución de materia seca entre las raíces y la parte aérea de las plantas puede ser descrita como un equilibrio funcional entre la actividad del sistema radical (absorción de agua y nutrientes) y la de la parte aérea (fotosíntesis), ya que la relación entre la masa de raíces y la masa de parte aérea es proporcional a la relación entre la actividad específica de la parte aérea y la de las raíces; lo que contribuye a incrementar la actividad específica del sistema radical, al igual que el aporte adecuado de agua o de macronutrientes (especialmente nitrógeno), y el aumento del potencial hídrico.

En la figura 4 se presenta la proporción porcentual del peso del follaje y del peso de la raíz, con respecto al peso total de la planta de *M. oleifera* a los 14 días de edad.

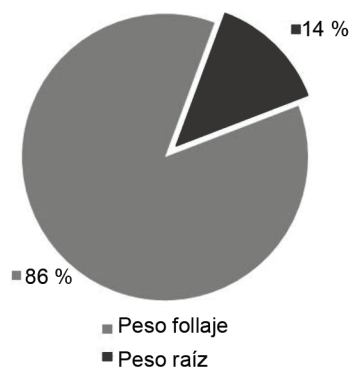


Figura 4. Proporción del peso del follaje y el peso de la raíz respecto al peso total de plantas de moringa, a los 14 DDS.

Al respecto, Peil y Galvez (2005) indicaron que el rendimiento de un cultivo está dado por la capacidad de acumular biomasa en los órganos que se destinan a la cosecha. El balance apropiado entre fotoasimilados para las distintas partes de la planta tiene gran importancia para optimizar la producción, y se puede obtener a través de una adecuada relación fuente/sumidero. Sobre esta base y considerando los resultados obtenidos, se puede plantear que *M. oleifera* es una planta eficiente en la producción de biomasa verde (al menos durante su etapa inicial de crecimiento); lo cual, junto a sus valores nutricionales, la ratifica como una especie alternativa y atractiva para programas de producción de

forrajes en Venezuela (en especial en un plan de forraje para corte).

Esta afirmación cobra mayor importancia si se considera lo reportado por Pérez (2011), acerca de que el costo de la alimentación del ganado fue diez veces menor al ofrecer moringa, que cuando se utilizaron alimentos balanceados. Las pruebas de digestibilidad (porcentaje aprovechable del forraje consumido por un rumiante) y eficiencia efectuadas con bovinos mostraron tasas de conversión alimenticia y producción de leche similares a las obtenidas con alimentos balanceados y forrajes. Al respecto Berroterán (2015a) señala que, por el gran valor biológico de sus componentes, la moringa podría utilizarse como un forraje de inigualables condiciones para la nutrición de ganado de ceba y leche, caprinos, ovinos, porcinos, equinos, aves y peces; así como también para la elaboración de harina proteica, que es la materia prima de los alimentos concentrados para animales, de alta conversión y de bajo costo.

Conclusiones

La hidratación de las semillas de *M. oleifera* durante 12 o 24 horas puede contribuir a mejorar el desempeño de las variables de desarrollo de esta planta. Por otra parte, el peso de las raíces y el peso del follaje contribuyeron en un 14 y 86 %, respectivamente, en el peso total de las plántulas a los 14 días después de la siembra, lo que indica que esta planta puede ser muy eficiente para la producción de forraje durante su etapa inicial de crecimiento.

Referencias bibliográficas

- Baldizán, A. Moringa: el árbol milagroso. Plan nacional para la producción y uso de la moringa. Proyecto presentado al Consulado General de Venezuela en Curacao, 2014.
- Bayé-Niwah, C. & Mapongmetsem, P. Seed germination and initial growth in *Moringa oleifera* Lam. 1785 (Moringaceae) in Sudano-Sahelian zone. *Int. Res. J. Plant Sci.* 5 (2):23-29, 2014.
- Berroterán, J. La revolución del conocimiento: la moringa en Venezuela (III). *Labranza.* 3 (5):44-45, 2015a.
- Berroterán, J. La revolución del conocimiento: la moringa en Venezuela y eco-socialismo (IV). *Labranza.* 3 (5):46-47, 2015b.
- Fahey, J. W. Moringa oleifera: a review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic, and prophylactic properties. Part 1. *Trees for life Journal.* 1 (5). <http://www.tfljournal.org/article.php/20051201124931586>. [18/05/2015], 2005.
- Fuglie, L. J. The miracle tree: the multiple attributes of Moringa. Dakar, Senegal: Church World Service, 2001.

- Gomes, J. M.; Couto, L.; Leite, H. G.; Xavier, A. & Garcia, Silvana L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. R. Árvore. 26 (6):655-664, 2002.
- ISTA. International rules for seed testing. Bassersdorf, Switzerland: International Seed Testing Association, 2005.
- Olson, M. E. & Fahey, J. W. *Moringa oleifera*: Un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. Rev. Mex. Biodiv. 82 (4):1071-1082, 2011.
- Padilla, C.; Fraga, N. & Suárez, M. Efecto del tiempo de remojo de las semillas de moringa (*Moringa oleifera*) en el comportamiento de la germinación y en indicadores del crecimiento de la planta. Rev. cubana Cienc. Agríc. 46 (4):419-421, 2012.
- Parviainen, J. V. Qualidade e avaliação de qualidade de mudas florestais. Anais. Seminário de sementes e viveiros florestais. Curitiba, Brasil: FUPEF. p. 59-90, 1981.
- Peil, Roberta M. & Galvez, J. L. Reparto de materia seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto cultivadas en invernadero. R. bras. Agrociência. 11 (1):5-11, 2005.
- Pérez, R. *Moringa oleifera*: Una alternativa forrajera para la producción de ovinos. México: Universidad Autónoma de Sinaloa, 2011.
- Pérez, Y.; Valdés, L. R. & García, F. *Moringa oleifera*. Germinación y crecimiento en vivero. Revista Ciencia y Tecnología Ganadera. 4 (1):43-47, 2010.
- Toral, Odalys; Reino, J.; Santana, H. & Cerezo, Y. Caracterización morfológica de ocho procedencias de *Moringa oleifera* (Lam.) en condiciones de vivero. Pastos y Forrajes. 36 (4):409-416, 2013.
- Váldez-Rodríguez, Ofelia A.; Muñoz-Gamboa, C.; Pérez-Vázquez, A. & Martínez-Pacheco, Luz E. Análisis y ajuste de curvas de crecimiento de *Moringa oleifera* Lam. en diferentes sustratos. Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan. 2 (2):66-70, 2014.

Recibido el 6 de abril del 2017

Aceptado el 12 de junio del 2017