

Efecto de la fertilización sobre el desarrollo inicial de la guaireña (*Moringa oleifera* Lam.)

Effect of the fertilization in the initial growth of the moringa (*Moringa oleifera* Lam.)

Sídney Urdaneta*, Lucía González y Maribel Ramírez Villalobos

Laboratorio de Propagación de Plantas. Departamento de Botánica. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. Correo electrónico: surdaneta@fa.luz.edu.ve, mcramire@fa.luz.edu.ve.

Resumen

El objetivo fue evaluar el efecto de la fertilización sobre el desarrollo inicial de la guaireña. Se evaluaron seis tratamientos: testigo (T0), urea a 15, 30 y 45 g.m⁻² (T1, T2 y T3), estiércol de ovino (3 kg.m⁻²) (T4) y T1+T4 (T5), bajo un diseño experimental totalmente al azar con seis repeticiones. A los 45 días de la siembra, se midieron variables de desarrollo y rendimiento. Se encontraron diferencias para altura planta, número de hojas y nudos, biomasa fresca y materia seca de la parte aérea y sistema radical por efecto de los tratamientos. T3 mostró los máximos valores. Se concluye que la urea a 45 g.m⁻² permitió mayor desarrollo y producción de biomasa fresca y materia seca.

Palabras clave: urea, estiércol de ovino, *Moringa oleifera*.

Abstract

The objective was to evaluate the effect of fertilization on the initial development of the moringa. Six treatments were evaluated: control (T0), urea at 15, 30 and 45 g.m⁻² (T1, T2 and T3), sheep manure (3 kg.m⁻²) (T4) and T1+T4 (T5), under a totally random experimental design with six repetitions. 45 days after sowing, development and yield variables were measured. Differences were found for plant height, number of leaves and nodes, fresh biomass and dry matter of the aerial part and radical system due to the effect of the treatments. T3 showed the maximum values. It is concluded that the urea at 45 g.m⁻² allowed greater development and yield of fresh biomass and dry matter.

Keywords: urea, sheep manure, *Moringa oleifera*.

Introducción

La guaireña (*Moringa oleifera* Lam.) es originaria del Sur del Himalaya en el noreste de la India, presenta rápido crecimiento y se desarrolla bien en climas tropicales y subtropicales, en diferentes condiciones de suelo, precipitación y temperatura (Padilla *et al.*, 2012). Todas las partes de esta planta multipropósito son aprovechables, las hojas y los tallos presentan alto contenido de proteína (26,7%). Las hojas constituyen uno de los forrajes más completos para ser utilizado como suplemento en la alimentación animal.

Para obtener altos rendimientos, de biomasa fresca (76 t.ha^{-1}) y materia seca ($4-6,6 \text{ t.ha}^{-1}$), la moringa debe cultivarse intensivamente con un mínimo de $1.000.000 \text{ plantas.ha}^{-1}$ (Lok y Suárez, 2014), condición que produce alta extracción de nutrientes del suelo por lo que la fertilización es imprescindible. Algunos trabajos han señalado para el N la aplicación de 60 kg.ha^{-1} (Lok y Suárez, 2014) y $521 \text{ kg.ha.año}^{-1}$ (Mendieta *et al.*, 2013).

En Venezuela, muchos de los productores que fertilizan la guaireña, lo hacen tomando como referencia la usada en otros cultivos. Para el caso particular de la altiplanicie de Maracaibo -y alrededores- estado Zulia, es necesaria dicha práctica en virtud de que muchos suelos son de mediana a baja fertilidad y no se dispone de trabajos de investigación referidos a la fertilización de la especie, lo cual es parte fundamental para su manejo agronómico, elevar

el rendimiento y mejorar la calidad nutritiva del forraje. De allí que el presente trabajo tuvo como objetivo determinar el efecto de la fertilización sobre el desarrollo inicial de la especie forrajera guaireña.

Materiales y métodos

Ubicación del experimento

Se realizó en el Vivero Universitario, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, municipio Maracaibo, estado Zulia ($10^{\circ}40'26''\text{LN}$, $71^{\circ}37'28 \text{ LO}$), el cual se encuentra en un bosque muy seco tropical con promedios anuales de $29 \text{ }^{\circ}\text{C}$, 79% de humedad relativa, 2500 mm de evapotranspiración y 500 mm de precipitación. Se recolectaron semillas de guaireña Criolla, extraídas de frutos maduros -antes de la dehiscencia- de plantas de cuatro años de edad, ubicadas en vivero Santa Bárbara, sector el Marite, parroquia Venancio Pulgar, municipio Maracaibo, estado Zulia. Posteriormente, las semillas se lavaron, seleccionaron, protegieron con el fungicida Vitavax® (Ramírez *et al.*, 2012) y se secaron por 15 días a temperatura ambiente, antes de la siembra. El porcentaje de emergencia fue de $98,7 \pm 1,2\%$ (mínimo 97%, máximo 100%) a los 10 días de la siembra.

Tratamientos y siembra

Se evaluaron seis tratamientos (cuadro 1). El contenido de N en T4 se estimó considerando de 1,72 a 2,3% de N (Pérez *et al.*, 2008) y que el 50 % de N aplicado es aprovechado por la planta en el primer año como N asimilable (González y Crespo, 2016). La fertilización química con

Cuadro 1. Descripción de tratamientos, cantidades estimadas de N y de tratamientos por hectárea.

Tratamientos	Descripción	g.m ⁻² de N	kg.ha ⁻¹ de N	kg.ha ⁻¹
T0	Testigo	-	-	-
T1	15 g.m ⁻² de urea	6,9	69	150 urea
T2	30 g.m ⁻² de urea	13,8	138	300 urea
T3	45 g.m ⁻² de urea	20,7	207	450 urea
T4	3 kg.m ⁻² de EO	25,8-34,5	258-345*	30.000 EO
T5	T1 + T4*	32,7-41,4	327-414	150 urea + 30.000 EO

Urea: 46% de N. EO: Estiércol de ovino. *: Estimación según Pérez *et al.* (2008) y González y Crespo (2016).

urea (diluida en agua, 10 L.m⁻² por aplicación), se hizo colocando la mitad de la dosis a los 14 días después de la siembra y la otra mitad al día 28. Para T4 y T5, se extrajeron los primeros 10 cm del sustrato contenido en los canteros (1 m ancho x 12 m largo x 0,6 m alto), los cuales se mezclaron con el estiércol de ovino (materia orgánica) previamente lavado con agua según Jiménez *et al.* (2017), sin la aplicación de fungicida, se humedeció y volteó diariamente durante dos semanas.

La siembra se realizó de forma manual en canteros que contenían como sustrato suelo de textura arenofrancosa con pH 6,01 y CE 0,01 dS.m⁻¹. En cada tratamiento, se usaron seis hileras de 100 cm de largo, una profundidad de siembra de 1 cm y una separación entre hileras y de plantas de 10 cm para una densidad de 1.000.000 plantas.ha⁻¹, considerando lo indicado por Lok y Suárez (2014). El experimento se situó a plena exposición solar (1170 μ mol.m⁻².s⁻¹)

y se regó de forma manual, las dos primeras semanas fue diario y luego cada dos días (10 L.m⁻².día⁻¹ de agua). La temperatura y la humedad relativa fueron de 28 y 46%, respectivamente.

Diseño experimental, variables y procesamiento de datos

Se usó un diseño experimental totalmente al azar con seis repeticiones. A los 45 días de establecido el experimento, se tomaron diez plantas al azar por repetición, a las cuales se les midieron: altura de la planta (AP), número de hojas (NH) (hoja compuesta, tripinnada), número de nudos (NN), biomasa fresca de la parte aérea de la planta (BFPA) y del sistema radical (BFR), materia seca de la parte aérea de la planta (MSPA) y sistema radical (MSR). También se contó el número de plantas por metro cuadrado (MP.m⁻²). La AP se midió desde la base del tallo en el suelo hasta el ápice de la planta. La materia seca se obtuvo después del secado de la biomasa fresca, de la parte aérea y

del sistema radical de cada planta, a 74 °C durante 72 h. Para determinar el efecto de los tratamientos sobre las variables se hizo un análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) ver. 24. Cuando hubo diferencias significativas se aplicó la prueba de medias de Tukey.

Resultados y discusión

El análisis estadístico determinó diferencias para todas las variables por efecto de los tratamientos de fertilización, excepto para NP.m² (cuadro 2). La mayor AP y NH se obtuvo con T2 y T3 que fueron estadísticamente iguales pero diferentes del resto. Luego, siguen T1 y T4 con respuestas iguales en ambas variables, al comparar dichos tratamientos con T0 se detectó que duplicaron AP, sin embargo, cuando se combinaron T1 y T4 (T5) no favoreció AP. Las AP obtenidas superaron a la indicada por Padilla *et al.* (2012) de 11,7 cm (largo de tallo), a los 40 días.

Lok y Suárez (2014) señalaron que los tratamientos de fertilización orgánica (estiércol vacuno 25.000 kg.ha⁻¹), química (300 y 600 kg.ha⁻¹ de NPK 60-90-160) y con biofertilizante (EcoMic) no influyeron en AP y NH por rama a los 60 días, lo que difiere de lo obtenido en el presente trabajo, donde AP y NH -contrastadas con el testigo- aumentaron con los tratamientos de fertilización (cuadro 2), cuyas cantidades de N (cuadro 1) se encuentran entre las utilizadas por Lok y Suárez (2014) y Mendieta *et al.* (2013).

AP y NH en T4 estuvieron por debajo de los valores de T1, T2 y T3 (Cuadro 2) a pesar de tener la mayor cantidad de N estimada (Cuadro 1), es posible que el contenido de N y el porcentaje de N asimilable, o aprovechado por la planta, del estiércol de ovino (T4) sea inferior al indicado por Pérez *et al.* (2008) (1,72 a 2,3% de N) y González y Crespo (2016) (50%). Esto puede deberse a una baja mineralización o lenta degradación del estiércol (una relación carbono-nitrógeno (C/N) hacia alta, mayor de 20) que ocasiona una baja disponibilidad de nutrientes. En cuanto al NN, entre T2 y T3 no hubo diferencias estadísticas y presentaron la mayor cantidad, ambos tratamientos difirieron de los demás, exceptuando T2 que resultó semejante a T1 (cuadro 2).

Para BFPa, BFR, MSPA y MSR, T3 mostró los máximos valores y fue distinto del resto. T1, T2 y T4 comparados con T0 y T5, incrementaron notablemente BFPa, pero no superaron a T3.

Para MSPA T1 y T4 fueron iguales a T5 y T0, lo que demostró que no fue necesario mezclar la urea y el estiércol (T5). Estos resultados no se corresponden con el obtenido por González y Crespo (2016), quienes concluyeron que la fertilización órgano-mineral (4000 kg.ha⁻¹ de estiércol de bovino + 300 kg.ha⁻¹ de 9-9-12) (27 kg.ha⁻¹ de N), aplicada al momento de la siembra, produjo mayor materia seca total a los 100 días de cultivo -en canchales- con una densidad de 20.000 plantas.ha⁻¹.

En MSPA y MSR, T1, T4 y T5 fueron estadísticamente iguales a T0 (testigo), esto se asoció a que

Cuadro 2. Efecto de la fertilización con urea y estiércol de ovino (EO) sobre las características morfológicas y de crecimiento en plantas de guaireña durante su desarrollo inicial.

Tratamientos	AP (cm)	NH	NN	BFA (g.planta ⁻¹)	BFR (g.planta ⁻¹)	MSPA (g.planta ⁻¹)	MSR (g.planta ⁻¹)	NP.m ²	MSPA (t.ha ⁻¹)
T0: Testigo	26,3c	6,7c	13,2c	10,8e	12,6d	2c	4,8c	100	2c
T1: 15 g.m ⁻² urea	54,5b	9,2b	16,3bc	30,5c	16,2cd	4,3c	3,6c	99	4,3c
T2: 30 g.m ⁻² urea	80,5a	11,5a	19,8ab	71,1b	22,6b	19,2b	12,2b	98	18,8b
T3: 45 g.m ⁻² urea	81,3a	11,5a	20,7a	91,8a	29,6a	35,7a	19,5a	98	35a
T4: 3 kg.m ⁻² EO	52,7b	8,3bc	15,8c	38,4c	18,7c	8,1c	10,2b	100	8,1c
T5 (T1+T4)	34,2c	9b	14,8c	21,3d	11,6d	6,2c	5,9c	97	6,2c

AP: altura de planta. BFA: biomasa fresca de la parte aérea de la planta. BFR: biomasa fresca del sistema radical. MSPA: materia seca de la parte aérea de la planta. MSR: materia seca del sistema radical. NH: número de hojas. NN: número de nudos. NP.m²: número de plantas por m². Medias con letras distintas en cada columna difieren significativamente (P<0,05).

la disponibilidad de N en el suelo fue baja. En cuanto a MSPA, T3 equivalente a 207 kg.ha⁻¹ de N (cuadro 2) registró el mayor rendimiento y fue diferente al resto de los tratamientos, resultado que difiere de las cantidades de materia seca reportadas en otras investigaciones (Mendieta *et al.*, 2013; Lok y Suárez, 2014; Padilla *et al.*, 2014; González y Crespo, 2016), esto se relacionó a las condiciones experimentales que fueron diferentes: cantidad de N aplicada, tiempo del cultivo, densidad de plantas, manejo, entre otras.

Las investigaciones indican rendimientos de materia seca de 6,6 t.ha⁻¹ con 100 kg.ha⁻¹ de N y densidad de 920.000 plantas.ha⁻¹, a los 60 días de la siembra en campo (Lok y Suárez, 2014); de 2,5 a 3,1 t.ha⁻¹ con 10 t.ha⁻¹ de estiércol de bovino y 200.000 plantas.ha⁻¹ en época seca (60 días) y lluviosa (45 días) (Padilla *et al.*, 2014), 27 t.ha⁻¹ con 521 kg.ha⁻¹. año⁻¹ de N y 167.000 plantas.ha⁻¹ en época lluviosa (45 días) (Mendieta *et al.*, 2013), y 20,1 t.ha⁻¹ (planta integra) con fertilización órgano-mineral (4000 kg.ha⁻¹ de estiércol de bovino + 300 kg.ha⁻¹ de 9-9-12) y 20.000 plantas.ha⁻¹ cultivadas en canteros, a los 100 días (González y Crespo, 2016). Los resultados de T4, comparado con T0, sugieren el aumento de la cantidad de estiércol de ovino empleada en T4, o bien, mantener su aplicación en el suelo para mejorar los niveles de N y aprovechar los beneficios de este tipo de abono.

Al observar todas las variables se encontró que T3 alcanzó los mayores valores en siete de las ocho variables estudiadas y que T2 mostró igual

comportamiento que T3 en cuanto a AP, NN y NH. Por tanto, T3 fue el mejor tratamiento de fertilización para incrementar el desarrollo inicial de la guaireña, respuesta asociada a la fuente de N empleada, urea, que suministra rápidamente la forma asimilable del elemento y presenta alto contenido de N (46%). La respuesta también se puede atribuir a la forma de aplicación de la urea, en dos fracciones. Cabe destacar que la información generada en la presente investigación se obtuvo en 45 días, tiempo inferior al utilizado por Lok y Suárez (2014) (60 días) y González y Crespo (2016) (100 días), e igual al señalado por Mendieta *et al.* (2013) y Padilla *et al.* (2014) durante la época lluviosa (45 días).

El NP.m² fue alto en todos los tratamientos, no hubo diferencias entre ellos, de 100 semillas sembradas emergieron de 97 a 100 plantas a los 10 días, que se mantuvieron vivas hasta los 45 días, esta respuesta se atribuyó a la calidad de las semillas empleadas y condiciones experimentales. Lok y Suárez (2014) encontraron que el NP.m² dependió de los tratamientos de fertilización, la mayor población la obtuvieron cuando aplicaron directamente en el suelo estiércol vacuno (25.000 kg.ha⁻¹) más Ecomic. Los investigadores asociaron la disminución de la población al ataque de *Atta insularis* (bibijagua) y alta densidad de plantas (1.000.000 plantas.ha⁻¹) que pudo crear competencia entre las plantas por nutrientes, luz y espacio vital.

Esta investigación representa un gran aporte para el cultivo de la guaireña en la Altiplanicie de

Maracaibo y alrededores, estado Zulia, Venezuela, se dispone de poca información relacionada con la fertilización y sienta las bases para futuras investigaciones.

Conclusión

Se concluye que la aplicación de urea a razón de 45 g.m⁻², equivalente a 207 kg.ha⁻¹ de N y 450 kg.ha⁻¹ de urea, permitió mayor desarrollo y producción de biomasa fresca y materia seca de la parte aérea durante el desarrollo inicial de la guaireña, a los 45 días de la siembra.

Agradecimientos

Al CONDES-LUZ por las subvenciones VAC-CC-0243-14 y 0653-15, y al Vivero Universitario.

Literatura citada

González, C. y G. Crespo. 2016. Respuesta de *Moringa oleifera* Lam. a estrategias de fertilización en suelo Ferralítico rojo lixiviado. Pastos y Forrajes 39(3): 106-110.

Jiménez, I., M. Ramírez, B. Petit, C. Colmenares e I. Parra. 2017. Efecto de hongos micorrízicos arbusculares y estiércol de bovino en el crecimiento

inicial y pigmentación en *Capsicum frutescens* L. Bioagro 29(2): 137-144.

- Lok, S. y Y. Suárez. 2014. Effect of fertilizers on the biomass production of *Moringa oleifera* and on some soil indicators during the establishment. Cuban J. Agric. Sci. 48(4): 399-403.
- Mendieta, B., E. Spornly, N. Reyes, F. Salmerón y M. Halling. 2013. Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different planting densities and levels of nitrogen fertilization. Agroforest Syst. 87(1): 81-92.
- Padilla, C., N. Fraga y M. Suárez. 2012. 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. Cuba. Cienc. Agríc. 46(4): 419-421.
- Padilla, C., N. Fraga, L. Scull, R. Tuero y L. Sarduy. 2014. Effect of cut height on indicators of forage production of *Moringa oleifera* vc. Plain. Cuban J. Agric. Sci. 48(4): 405-409.
- Pérez, A., C. Céspedes y P. Núñez. 2008. Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República Dominicana. J. Soil Sci. Plant Nutr. 8(4): 10-29.
- Ramírez, M., H. Suárez, M. Regino, B. Caraballo y D. García. 2012. Respuesta a tratamientos pregerminativos y caracterización morfológica de plántulas de *Leucaena leucocephala*, *Pithecellobium dulce* y *Ziziphus mauritiana*. Pastos y Forrajes 35(1): 29-42.