Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Agropecuaria ISSN: 2448-6620

EFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE UREA, MICRONUTRIENTES Y COBRE SOBRE EL CRECIMIENTO Y BROTACIÓN DE MEZQUITE

Melisa Villegas-Vazquez[1]; Carlos Moises Paredes-Rodriguez[1]; José David Ochoa-Mancera[1]; Ernesto Lopez-Garcia[1]; Miguel Ángel Sanchez-Olvera[1]; Guillermo Martínez Rodríguez[1]; Francisco Chablé Moreno*

[1]Estudiante de Ingeniería en Agronomía TecNM-campus Roque Departamento de Ciencias Agropecuarias, [2]Tecnologico Nacional de México-Roque. Departamento de Ciencias Agropecuarias, [3]Estudiante de Ingeniería en Agronomía TecNM-campus Roque Departamento de Ciencias Agropecuarias, [4]Estudiante de Ingeniería en Agronomía TecNM-campus Roque Departamento de Ciencias Agropecuarias, [5]Estudiante de Ingeniería en Agronomía TecNM-campus Roque Departamento de Ciencias Agropecuarias. **Autor de correspondencia:* fchable4oct@gmail.com

RESUMEN

El mezquite (*Prosopis laevigata* L.) es una especie forestal de gran importancia ecológica, económica y social en las zonas áridas y semiáridas de México, debido a su capacidad de adaptación a condiciones de baja disponibilidad de agua, altas temperaturas y suelos pobres. Además de contribuir a la conservación del suelo y la fijación de nitrógeno, esta especie proporciona forraje, madera y alimento, siendo fundamental en procesos de restauración ambiental. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la fertilización química con urea, microelementos y cobre sobre el desarrollo de plantas de mezquite en condiciones de cultivo en Guanajuato. La investigación se realizó en el Tecnológico Nacional de México campus Roque, utilizando un diseño experimental completamente al azar con 2 y 3 plantas por unidad experimental. Las variables evaluadas fueron diámetro de tallo, altura de planta y número de brotes. Los resultados mostraron que el Tratamiento 1, compuesto por 1 g de urea, 0.5 g de microelementos y 0.5 g de cobre, presentó los mayores valores en diámetro de tallo y altura de planta, evidenciando un mejor desarrollo vegetativo. En cuanto al número de brotes, el Tratamiento 2 mostró los mejores resultados al final del experimento. Se concluye que la fertilización química favorece significativamente el crecimiento y vigor del mezquite, mejorando sus características morfológicas y aumentando su potencial de crecimiento y desarrollo en programas de reforestación y restauración ecológica.

Palabras clave: *Prosopis laevigata, Fertilización química, Desarrollo vegetativo*

ABSTRAC

Mesquite (Prosopis laevigata) is a forest species of great ecological, economic, and social importance in the arid and semi-arid regions of Mexico, due to its ability to adapt to conditions of low water availability, high temperatures, and poor soils. In addition to contributing to soil conservation and nitrogen fixation, this species provides forage, timber, and food, making it fundamental in environmental restoration processes. This study aimed to evaluate the effect of chemical fertilization with urea, micronutrients, and copper on the development

of mesquite plants under cultivation conditions in Guanajuato. The research was conducted at the National Technological Institute of Mexico, Roque Campus, using a completely randomized experimental design with three blocks of two and three plants per experimental unit. The variables evaluated were stem diameter, plant height, and number of shoots. The results showed that Treatment 1, composed of 1 g of urea, 0.5 g of micronutrients, and 0.5 g of copper, exhibited the highest values for stem diameter and plant height, demonstrating improved vegetative development. Regarding the number of shoots, Treatment 2 showed the best results at the end of the experiment. It is concluded that chemical fertilization significantly promotes the growth and vigor of mesquite, improving its morphological characteristics and increasing its potential for reforestation and ecological restoration programs.

Keywords: *Prosopis laevigata, Chemical fertilization, Vegetative development*

INTRODUCCIÓN

El mezquite, especialmente la especie (*Prosopis laevigata* L.), es uno de los recursos forestales más valiosos en las zonas áridas y semiáridas de México. Su capacidad para adaptarse a condiciones de escasa lluvia, suelos poco fértiles y altas temperaturas lo hace destacar. En el país, esta especie tiene un papel crucial en términos ecológicos, económicos y sociales, ya que ayuda a conservar el suelo, fija nitrógeno, produce forraje y se utiliza para la obtención de madera. Además, sus vainas son un recurso alimenticio tanto para animales como, en algunas regiones, para el consumo humano. Varios estudios han demostrado que el mezquite es fundamental en la restauración de ecosistemas degradados y en la mejora de la fertilidad del suelo, gracias a su habilidad para retener nutrientes, disminuir la erosión y promover la acumulación de materia orgánica en las áridas y semiáridas regiones de México (Frías-Hernández *et al*., 1999). En Guanajuato, el mezquite es una parte esencial de la vegetación natural en las áreas semiáridas, contribuyendo al equilibrio ecológico y a la conservación de los recursos naturales. Sin embargo, el uso excesivo, el cambio en el uso del suelo y la degradación ambiental han llevado a una disminución significativa de las poblaciones naturales de esta especie. En varios municipios del centro del país, incluyendo las zonas semiáridas de Guanajuato, se ha documentado la relevancia del mezquite en los procesos hidrológicos y en la protección del suelo contra la erosión, gracias a su capacidad para adaptarse a condiciones de humedad limitadas (Mastachi-Loza *et al*., 2010). Además, este árbol crea “islas de fertilidad” bajo su copa, lo que favorece la acumulación de materia orgánica y nutrientes esenciales para otras plantas (Frías-Hernández *et al*., 1999). Dada la importancia ecológica y productiva del mezquite, en los últimos años se han llevado a cabo investigaciones para mejorar su crecimiento y establecimiento. De tal manera el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización con urea, micro elementos y cobre en el crecimiento y desarrollo del mezquite en invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Tecnológico Nacional de Mexico campus Roque. Donde se realizó el transplante de plantas chicas medianas y grandes de mezquite, con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes dosis de fertilización sobre su desarrollo. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar empleando 2 y 3 plantas por tratamiento. Los tratamientos evaluados fueron: T1 = 1 g de urea + 0.5 g de microelementos + 0.5 g de cobre; T2 = 0.5 g de urea + 0.5 g de microelementos + 0.5 g de cobre; y T3 = testigo absoluto

La aplicación de los fertilizantes se realizó directamente en cada unidad experimental de acuerdo con las dosis establecidas para cada tratamiento. Todas las plantas recibieron el mismo manejo agronómico durante el desarrollo del experimento, incluyendo riego y monitoreo constante de las condiciones de crecimiento. Durante el periodo experimental se evaluó el crecimiento y desarrollo de las plantas de mezquite, observando la respuesta de cada tratamiento en comparación con el testigo. Posteriormente, los datos obtenidos fueron organizados y analizados para determinar el efecto de la fertilización con urea, microelementos y cobre sobre el desarrollo del cultivo, ha que para ello se midieron las siguientes variables diámetro de tallo, número de brotes y altura de planta, para la altura se utilizó un flexómetro (Truper) y para el diámetro se utilizó un vernier mecánico (Truper).

Los datos de las variables evaluadas se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) mediante un diseño experimental completamente al azar, cuando el ANAVA presentó diferencias significativas se realizó una prueba de comparación de medias (Tukey α 0.05), con el paquete estadístico SAS Systems for Windows 9.2 (2002)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la variable diámetro de tallo, el Tratamiento 1 presentó los valores más altos durante todo el periodo de evaluación, alcanzando 13.29 mm al día 40, mientras que el tratamiento testigo mostró los valores más bajos. Esto indica que la aplicación de urea, micronutrientes y cobre favoreció el crecimiento vegetativo del mezquite, posiblemente debido a una mayor disponibilidad de nitrógeno y elementos esenciales involucrados en la división y elongación celular. Estos resultados coinciden con lo reportado por Gómez-Romero *et al*., (2025), quienes encontraron que la fertilización orgánica incrementó significativamente el diámetro y altura en plantas de mezquite en vivero. Asimismo, Cervantes-Rodríguez *et al*., (2018) mencionan que un adecuado manejo nutricional y del sustrato mejora considerablemente el desarrollo morfológico de Prosopis laevigata.

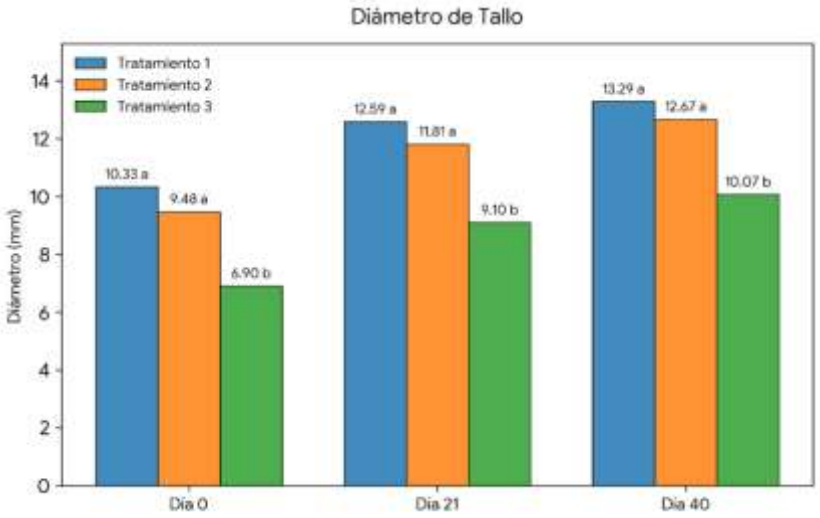

Figura 1. Respuesta del diámetro del tallo en plántulas de mezquite a diferentes dosis de fertilización

Respecto a la altura de planta, el Tratamiento 1 nuevamente presentó el mayor crecimiento, alcanzando 109.57 cm al día 40, mientras que el tratamiento testigo registró solamente 72.49 cm. Este comportamiento demuestra que la combinación de nutrientes aplicada estimuló el crecimiento apical y el desarrollo general de las plantas. El nitrógeno contenido en la urea es fundamental para la síntesis de proteínas y clorofila, lo que favorece una mayor actividad fotosintética y, por lo tanto, un incremento en el crecimiento vegetal. Resultados similares fueron observados por Gómez-Romero *et al*., (2025), quienes reportaron que la fertilización mejoró significativamente la altura de las plantas de mezquite. De igual manera, estudios sobre fertilización en especies vegetales han demostrado que dosis adecuadas de nutrientes incrementan el vigor y desarrollo de las plántulas.

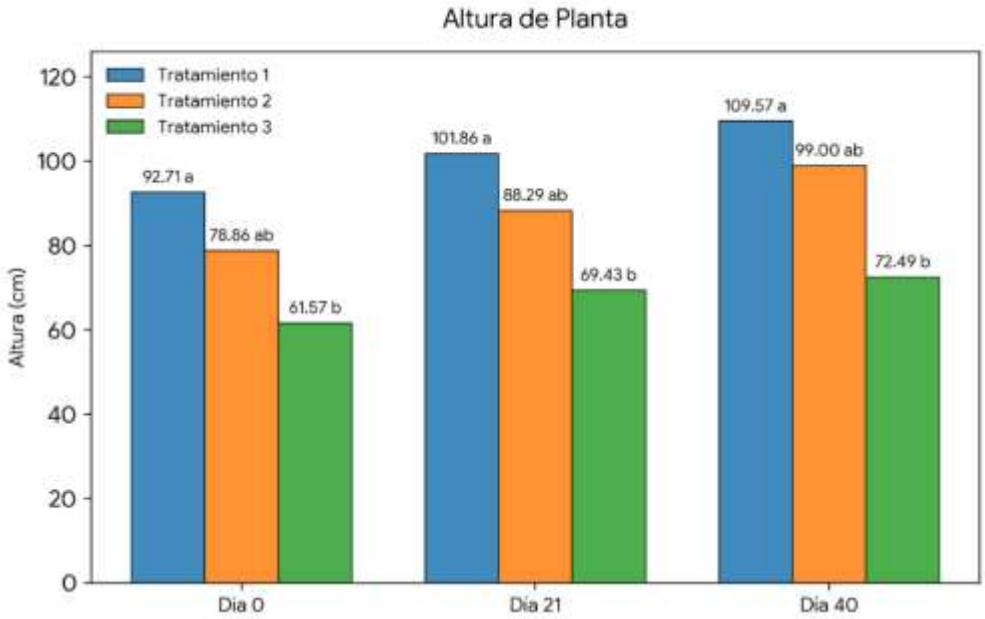

Figura 2. Efecto de la aplicación de urea, micronutrientes y cobre sobre la altura de planta de mezquite

En la variable número de brotes, el Tratamiento 1 mostró inicialmente el mayor promedio; sin embargo, al día 40 el Tratamiento 2 presentó el valor más alto con 5.14 brotes, mientras que el testigo mantuvo los valores más bajos. Esto sugiere que una dosis moderada de urea puede favorecer la emisión de brotes laterales, posiblemente porque evita excesos de nitrógeno que podrían concentrar el crecimiento únicamente en el tallo principal. Los resultados evidencian que el manejo nutricional influye directamente en la capacidad de brotación y desarrollo vegetativo del mezquite. Cervantes-Rodríguez *et al*., (2018) mencionan que las condiciones de fertilización y manejo hídrico tienen efectos importantes sobre el crecimiento y vigor de las plantas forestales en vivero.

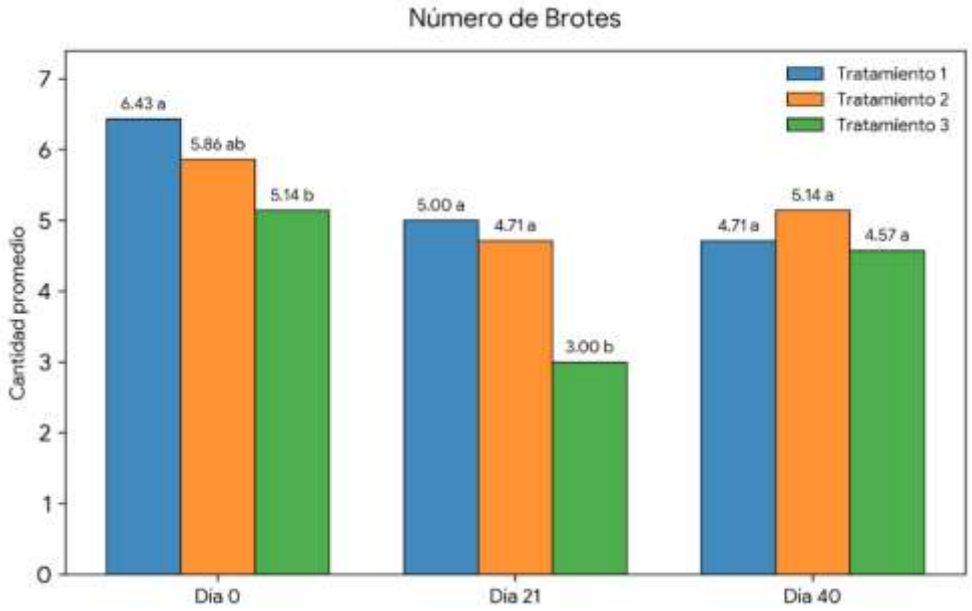

Figura 3. Efecto de la aplicación de urea, micronutrientes y cobre en el número de brotes en planta de mezquite.

Observaciones *in situ* de las plantas de mezquite se muestran que tienden a presentar ramas con crecimiento lateral hacia debajo de las ramas, su crecimiento es tan lento que ocasionalmente a pesar de una planta que soporta las sequías puede morir antes de su establecimiento y su desarrollo. Aunque en Guanajuato existen terrenos fértiles para la agricultura, no pasa desapercibido que especies de vegetales tienden a mostrar una curvatura en sus ramas principales sobre todo en las ramas principales del meristemo apical, en la figura 4 se muestrasn resultados de plántulas recién trasplantadas con aplicación de urea, sulfato de cobre pentahidratado y fertilizante foliar de micronutrimentos, estos al ser aplicados se obtuvo un crecimiento erecto y de mayor vigor en las plantas que se les aplicó el tratamiento.

Figura 4. Plantas de mezquite: a) Recién trasplantadas, b) plantas a los 40 días después del trasplante, c) plantas podadas y con tutor con crecimiento erecto, d) crecimiento erecto del brote apical de la planta de mezquite a los 40 ddt.

CONCLUSIONES

La fertilización con urea, microelementos y cobre favoreció significativamente el crecimiento del mezquite, principalmente en altura y diámetro de tallo. El Tratamiento 1 presentó los mejores resultados, demostrando que una adecuada nutrición mejora el desarrollo vegetativo de la planta. Además, el manejo nutricional influyó en la producción de brotes y en el vigor de la planta de mezquite.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cervantes-Rodríguez, N., Prieto-Ruíz, J. A., Rosales-Mata, S., & Félix-Herrán, J. A. (2018). Crecimiento de mezquite en vivero bajo diferentes condiciones de sustrato, riego y retenedores de humedad. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 24(1), 17-32.

Frías-Hernández, J. T., Aguilar-Ledezma, A. L., Olalde-Portugal, V. (1999). Soil characteristics in semiarid highlands of central Mexico as affected by mesquite trees (Prosopis laevigata). Arid Soil Research and Rehabilitation, 13(3), 305-312.

Frías-Hernández, J. T., Aguilar-Ledezma, A. L., Olalde-Portugal, V., Balderas-López, J. A., Gutiérrez-Juárez, G., Alvarado-Gil, J. J., Castro, J., Vargas, H., Albores, A., Dendooven, L., & Miranda, L. C. M. (1999). *Soil characteristics in semiarid highlands of central Mexico as affected by mesquite trees (Prosopis laevigata).* Arid Soil Research and Rehabilitation, 13(3), 305-312. https://doi.org/10.1080/089030699263339

Gómez-Romero, M., et al. (2025). Respuestas morfológicas a la biofertilización y aplicación de enmiendas húmicas en plantas de mezquite (*Prosopis laevigata* L.). Revista Mexicana de Ciencias Forestales.

Martínez-Calderón, V. M., Rubalcava-Castillo, F. A., Torres-González, J. A., et al. (2024). Evaluation of addition of chemical and organic fertilizers to irrigation in the production of Prosopis laevigata. Forest Systems, 33(3), eSC03.

Mastachi-Loza, C. A., González-Sosa, E., Becerril-Piña, R., & Braud, I. (2010). Pérdidas por intercepción en mezquite (Prosopis laevigata) y huizache (Acacia farnesiana) de la región semiárida del centro de México. Tecnología y Ciencias del Agua, 1(1), 71-84.

SAS. Statistical Analysis System. 2025. Software Release V 9.4. SAS/STAT®9.4. SAS Institute Inc. Cary, N.C., USA.

Villarreal, M., et al. (2018). Fertilización en plantas de mezquite para restauración forestal. Revista Mexicana de Ciencias Forestales.