

# Potencial de establecimiento de *Prosopis laevigata* (árbol de uso múltiple), en suelos del distrito de riego 028 Tulancingo, Hidalgo

Establishment potential of *Prosopis laevigata* (multiple-use tree), in soils of the irrigation district 028 Tulancingo, Hidalgo

Miguel Ángel Sánchez-Hernández

Universidad Interserrana del Estado de Puebla Ahuacatlán, México.

Alma V. Ayala-Garay

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Texcoco, México.

Enrique Cortés Díaz\*

Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México.

\*Autor para correspondencia: abcdsan2000@yahoo.com.mx

## Resumen

El presente trabajo se desarrolló en el Distrito de Riego 028 Tulancingo, Hidalgo, en donde se utilizan aguas residuales para regar cultivos forrajeros. Esta práctica, además de ser útil para la producción, ha ocasionado problemas tales como salinidad del suelo. Además, se tienen problemas para el riego rodado, esto debido a la topografía del lugar. En respuesta a esta situación, el presente trabajo tuvo como objetivo determinar el potencial de establecimiento de una especie forestal de uso múltiple adecuada a las condiciones presentes, como alternativa de producción agrícola. En el aspecto de suelos salinos y con problemas para el riego, se incluyó una especie forestal con características de tolerancia a la salinidad, sequías y potencial de uso múltiple. Los suelos no presentan deficiencias para K, P, Ca, Mg y Zn, sin embargo; los porcentajes de materia orgánica y contenido de nitrógeno inorgánico fueron pobres, la textura fue franca y la concentración de metales pesados fue baja. Con base en los análisis del suelo y las opiniones de los productores que participaron en los talleres, el presente trabajo propuso y establecieron dos parcelas demostrativas de mezquite (*Prosopis laevigata* (Willd.) M.C. Johnst), con un diseño de árboles en linderos, como una opción para contribuir al cultivo en suelos salinos y suelos en donde el riego se dificulta debido a la topografía del lugar. Además, se evaluó la sobrevivencia del mezquite de forma mensual por tres meses, la cual fue de 100 % en El jagüey del cerro, y de 90 % en Santa Ana, lo cual indica que no existen problemas de adaptabilidad en dichos suelos. Se concluye que el mezquite es una alternativa viable para los productores, con o sin problemas en sus parcelas, que permitirá dedicar parte de éstas al cultivo de mezquite.

**Palabras clave:** Mezquite, suelos salinos, árboles en linderos.

## Abstract

This work was developed in Irrigation District 028 Tulancingo, Hidalgo, where wastewater is used to irrigate forage crops. This practice, in addition to being useful for production, has caused problems such as soil salinity. In addition, there are problems for rolling irrigation, this due to the topography of the place. In response to this situation, the present work aimed to determine the potential for establishing a multiple-use forest species suitable to the present conditions, as an alternative for agricultural production. Regarding saline soils and with problems for irrigation, a forest species with characteristics of tolerance to salinity, droughts and potential for multiple use was included. The soils do not present deficiencies for K, P, Ca, Mg and Zn, however; the percentages of organic matter and inorganic nitrogen content were poor, the texture was frank and the concentration of heavy metals was low. Based on the soil analysis and the opinions of the producers who participated in the workshops, the present work proposed and established two demonstration plots of mesquite (*Prosopis laevigata* (Willd.) MC Johnst), with a design of trees in boundaries, such as an option to contribute to the cultivation in saline soils and soils where irrigation is difficult due to the topography of the place. In addition, mesquite survival was evaluated on a monthly basis for three months, which was 100% in El jagüey del cerro, and 90% in Santa Ana, which indicates that there are no adaptability problems in these soils. It is concluded that mesquite is a viable alternative for producers, with or without problems in their plots, which will allow them to dedicate part of these to mesquite cultivation.

**Keywords:** Mezquite, saline soils, trees on boundaries.

## Introducción

México tiene una amplia variedad de especies nativas de mezquite (*Prosopis spp.*), siendo en muchas regiones áridas y semiáridas la vegetación representativa. Su madera es dura, densa y durable. Sus frutos tienen alta concentración de azúcar (Sampayo-Maldonado, *et al.* 2011). El mezquite desempeña un papel importante en los ecosistemas, sirve como fuente de alimento y refugio de fauna, estabiliza el suelo y previene su erosión, protege cuencas hidrográficas y es un elemento susceptible de manejo integral y de uso múltiple por los habitantes de la región. Se utiliza en construcciones rurales, decoración y acabado de interiores, para fabricar durmientes, construcción de vehículos rurales, adoquines, parquet, mangos para herramientas e implementos agrícolas; postes, leña y sus frutos se emplean intensivamente como forraje para ganado (Maldonado y De la Garza, 2000).

Desde hace aproximadamente 50 años, el Distrito de Riego 028 (DR 028) Tulancingo, Hidalgo, hace uso de aguas residuales para el riego agrícola; estas aguas pueden constituir una alternativa en las zonas semiáridas donde hay escases de este recurso, no solo por ser una fuente hídrica para los cultivos, sino también como fuente de nutrientes que mejoran la fertilidad del suelo, dado los altos contenidos de materia orgánica usualmente están presentes (Simonete *et al.*, 2003). Sin embargo, su uso sin tratamiento previo puede ocasionar problemas debido al alto contenido de sales, metales pesados y la presencia de algunos microorganismos patógenos para el hombre (Zamora *et al.*, 2008). No obstante, el uso de aguas residuales para el riego de cultivos es cada vez más común, sobre todo en zonas áridas y semiáridas. Por lo cual el objetivo fue determinar el potencial de establecimiento de una especie forestal de uso múltiple, que fuera adecuada a las condiciones que presentan los suelos del DR028 y que fuera de interés para los pobladores.

## Materiales y método

El Distrito de Riego se localiza en la zona sureste

del estado de Hidalgo, a 2140 m de altitud y tiene una extensión territorial de 997 ha de riego. Se encuentra constituido por los municipios de Tulancingo de Bravo, Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero y Cuauhtepac de Hinojosa, en una proporción aproximada de 83.6 %, 9.4 % y 7 % respectivamente (INEGI, 1995). Los predios sujetos a estudio se localizan en los ejidos San Nicolás Cebolletas específicamente en el lugar que los habitantes llaman el jagüey del cerro y en el ejido Santa Ana del municipio de Tulancingo.

Se realizaron tres talleres participativos para determinar el potencial de establecimiento de una especie forestal de uso múltiple, que fuera adecuada a las condiciones que presentan los suelos del DR028 y que fuera de interés para los pobladores. A dichos talleres asistieron productores que tienen problemas de producción en sus parcelas. En el primer taller se presentó y se dio a conocer los alcances del proyecto, se utilizaron encuestas semiestructuradas como instrumento dentro del diagnóstico para conocer la percepción de los habitantes sobre la problemática, utilizando la metodología propuesta por Ramírez y García (2000). En el segundo se presentaron las posibles especies a utilizar, su manejo y potencial agropecuario, el sistema de plantación y se informó sobre los resultados de los análisis de suelo. En el tercero, se notificó sobre los avances del proyecto. Al final de cada taller se entregó a los productores la información generada en cada uno de ellos.

En gavinate, se realizó una revisión de literatura de las posibles especies forestales que cumplieran con los requerimientos de los resultados de los análisis del suelo y que fuera de uso múltiple. Con esta información se analizó la problemática y necesidades actuales relacionadas con el uso de los recursos naturales en la zona.

La plantación de mezquite se realizó al inicio del periodo de lluvias (mediados de junio), en cepas de 40 cm de profundidad y 40 cm de diámetro excavadas con pala. Antes de plantar se colocó en el fondo de la cepa abono orgánico, con un diseño de linderos maderables, este sólo contempla el manejo de podas cuyo propósito es la formación de un tronco lo más grueso y derecho posible mediante la eliminación de las ramas que nacen en

la base de la planta.

Para caracterizar los suelos se tomaron muestras y se analizaron de acuerdo con la metodología descrita en la (NOM-021-RECNAT, 2002). Se tomaron 21 submuestras en cada parcela, a una profundidad de 0 a 30 cm, para obtener las muestras compuestas y evaluar: pH, materia orgánica (MO), conductividad eléctrica (CE), nitrógeno inorgánico (Ni), fósforo disponible (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg), intercambiables, hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), manganeso (Mn), plomo (Pb), cadmio (Cd), cromo (Cr), boro (B), capacidad de intercambio catiónico (CIC) y textura.

### Resultados y discusión

Con base en lo obtenido en los talleres la revisión de literatura y el análisis de suelos; se propuso el establecimiento del mezquite (*P. laevigata*), como una opción viable para el cultivo en suelos salinos y donde el riego se dificulta debido a la topografía del lugar. Se identificaron y caracterizaron las prácticas de manejo, para el mezquite, así como los insumos y mano de obra requeridos para su manejo.

El establecimiento del mezquite se realizó en el predio El jagüey del Cerro y en Santa Ana a mediados de junio (temporada de lluvias); en cada parcela se trabajó en media hectárea, debido a que se presentaron mejores condiciones (disponibilidad de parcelas y tiempo para el cuidado de la plantación).

Se evaluó la sobrevivencia del mezquite de forma mensual por tres meses la cual fue de 100 % en El jagüey del cerro y de 90 % en Santa Ana, lo cual indica que hasta el momento no tuvo problemas de adaptabilidad en dichos suelos; esto resulta favorable porque una vez establecida la especie, se convierte en una opción viable para la producción forrajera y maderable en los suelos del DR028, Tulancingo, Hidalgo. Por el contrario, Ríos-Saucedo, *et al.* 2012, reportan un alto porcentaje de plantaciones con bajo % de sobrevivencia, y lo adjudican al estrés hídrico.

El pH del suelo en El Jagüey del Cerro, fue moderadamente alcalino y el de Santa Ana, alcali-

no. En éstas condiciones los cultivos establecidos pueden presentar problemas fisiológicos y por tanto bajos rendimientos (Ajuacho y Tanaka, 2003). Lo anterior originó que las concentraciones de plomo en los suelos del Jagüey del Cerro ( $1.1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) y Santa Ana ( $1.06 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) fueran bajas. Lo mismo ocurrió para Cd,  $1.62 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (El Jagüey del Cerro) y  $0.23 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (Santa Ana). La NOM-021-RECNAT, 2002 indica que para el crecimiento y desarrollo de los cultivos, no representan problemas de toxicidad.

Los suelos de El Jagüey del Cerro no presentan problemas de salinidad ( $0.79 \text{ dSm}^{-1}$ ), en cambio, en Santa Ana sí ( $4.86 \text{ dSm}^{-1}$ ). A partir de  $1 \text{ dS m}^{-1}$  se observan problemas mínimos para el desarrollo de los cultivos y con  $2 \text{ dSm}^{-1}$  o más, disminuye su producción (NOM-021-RECNAT, 2002). Por lo tanto, el riego con dichas aguas en las parcelas de El Jagüey del Cerro puede provocar la salinización progresiva.

El contenido de materia orgánica (MO) en el suelo de El Jagüey del Cerro fue muy bajo ( $0.27\%$ ) y en Santa Ana bajo ( $1.34\%$ ). Sin embargo, Zamora *et al.* (2008) citan que el riego constante con aguas residuales en pastizales, incrementó los niveles de MO ( $43.1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) y fueron superiores a los reportados en suelos bajo riego intermitente ( $13.3 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) y suelo virgen ( $8.5 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ). Por lo que, en los suelos de El jagüey del Cerro y Santa Ana, se espera el incremento de dicha variable si se riega de manera constante.

Las concentraciones de Ni fueron bajas, tanto en El Jagüey del Cerro ( $13.8 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) como en Santa Ana ( $18.4 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ). Sin embargo otros autores señalan que el riego con aguas residuales, incorpora Ni en suelos cultivados y con ello, se favorece el desarrollo fisiológico de las plantas (Lapeña *et al.*, 1994). El contenido de fósforo en la parcela de El Jagüey del Cerro fue moderadamente bajo ( $12.05 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) y el de Santa Ana muy alto ( $125.86 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ). En general, no existe deficiencia de este elemento. Esto coincide con lo señalado por Andrade *et al.* (2000), quienes reportan que en suelos regados con aguas residuales a medida que aumenta el tiempo de riego, es mayor el incremento en los contenidos de fósforo.

Las concentraciones de potasio en las dos parcelas

fueron altas (de 690.00 a 1,610.00 mg·kg<sup>-1</sup>). Rodríguez *et al.* (2006) encontraron que el riego con aguas residuales en los suelos incrementó los valores de potasio de medianamente rico (85.33 mg·kg<sup>-1</sup>) a extremadamente rico (219 mg·kg<sup>-1</sup>); citaron que el incremento es positivo, ya que aumenta la resistencia de la planta a las enfermedades, la sequía y el frío. Lo anterior ocurre, hasta determinada concentración debido a que el elemento puede antagonizar con otros cationes. Los valores de calcio fluctuaron de medio (1 807 mg·kg<sup>-1</sup> en El Jagüey del Cerro), a alto (4 321 mg·kg<sup>-1</sup>, en Santa Ana). En tanto que las concentraciones de magnesio en El Jagüey del Cerro fueron altas (861 mg·kg<sup>-1</sup>) y en Santa Ana muy altas (1 292 mg·kg<sup>-1</sup>). Zamora *et al.* (2008) obtuvieron resultados similares; concentraciones altas (9 320 mg·kg<sup>-1</sup>) de Ca y moderadamente altas (754.2 mg·kg<sup>-1</sup>) de Mg. Las concentraciones de Fe (22.4 a 28.7 mg·kg<sup>-1</sup>) y Mn (26.60 a 27.18 mg·kg<sup>-1</sup>) fueron de moderadamente altas a altas. El Cu (0.90 a 2.12 mg·kg<sup>-1</sup>) y Zn (1.60 a 4.86 mg·kg<sup>-1</sup>) tuvieron concentraciones de medias a altas.

Esto resulta favorable para la fertilidad del suelo, dado que la deficiencia de cualquier micronutriente puede provocar problemas en el crecimiento de la planta y desarrollo de las raíces, repercutiendo en su producción. Los resultados son similares a los presentados por Ramos *et al.* (2001). La concentración de boro en las parcelas de El Jagüey del Cerro fue alta (1.49 mg·kg<sup>-1</sup>) y en Santa Ana muy alta (3.05 mg·kg<sup>-1</sup>), por lo que los problemas por toxicidad pueden manifestarse. Mendoza *et al.* (2003), obtuvieron resultados similares (2.9 mg·kg<sup>-1</sup> de boro) en parcelas regadas con aguas residuales.

## Conclusiones

La participación de los productores en los talleres permitió dilucidar la problemática de la zona (baja producción e ineptitud que presentan algunos terrenos) y a su vez manifestaron su interés por la incorporación del mezquite como árbol de uso múltiple, en sus terrenos de cultivo. Aunado a la caracterización física y química del suelo, permitió definir al mezquite como una especie de uso múltiple con potencial para ser establecida en sue-

los con problemas de salinidad o de riego, convirtiéndose en una alternativa viable para los productores, con o sin problemas en sus parcelas, que permitirá dedicar parte de éstas a la producción en forma rotativa, conforme los ciclos de producción agrícola lo permitan. El establecimiento del mezquite en la zona de estudio favorecerá la rehabilitación ecológica de los suelos.

**Literatura citada**

- Ajhuacho, E., Tanaka, S. 2003. Recuperación y disminución de la salinidad del suelo. Artículos de Investigación, Centro Tecnológico Agropecuario en Bolivia No.2, 2003. 5 p.
- Andrade M., L., P. Marcet, M. Reyzábal L. y M. Montero G. 2000. Contenido, evolución de nutrientes y productividad en un suelo tratado con lodos residuales urbanos. Edafología 7-3:21-29.
- INEGI. 1995. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Fotografías aéreas (f14d82c y f14d82f) escala 1:75000. Aguascalientes, México. 498 p.
- Lapeña B., L., V. Escóin R., M. Cerezo E., V. Flors H. y P. García A. 1994. Riego con agua residual y urbana depurada en la Plana de Castellón: Un estudio de 10 años. Universidad Jaume I. Departamento de Ciencias Experimentales, Área de fisiología vegetal. Castellón, España.
- Maldonado-Aguirre L., J. Y F., E., De la Garza P. 2000. El Mezquite en México: Rasgos de Importancia Productiva y Necesidades de Desarrollo. En: Frías-Hernández J. T., V. Olalde-Portugal y E. J. Vernon-Carter (Eds). El Mezquite Árbol de Usos Múltiples. Estado actual del conocimiento en México. Universidad de Guanajuato, México. pp. 37-50.
- Mendoza-Grimón V., R. Rodríguez-Martín, J. R. Fernández V., M. P. Palacios D. y J. M. Hernández M. 2003. Estudio de la disponibilidad del fósforo y boro aportados por las aguas depuradas en la isla de Gran Canaria: metodología y resultados preliminares. Estudios de la zona no saturada del suelo. Vol VI.
- Ramírez, G. A. y García N. R. 2000. Caracterización de la Cuenca del Cerro Amoles en Cerano Guanajuato. Tesis Profesional de licenciatura. UACH. Chapingo México. 150 p.
- Rodríguez T., S. Arruda, F. Cleidson, F. Machado y L. Arnaldo. 2006. Produtividade de
  - de milho e de Feijoo consorciados adubados con diferentes formas de lodo de esgoto. Revista de la Ciencia del Solo y Nutrición Vegetal. 6(1): 52-63.
  - Ramos B., R., L. Cajuste J., R. Flores R., C. García E.N. 2001. Metales pesados, sales y sodio en suelos de chinampa en México. Agrociencia. 35:385-395.
  - Ríos-Saucedo, J. C., Rivera-González, M., Valenzuela-Núñez, L. M., Trucios-Caciano, R., y Rosales-Serna, R. 2012. Diagnóstico de las reforestaciones de mezquite y métodos para incrementar su sobrevivencia en Durango, México. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas, 11(2): 63-67.
  - Sampayo-Maldonado, S., Silva-Serna, M. M., De la Garza-Caballero, M., y González-Quintero J. 2011. Establecimiento de plantaciones comerciales de mezquite (*Prosopis glandulosa*), en Tamaulipas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noreste Campo Experimental Río Bravo. Desplegable para Productores Núm. 14.
  - Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio muestreo y análisis. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial, Segunda Sección. México D. F. 85 p.
  - Simonete, M., J. Kiehl y T. Andrade. 2003. Efeito do lodo de esgoto em Argissolo e no crescimento e nutrição de milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira 38(10): 1187-1195.
  - Zamora, F., N. Rodríguez, D. Torres y H. Yendis. 2008. Efecto del riego con aguas residuales sobre propiedades químicas de suelos de la planicie de Coro, Estado Falcón. Bioagro 20(3):193-199. ISSN 1316-3361.