



Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente

ISSN: 2007-3828

rforest@correo.chapingo.mx

Universidad Autónoma Chapingo
México

Román-Miranda, María L.; Martínez-Rosas, Luis A.; Mora-Santacruz, Antonio; Torres-Morán, Pablo;
Gallegos-Rodríguez, Agustín; Avendaño-López, Adriana
Leucaena lanceolata S. Watson ssp. lanceolata, ESPECIE FORESTAL CON POTENCIAL PARA SER
INTRODUCIDA EN SISTEMAS SILVOPASTORILES

Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, vol. 19, núm. 1, enero-abril, 2013, pp.
103-114

Universidad Autónoma Chapingo
Chapingo, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62926254008>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

***Leucaena lanceolata* S. Watson ssp. *lanceolata*,
ESPECIE FORESTAL CON POTENCIAL PARA SER
INTRODUCIDA EN SISTEMAS SILVOPASTORILES**

***Leucaena lanceolata* S. Watson ssp. *lanceolata*, FOREST SPECIES WITH
POTENTIAL TO BE SUBMITTED IN SYLVOPASTORAL SYSTEMS**

María L. Román-Miranda^{1*}; Luis A. Martínez-Rosas¹; Antonio Mora-Santacruz¹;
Pablo Torres-Morán²; Agustín Gallegos-Rodríguez¹; Adriana Avendaño-López³

¹Departamento de Producción Forestal, ²Departamento de Desarrollo Rural Sustentable, ³Departamento Agrícola, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), Universidad de Guadalajara. km 15.5 Carretera Guadalajara-Nogales.

Correo-e: romanmarleo@yahoo.com (* Autor para correspondencia).

RESUMEN

La utilización de especies forestales en los sistemas de producción agropecuaria contribuye a reducir la presión en los bosques naturales y se pueden incorporar en áreas no arboladas. El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad nutritiva, germinación, desarrollo de plántula en vivero y diversidad de usos de *Leucaena lanceolata* S. Watson ssp. *lanceolata*. El material comestible y las semillas se colectaron en Tomatlán, Jalisco. Se realizaron análisis bromatológicos, pruebas de escarificación y evaluación de plántula en vivero sobre tres suelos con diferente pH. El experimento se analizó en un diseño completamente al azar con comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$). Además, se hicieron entrevistas a productores, una revisión bibliográfica y consulta de ejemplares en los herbarios para conocer los usos locales y potenciales de la especie. Los resultados indican alto contenido de materia seca (97.40 %) y proteína cruda (29.05 %), mayor germinación en los tratamientos térmicos, mejor desarrollo de la plántula en el suelo ligeramente ácido (6.57) y la diversidad de usos incluye leña, forraje y madera, entre otros. Por el alto valor nutritivo y diversidad de usos en el medio rural, *L. lanceolata* representa una opción viable para utilizarse en sistemas silvopastoriles del trópico seco.

PALABRAS CLAVE: escarificación, materia seca, proteína cruda, pH, diversidad de usos.

ABSTRACT

The usefulness of forest species in agricultural production systems is an option that helps to reduce the pressure in natural forests; they can also be used in treeless areas. The aim of this study was to evaluate the nutritional quality, germination, development of seedlings grown in nursery and variety of uses of *Leucaena lanceolata* S. Watson ssp. *lanceolata*. Edible material and seeds were collected in Tomatlán, Jalisco. Bromatologic analyses, scarification tests and the evaluation of seedlings grown in nursery using three soils with different pH values were performed. The experimental design was completely randomized, with Tukey ($P \leq 0.05$) test for media comparison. A survey study, bibliographical revision and review of specimens in the herbariums were used to know the local and potential diversity of uses of this specie. Results show high content of dry matter (97.40 %) and crude protein (29.05 %), greater germination using heat treatments, better seedling development in slightly acid soil (6.57) and the diversity of uses including firewood, forage and timber among others. *L. lanceolata* represents a viable option to be used in dry tropical silvopastoral systems due to the high nutritional value and the diversity of uses in rural areas.

KEYWORDS: scarification, dry matter, crude protein, pH and diversity of uses.



Recibido: 27 de septiembre de 2011
Aceptado: 01 de febrero de 2013
doi: 10.5154/r.rchscfa.2011.09.070
<http://www.chapingo.mx/revistas>

INTRODUCCIÓN

La necesidad de producir alimentos para una población en constante crecimiento ocasiona que grandes áreas de bosques y selvas se eliminen y se pierda la biodiversidad en estos ecosistemas. En estas áreas existen especies arbóreas y arbustivas con potencial para contribuir con la economía de los productores del medio rural. Al respecto, Niembro (1996) mencionó que los árboles y arbustos, debido a los numerosos productos y beneficios que proporcionan, representan un patrimonio importante para todos los habitantes de la tierra.

Las especies arbóreas y arbustivas son recursos valiosos en la alimentación animal y fauna silvestre. El uso de dichas especies representa una opción en sistemas de producción agropecuaria para no depender de los concentrados (Brewbaker & Sorenson, 1990). Una de las especies más utilizadas es *Leucaena leucocephala*, mejor conocida como guaje. Sin embargo, la especie tiene un crecimiento inicial lento; es susceptible al ataque del psílido *Heteropsylla cubana*; presenta algunas desventajas en el establecimiento debido a la latencia de las semillas causada por la presencia de una cutícula impermeable al agua y al oxígeno (González, Reino, & Machado, 2009; Sánchez & Ramírez-Villalobos, 2006); y presenta limitaciones para su desarrollo en suelos ácidos (Argel, Lascano, & Ramírez 1998; Román et al., 2008; Shelton, 1998). Por otro lado, existen otras arbóreas como el guajillo (*Leucaena lanceolata* ssp. *lanceolata*), presente en los agostaderos, la cual posee alto contenido de proteína (García et al., 2008; García, Wencomo, Medina, Moratinos, & Cova 2009; Román, Mora, & Gallegos 2004). Asimismo, *L. lanceolata* es reconocida por los productores, por sus múltiples usos y se ha utilizado en plantaciones mixtas para la restauración de suelos, obteniendo la mejor respuesta en supervivencia (Suárez, 2011). Con *L. lanceolata* se obtienen cantidades importantes de materia seca (496 g) con respecto a *L. leucocephala* (126 g) (Medina, 2000). Sin embargo, otros aspectos agronómicos de *L. lanceolata* para un manejo más tecnificado se desconocen. Por tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la calidad nutritiva de *L. lanceolata*, porcentaje de germinación, desarrollo de plántulas en vivero en suelos con diferente pH y la diversidad de usos en el medio rural.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio

El material comestible; frutos, semilla y follaje, se colectaron en una selva mediana subcaducifolia de la costa de Jalisco en el municipio de Tomatlán, entre las coordenadas geográficas 19° 55' N y 105° 06' W, a una altitud de 200 m. El clima de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificado por García (1987), es cálido subhúmedo con lluvias en verano $Aw_1(w)$, con precipitación pluvial anual de 1,000 a 1,500 mm y temperatura media anual de 26.9 °C.

INTRODUCTION

The need to produce food for a growing population provokes that large areas of forests disappear and thereby the biodiversity in these ecosystems. In this area there are arboreal and shrub species with potential to contribute with the economy of rural farmers. In this regard, Niembro (1996) mentioned that trees and shrubs represent an important heritage for all the inhabitants on earth due to the numerous products and benefits provided by these species.

Arboreal and shrub species are valuable resources for animal nutrition and wildlife. To use these species in farming production system is an option not to depend on concentrates (Brewbaker & Sorenson, 1990). *Leucaena leucocephala*, better known in Mexico as *guaje*, is one of the most used species. However, this species has a slow initial growth; it is susceptible to the attack of psyllid *Heteropsylla cubana*; this species shows some disadvantages due to the latency of the seeds provoked by the presence of a waterproof and oxygen-proof cuticle (González, Reino, & Machado, 2009; Sánchez & Ramírez-Villalobos, 2006); and has limitations to develop in acid soils (Argel, Lascano, & Ramírez 1998; Román et al., 2008; Shelton, 1998). Moreover, there are other arboreal species such as the *Leucaena lanceolata* ssp. *lanceolata* present on rangelands, which has a high content of protein (García et al., 2008; García, Wencomo, Medina, Moratinos, & Cova 2009; Román, Mora, & Gallegos 2004). Furthermore, *L. lanceolata* is known by farmers for its diversity of uses, and this species has been used in mixed plantations for soil reforestation, having the best response in survival (Suárez, 2011). *L. lanceolata* produces significant amounts of dry matter (496 g) compared to *L. leucocephala* (126 g) (Medina, 2000). However, other agronomic aspects of *L. lanceolata* for a more technological management are unknown. Therefore, the aim of this study was to evaluate the nutritional quality, germination percentage, the development of seedlings grown in nursery using soils with different pH values and the diversity of uses of *L. lanceolata* in rural areas.

MATERIALS AND METHODS

Study area

The edible material; fruits, seeds and foliage were collected in a medium subdeciduous forest on the coast of Jalisco in Tomatlán, between the geographical coordinates 19° 55' N y 105° 06' W, at an altitude of 200 m. The weather according to the Köppen classification modified by García (1987), is warm subhumid with summer rains $Aw_1(w)$, with annual rainfall of 1,000 to 1,500 mm and annual mean temperature of 26.9 °C.

Scarification test of *L. lanceolata* seeds

This test was performed in the seed testing laboratory and greenhouse of the Department of Agricultural Production

Prueba de escarificación de las semillas de *L. lanceolata*

La prueba se realizó en el laboratorio de análisis de semillas y en el invernadero del Departamento de Producción Agrícola del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), Universidad de Guadalajara.

El efecto de tres tratamientos físicos fue evaluado: 1) Inmersión en agua a 80 °C por 3 min (TTE); 2) Imbibición en agua a temperatura ambiente por 24 h (TR24) y 3) Choque térmico, que consistió en sumergir las semillas en agua a 80 °C aproximadamente durante 3 min, en forma inmediata se sumergieron en agua a 1-2 °C por 3 min, dejándolas en remojo en agua común a temperatura ambiente por 24 h (TCHT). También se tuvo un tratamiento testigo (TTES). Posteriormente, se realizó una prueba de germinación en papel. Para ello, se utilizaron 100 semillas distribuidas en cuatro repeticiones de 25 semillas (International Seed Testing Association [ISTA], 1999; Poulsen & Stubsgaard, 2000). El porcentaje de germinación se determinó para cada tratamiento.

Desarrollo de las plántulas de *L. lanceolata* en vivero

En esta prueba se utilizaron semillas previamente escarificadas con el tratamiento de choque térmico. El desarrollo de plántulas en vivero se evaluó en tres tratamientos con suelos de diferente pH (T1: 6.57, T2: 4.68 y T3: 5.46). El sustrato utilizado para T1 fue tierra de La Quebrada, municipio de Tomatlán, Jal., sitio donde se colectó la semilla, situado en las coordenadas geográficas 19° 55' N y 105° 06' W y tierra agrícola de campos del CUCBA. Para T2, la tierra fue colectada en las coordenadas 20° 44' 41" N y 103° 30' 48" W y, finalmente, para T3, la tierra se colectó en 20° 44' 42" N y 103° 30' 50" W. Todos los suelos fueron de textura franco-arenosa.

Las plántulas se trasplantaron en macetas con una capacidad de 11.74 L y se colocaron al azar en un invernadero donde se evaluaron cada mes, durante siete meses (octubre de 2004-mayo de 2005). Cada tratamiento tuvo tres repeticiones con 10 unidades a evaluar. El riego se realizó tres veces por semana a capacidad de campo con agua común clasificada como buena, con pH de 6.77.

Las variables evaluadas fueron altura de la planta (cm), número de folíolos y diámetro del tallo al cuello de la raíz (mm). Al finalizar el periodo de siete meses, se realizaron mediciones sobre longitud de raíz (cm), altura de la parte aérea (cm), peso fresco (g), peso seco (g), número de nódulos en la raíz y producción total de materia seca (g).

Composición química de *L. lanceolata*

Una de las características a evaluar en una especie forrajera es su calidad nutritiva, factor importante para el manejo en la alimentación animal. Al respecto se realizaron análisis

of the University Center for Biological and Agricultural Sciences (CUCBA) of the Universidad de Guadalajara.

The effect of three physical treatments was assessed: 1) Immersion in water at 80 °C for 3 min (TT); 2) Imbibition in water at room temperature for 24 h (T24) and 3) Thermal shock, which consisted of immersing the seeds in water at about 80 °C for 3 min, immediately immersed in water at 1-2 °C for 3 min, the seeds were left in tap water at room temperature for 24 h (TS). A control treatment (CT) was also carried out. Then a germination test in paper was performed. Therefore, 100 seeds were used and distributed in four repetitions of 25 seeds (International Seed Testing Association [ISTA], 1999; Poulsen & Stubsgaard, 2000). The germination percentage for each treatment was determined.

Development of *L. lanceolata* seedlings in nursery

Seeds previously scarified with thermal shock treatment were used in this test. The development of seedlings grown in nursery was evaluated in treatments using three soils with different pH values (T1: 6.57, T2: 4.68 and T3: 5.46). The substrate used for T1 was soil collected from La Quebrada, Tomatlán, Jal., site where the seed was also harvested, located at the coordinates 19° 55' N and 105° 06' W and agricultural land of the fields at the CUCBA. The soil for T2 was collected at the coordinates 20° 44' 41" N and 103° 30' 48" W and, finally, the soil for T3 was collected at the coordinates 20° 44' 42" N and 103° 30' 50" W. All soils had a loamy sandy texture.

Seedlings were transplanted into 11.74 L pots and were placed randomly in a greenhouse; these seedlings were evaluated each month, for 7 months (October 2004-May 2005). Each treatment had three replications with 10 units to be evaluated. Irrigation was performed three times per week to field capacity using tap water, which was considered of good quality with a pH of 6.77.

Plant height (cm), number of leaflets and diameter from the stem to the root collar (mm) were the variables assessed. Measurements on root length (cm), height of the aerial part (cm), fresh weight (g), dry weight (g), number of nodules on the root and dry matter total production (g) were carried out at the end of the seven month period.

Chemical composition of *L. lanceolata*

One of the characteristics to evaluate in forage species is its nutritional quality, important factor for the management in animal feed. In this regard, bromatologic analyses were performed (Association of Official Analytical Chemists [AOAC], 1990) to determine dry matter content (DM) and crude protein (CP), which are the most important parameters. The edible material collected in the field was used in these tests: 500 g of fruits, leaves and not lignified twigs smaller than 4 mm, and 10 seedlings from each one of the

bromatológicos (Association of Official Analytical Chemists [AOAC], 1990) para determinar contenidos de materia seca (MS) y proteína cruda (PC), que son los parámetros de mayor relevancia. En estas pruebas se utilizó el material comestible colectado en campo: 500 g tanto de frutos, como de hojas y ramillas no lignificadas menores de 4 mm, además de 10 plántulas obtenidas de cada uno de los tratamientos del experimento anterior. La altura de las arbóreas, donde se realizó la colecta de material comestible en campo, fue de 3 a 4 m. El material fue trasladado en bolsas en una hielera. Posteriormente se depositó en bolsas de papel debidamente etiquetadas y colocadas en una estufa a 60 °C hasta obtener un peso constante, para realizar los análisis de MS y PC. Los frutos se colectaron completamente maduros. La materia seca de cada una de las muestras fue molida utilizando un molino de martillos tipo Thomas Willey (Laboratory Mill Modelo 4, Arthur H. Thomas Company, Philadelphia, PA, USA) con una criba de 2 mm.

Diversidad de usos de *L. lanceolata*

Los usos de esta especie se basaron en revisiones bibliográficas, entrevistas informales a productores de la zona de estudio y consultas de las existencias de esta especie en los herbarios MEXU (Universidad Nacional Autónoma de México) (322 ejemplares), IBUG (Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara) (27 ejemplares) y XAL (Instituto de Ecología de Xalapa, Veracruz) (23 colectas).

Diseño experimental

El análisis estadístico de los datos obtenidos en la prueba de desarrollo de plántulas se realizó mediante el análisis de varianza (ANOVA) para un diseño experimental completamente al azar. En el caso de la prueba de escarificación fue necesario transformar el porcentaje de germinación con la función arco seno, para determinar diferencia entre tratamientos. La comparación de medias se hizo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). Se hicieron estimaciones de diferentes indicadores de crecimiento de las plántulas de *L. lanceolata* mediante t de Student con un intervalo de confianza del 95 %. Los análisis se hicieron con el paquete estadístico Minitab 14.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Prueba de escarificación de las semillas de *L. lanceolata*

En el Cuadro 1 se presentan los porcentajes de germinación obtenidos con los tratamientos físicos. Los valores más altos se obtuvieron en los tratamientos de agua caliente (TTE) y choque térmico (TCHT), 77 y 79 %, respectivamente ($P < 0.001$). Ambos tratamientos propiciaron el ablandamiento de la capa protectora de la semilla o testa, que no permite la entrada de oxígeno, luz y agua para el crecimiento del embrión (Rodríguez, Eguiarte, & Hernández, 1985). Estos resultados coinciden con Hermosillo et al. (2008), quienes obtuvieron

CUADRO 1. Porcentaje de germinación de 100 semillas de *L. lanceolata* S. Watson ssp. *lanceolata* bajo diferentes métodos de escarificación.

TABLE 1. Germination percentage of 100 *L. lanceolata* S. Watson ssp. *lanceolata* seeds under different scarification methods.

Tratamiento / Treatments	% de germinación / % of germination
TTE	77 ^a
TR24	27 ^b
TCHT	79 ^a
TTES	27 ^b

TTE: Inmersión en agua a 80 °C por 3 min, TR24: Imbibición en agua a temperatura ambiente por 24 h, TCHT: Choque térmico (inmersión en agua a 80 °C por 3 min, posteriormente, inmersión en agua a 1-2 °C por 3 min), TTES: Tratamiento testigo.

^{a,b} Distinta literal significa diferencia estadísticamente significativa de acuerdo con la prueba de Tukey ($P < 0.001$).

TT: Immersion in water at 80 °C for 3 min, T24: Imbibition in water at room temperature for 24 h, TS: thermal shock (immersion in water at 80 °C for 3 min, CT: immersion in water at 1-2 °C for 3 min), CT: control treatment. ^{a,b} Different letter means statistically significant difference according to the Tukey test ($P < 0.001$).

treatments of the previous experiment. Tree height, where the field collection of edible material was performed was 3 to 4 m. This material was transported in bags inside a cooler. Later, this material was set in paper bags with labels, and placed in an oven at 60 °C until reaching a constant weight to perform the DM and CP analyses. The fully ripe fruits were collected. The dry matter of each sample was ground using a Thomas Willey hammer mill (Laboratory Mill Model 4, Arthur H. Thomas Company, Philadelphia, PA, USA) with a 2 mm sieve.

Diversity of uses of *L. lanceolata*

The uses of this species were based on literature reviews, informal interviews with farmers from the study area and queries of the presence of this species in the MEXU herbaria (Universidad Nacional Autónoma de México) (322 specimens), IBUG (Instituto de Botánica, de la Universidad de Guadalajara) (27 specimens) and XAL (Instituto de Ecología de Xalapa, Veracruz) (23 specimens).

Experimental design

The data statistical analysis from the seedling development test was carried out using the analysis of variance (ANOVA) for a completely randomized design. In the case of the scarification test, it was necessary to transform the germination percentage using the arcsine function to determine the difference between treatments. Mean comparison was carried out using the Tukey test ($P \leq 0.05$). Estimates of different growth indicators of *L. lanceolata* seedlings were performed using the Student's t-test with a confidence interval of 95 %. These analyses were carried out using the statistical software Minitab 14.0.

valores de germinación de 80 % cuando utilizaron tratamientos térmicos y hasta de 100 % cuando las semillas fueron expuestas a tratamientos térmicos y a 600-2,300 mg·L⁻¹ de AG₃. Sin embargo, cuando se utilizó el tratamiento térmico únicamente, los valores fueron muy similares a los de TCHT, 80 y 79 %, respectivamente. En algunos casos existen también problemas de dormancia tal como lo indican González et al. (2009). Otros trabajos reportados, entre ellos el de Alexander y Sánchez (2002), confirman que se obtienen niveles altos de germinación al someter la semilla de *L. leucocephala* en agua caliente a altas temperaturas (80-100 °C) y al proceso de imbibición.

Desarrollo de las plántulas de *L. lanceolata* en vivero

Los trabajos realizados sobre *L. lanceolata* son escasos en la literatura, sobre todo, respecto al desarrollo de la planta en vivero. En este experimento, las plántulas se evaluaron en suelos de diferentes pH. En la Figura 1 se muestra la altura en los tres tratamientos presentando valores muy similares hasta los 100 días. A partir de este periodo, se tuvo una respuesta mayor para el T1 (pH: 6.57) en las últimas observaciones, seguido de T2 (pH: 4.68) el cual alcanzó una altura final similar a T1 a partir de los 180 días aproximadamente, sin diferencia estadística entre estos dos tratamientos ($P < 0.001$). El T3 (pH: 5.46) fue el que se mantuvo con los valores más bajos. Los valores de altura a los 215 días fueron bajos, debido probablemente al lugar en que se realizó el experimento (macetas en invernadero). Las condiciones experimentales fueron diferentes a las señaladas por Ramos-Quirarte, Aguirre, Medina, López, y Camarillo (2009). Estos autores evaluaron el crecimiento de cinco especies arbóreas en el suelo asociadas con pastos, entre ellas a *L. lanceolata*, la cual junto con *L. leucocephala* obtuvieron a los 116 días valores superiores a las otras arbóreas tanto en altura como en diámetro. La especie *L. lanceolata*, en asociación con

RESULTS AND DISCUSSION

Scarification test of *L. lanceolata* seeds

Table 1 shows the germination percentages from the physical treatments. Hot water treatment (TT) and thermal shock treatment (TS) had the highest values 77 and 79 %, respectively ($P < 0.001$). Both treatments led to the softening of the seed coating, which does not allow the entry of oxygen, light and water for the growth of the embryo (Rodríguez, Eguiarte, & Hernández, 1985). These results agree with Hermosillo et al. (2008), who had germination values of 80 % when they used thermal treatments and up to 100 % when seeds were exposed to thermal treatments and at 600-2,300 mg·L⁻¹ of AG₃. However, when they only used the thermal treatment, the results were very similar to those obtained in TS, 80 vs 79 %, respectively. In some cases there are also dormancy problems as shown by González et al. (2009). Other studies reported, including the study of Alexander and Sánchez (2002), confirm that high levels of germination are obtained by submitting the *L. leucocephala* seed in water at high temperatures (80-100 °C) and to the imbibition process.

Development of *L. lanceolata* seedlings in nursery

Studies carried out on *L. lanceolata* are scarce in literature, especially those concerning plant development in nursery. In the present study, seedlings were assessed using soils with different pH. Figure 1 shows the height in the treatments showing very similar values up to 100 days. From this time, T1 had a higher response (pH: 6.57) in the last observations, followed by T2 (pH: 4.68) which reached a final height similar to T1 after approximately 180 days with no statistical difference between these two treatments ($P < 0.001$). T3 (pH: 5.46) had the lowest values. At 215 days the height values were low, probably due to the place where the experiment was performed (pots in greenhouse). The experimental conditions were different to those reported by Ramos-Quirarte, Aguirre, Medina, López, and Camarillo (2009). These authors assessed the growth of five arboreal species in soil related to grasses, among them the *L. lanceolata*, which along with *L. leucocephala* at 116 days showed higher values than other arboreal species, both height and diameter. The species *L. lanceolata*, related to *Brachiaria brizantha*, had 188.37 cm high and 1.96 cm diameter and, related to *Cynodon plectostachyus*, 181.83 cm high and 2.09 cm diameter. However, it is important to mention that at the moment of transplanting, the seedlings of this species had heights of 23 a 34 cm, higher values compared to ours. Also the experiment of Ramos-Quirarte et al. (2009) had different climatic conditions in Nayarit, since our experiment was conducted in Zapopan, Jalisco, from October 2004 to May 2005, with temperatures below 5 °C in winter.

The evaluation of number of leaves was performed by counting the leaflets (compound leaves). Figure 2 shows that see-

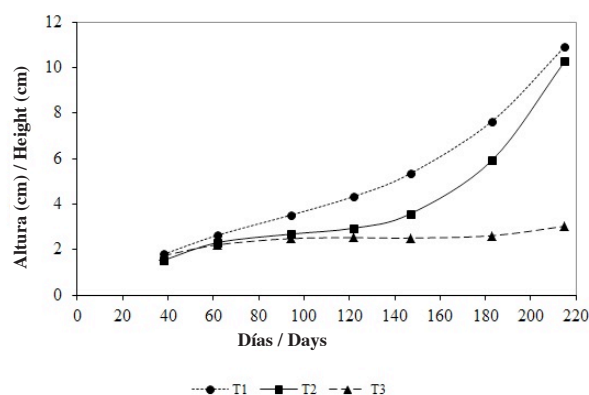


FIGURA 1. Altura de plántulas de *L. lanceolata* S. Watson ssp. *lanceolata* en suelos con diferente pH (T1: 6.57, T2: 4.68 y T3: 5.46).

FIGURE 1. Height of *L. lanceolata* S. Watson ssp. *lanceolata* seedlings in soils with different pH (T1: 6.57, T2: 4.68 and T3: 5.46).

Brachiaria brizantha, obtuvo 188.37 cm de altura y 1.96 cm de diámetro y, en asociación con *Cynodon plectostachyus*, 181.83 cm de altura y 2.09 cm de diámetro. Sin embargo hay que considerar que al momento del trasplante, las plántulas de dichas especies contaban con alturas de 23 a 34 cm, siendo estos valores muy superiores a los nuestros. También el experimento de Ramos-Quirarte et al. (2009) tuvo diferentes condiciones climáticas en el estado de Nayarit, ya que nuestro experimento se realizó en Zapopan, Jalisco, en octubre de 2004 a mayo de 2005, desarrollándose temperaturas inferiores de 5 °C en el invierno.

La evaluación del número de hojas se realizó contando los foliolos (hojas compuestas). En la Figura 2 se observa que la mayor cantidad de foliolos se registró en las plántulas del T1, con diferencia estadística ($P < 0.001$) respecto al resto de los tratamientos. La tendencia fue muy marcada a partir de los 62 días, en relación con los T2 y T3 que tuvieron una cantidad menor de foliolos, ambos con tendencia muy similar. Al respecto, Medina (2000) señaló que existe un mayor potencial de producción de hoja de *L. lanceolata* con respecto a *L. leucocephala* con valores de la relación hoja:tallo de 5.844 y 2.242, respectivamente, para cada una de las especies.

Las evaluaciones del diámetro se realizaron a partir de los 120 días, debido al tamaño pequeño de la planta que dificultaba las mediciones. En la Figura 3 se observa que el mayor crecimiento se tuvo en el tratamiento T1 presentando diferencia estadística con los demás tratamientos ($P < 0.001$).

Longitud de raíz, producción de materia seca total y número de nódulos de *L. lanceolata*

En el Cuadro 2 se presentan los indicadores de crecimiento de *L. lanceolata* en suelos con diferente pH (T1: 6.57, T2: 4.68 y T3: 5.46). Los valores de longitud de la raíz en los tratamientos T1 y T3 fueron similares. En otras variables como peso seco tanto en la raíz como en la parte aérea, así como MS total, los valores de T1 y T2 fueron parecidos. La longitud de la raíz y altura de la parte aérea fueron más altos con el T2, con 11.76 y 17.37 cm, respectivamente. Sin embargo, en las demás variables como peso fresco de la raíz, peso fresco de la

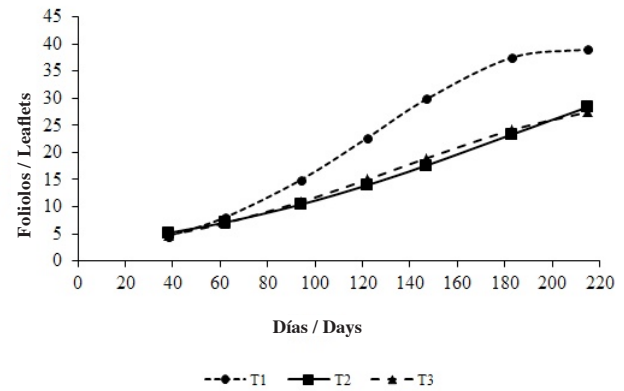


FIGURA 2. Número de foliolos de *L. lanceolata* S. Watson ssp. *lanceolata* en suelos con diferente pH (T1: 6.57, T2: 4.68 y T3: 5.46).

FIGURE 2. Number of leaflets of *L. lanceolata* S. Watson ssp. *lanceolata* in soils with different pH (T1: 6.57, T2: 4.68 and T3: 5.46).

dlings of T1 had the greatest number of leaflets, with significant difference ($P < 0.001$) compared to other treatments. The tendency was very strong after 62 days, in relation to T2 and T3 which had a lower number of leaflets, both with a very similar tendency. In this regard, Medina (2000) noted that there is a greater potential of production of *L. lanceolata* leaf compared to *L. leucocephala* with values of the ratio leaf:stem of 5.844 and 2.242, respectively for each one of the species.

Diameter assessments were carried out after 120 days, since it was difficult to perform measurements due to the small size of the plant. Figure 3 shows that T1 had the highest growth having statistical difference ($P < 0.001$) compared to the rest of the treatments.

Root length, total dry matter production and number of nodules of *L. lanceolata*

Table 2 shows the growth indicators of *L. lanceolata* in soils with different pH (T1: 6.57, T2: 4.68 and T3: 5.46). The values of root length in treatments T1 and T3 were similar. Other variables such as root dry weight and aerial part dry

CUADRO 2. Indicadores de crecimiento de 10 plántulas de *L. lanceolata* S. Watson ssp. *lanceolata* en suelos con diferente pH (T1: 6.57, T2: 4.68 y T3: 5.46).

Indicadores de Crecimiento	Tratamientos		
	T ₁	T ₂	T ₃
Longitud de la raíz (cm)	9.51 ± 2.74	11.76 ± 2.22	9.15 ± 2.29
Altura de la parte aérea (cm)	15.27 ± 2.86	17.37 ± 4.45	8.90 ± 3.38
Peso fresco de la raíz (g)	10.10 ± 2.50	6.04 ± 2.41	2.79 ± 1.79
Peso fresco de la parte aérea (g)	5.71 ± 1.01	5.48 ± 1.86	1.96 ± 0.81
Peso seco de la raíz (g)	2.69 ± 0.62	2.04 ± 0.93	0.80 ± 0.56
Peso seco de la parte aérea (g)	2.18 ± 0.43	2.14 ± 0.83	0.75 ± 0.36
Materia seca total (g)	4.87 ± 0.99	4.18 ± 1.72	1.55 ± 0.90
Nódulos	31.80 ± 13.17	13.60 ± 11.15	27.1 ± 11.69

± Error estándar para n = 10. Intervalos de confianza al 95 % mediante t de Student.

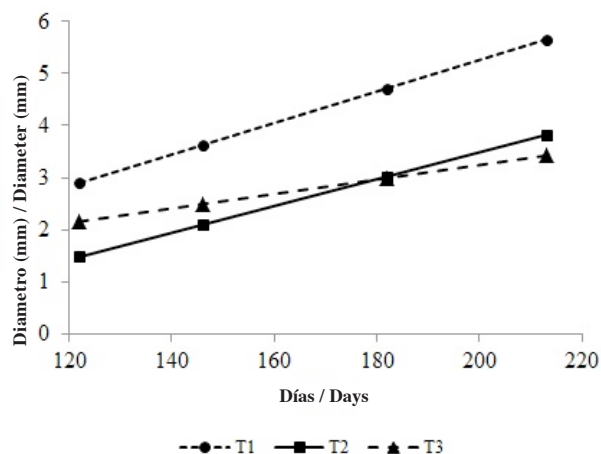


FIGURA 3. Diámetro de las plántulas de *L. lanceolata* S. Watson ssp. *lanceolata* en suelos con diferente pH (T1: 6.57, T2: 4.68 y T3: 5.46).

FIGURE 3. Diameter of *L. lanceolata* S. Watson ssp. *lanceolata* seedlings in soils with different pH (T1: 6.57, T2: 4.68 and T3: 5.46).

parte aérea, peso seco de la raíz, peso seco de la parte aérea y materia seca total, los mejores resultados se obtuvieron con el T1 con 10.09, 5.71, 2.69, 2.18 y 4.87 g, respectivamente. Rincón, Gallardo, Leal, y Rojas (2003) realizaron un estudio con la leguminosa *Acacia mangium* evaluando el efecto de la relación calcio/fósforo sobre el crecimiento y producción de nódulos aplicando diferentes relaciones de dichos elementos (10:1, 31:1, 44:1 y 135:1) a partir de suelo encalado y sin encalar a los 45, 90 y 135 días. Los mejores resultados se obtuvieron con la relación calcio/fósforo de 10:1 (suelo sin encalar y con aplicación de fósforo) con valores, a los 135 días, de 27 cm de altura y 2.32 g de materia seca de la parte aérea. Únicamente, los valores de altura fueron superiores a los de nuestro estudio y similares en producción de materia seca aérea. Cabe aclarar que en nuestro estudio, las plantas no fueron fertilizadas. Ferrer et al. (2003) evaluaron el crecimiento de plántulas de *L. leucocephala* y *Pithecellobium dulce* obteniendo valores medios de altura para *Leucaena* (7.96 cm) inferiores a los encontrados en este estudio. Sin embargo, el tiempo en que se realizaron estas observaciones se desconoce.

weight, and total DM, had similar values in T1 and T2. Root length and the height of the aerial part were higher in T2, 11.76 and 17.37 cm, respectively. However, other variables such as root fresh weight, aerial part fresh weight, root dry weight, aerial part dry weight and total dry matter showed the best results in T1, 10.09, 5.71, 2.69, 2.18 and 4.87 g, respectively. Rincón, Gallardo, Leal, and Rojas (2003) performed a study of the legumine *Acacia mangium* assessing the effect of the ratio calcium/phosphorus on growth and nodules production using different ratios of these elements (10:1, 31:1, 44:1 and 135:1) from limed and unlimed soils at 45, 90 and 135 days old. The best results were obtained with the ratio calcium/phosphorus of 10:1 (unlimed soil and phosphorus) with values, at 135 days, 27 cm high and 2.32 g aerial part dry matter. Only, the height values were higher than those in our study and similar in production of aerial dry matter. It is important to mention that in our study, plants were not fertilized. Ferrer et al. (2003) assessed the growth of *L. leucocephala* and *Pithecellobium dulce* seedlings obtaining mean height values for *Leucaena* (7.96 cm) lower to those found in the present study. However, it is unknown when these observations were performed.

The nodules production was higher in T1 (31.8) after seven months. Sánchez and Urdaneta (1997) reported nodules produced by *L. leucocephala* in plants with more than five years, from two plots with different managements, planted in the same soil, with relatively low natural fertility and a pH of 5.15. Some plants were inoculated with *Rhizobium* and other uninoculated plants were used for one year. The inoculated plants had an average of 20 nodules in contrast to the uninoculated plants which had 11 nodules; these values were lower to those found in the study of *L. lanceolata*, where the seed was not inoculated. Moreover, Rincón et al. (2003) also evaluated the production of nodules of *A. mangium* in relation to the elements Ca and P, having similar values (26.5) compared with T3 (27.1), but lower compared with T1(31.8).

Chemical composition of *L. lanceolata*

Tables 3 shows the chemical composition of the edible material analyzed, which shows high content of DM and CP com-

TABLE 2. Growth indicators of 10 *L. lanceolata* S. Watson ssp. *lanceolata* seedlings using soils with different pH (T1: 6.57, T2: 4.68 and T3: 5.46).

Growth indicators	Treatments		
	T ₁	T ₂	T ₃
Root length (cm)	9.51 ± 2.74	11.76 ± 2.22	9.15 ± 2.29
Height of the aerial part(cm)	15.27 ± 2.86	17.37 ± 4.45	8.90 ± 3.38
Root fresh weight (g)	10.10 ± 2.50	6.04 ± 2.41	2.79 ± 1.79
Aerial part fresh weight (g)	5.71 ± 1.01	5.48 ± 1.86	1.96 ± 0.81
Root dry weight (g)	2.69 ± 0.62	2.04 ± 0.93	0.80 ± 0.56
Aerial part dry weight(g)	2.18 ± 0.43	2.14 ± 0.83	0.75 ± 0.36
Total dry matter (g)	4.87 ± 0.99	4.18 ± 1.72	1.55 ± 0.90
Nodules	31.80 ± 13.17	13.60 ± 11.15	27.1 ± 11.69

± Standard error for n = 10. Confidence intervals at 95 % by the Student's t-test.

CUADRO 3. Composición química de material comestible de *L. lanceolata* S. Watson ssp. *lanceolata*.

Parte de la planta	MS (%)	PC (%)	GC (%)	FC (%)	ELN (%)
Follaje	94.81	29.05	1.68	20.40	36.44
Frutos	95.13	23.90	1.59	28.21	31.96
Hojas y frutos	97.40	17.52	1.66	17.43	61.85
Semilla	93.79	24.39	3.28	18.57	49.53
Plántula T ₁	92.60	20.06	3.35	13.59	52.47
Plántula T ₂	93.06	19.55	0.46	18.69	55.42
Plántula T ₃	93.01	19.79	2.65	17.92	51.84

MS = Materia seca, PC = Proteína cruda, GC = Grasa cruda, FC = Fibra cruda, ELN = Extracto libre de nitrógeno. T1: Suelo con pH 6.57, T2: Suelo con pH 4.68, T3: Suelo con pH 5.46.

TABLE 3. Chemical composition of edible matter of *L. lanceolata* S. Watson ssp. *lanceolata*.

Plant part	DM (%)	CP (%)	CF (%)	CF (%)	NFE (%)
Foliage	94.81	29.05	1.68	20.40	36.44
Fruits	95.13	23.90	1.59	28.21	31.96
Leaves and fruits	97.40	17.52	1.66	17.43	61.85
Seeds	93.79	24.39	3.28	18.57	49.53
Seedling T ₁	92.60	20.06	3.35	13.59	52.47
Seedling T ₂	93.06	19.55	0.46	18.69	55.42
Seedling T ₃	93.01	19.79	2.65	17.92	51.84

DM = Dry matter, CP = Crude protein, CF = Crude fat, CF = Crude fiber, NFE = Nitrogen-free extract. T1: Soil with pH 6.57, T2: Soil with pH 4.68, T3: Soil with pH 5.46.

La producción de nódulos fue mayor con el T1 (31.8) después de siete meses. Sánchez y Urdaneta (1997) reportaron nódulos producidos por *L. leucocephala* en plantas con más de cinco años de establecidas, procedentes de dos parcelas con manejos diferentes, plantadas en un mismo suelo, con fertilidad natural relativamente baja y un pH de 5.15. Algunas plantas se inocularon con *Rhizobium* y otras se utilizaron sin inocular durante un año. Las plantas inoculadas tuvieron en promedio 20 nódulos a diferencia de las no inoculadas que presentaron 11 nódulos, siendo estos valores inferiores a los encontrados en este estudio para *L. lanceolata*, donde la semilla no fue inoculada. Asimismo, Rincón et al. (2003) también evaluaron la producción de nódulos de *A. mangium* con relación a los elementos Ca y P, obteniendo valores similares (26.5) al T3 (27.1), pero inferiores (26.5) al T1 (31.8).

Composición química de *L. lanceolata*

En el Cuadro 3 se muestra la composición química del material comestible analizado, el cual presenta altos contenidos de MS y PC comparados con otros estudios. García et al. (2008) evaluaron 17 accesiones de *Leucaena* divididas en tres grupos: I) accesiones de *L. diversifolia* y *L. esculenta*, II) accesiones de *L. leucocephala* y *L. glauca*, III) accesiones de *L. lanceolata*. Este último grupo presentó los valores más altos de MS (26.76 %) y PC (25.86 %), pero fueron inferiores a los encontrados en este estudio. Cabe señalar que las muestras de follaje, plántulas y hojas se secaron previamente en una estufa y posteriormente se realizaron los análisis bromatológicos, lo cual probablemente influyó en los valores

pared to other studies. García et al. (2008) assessed 17 accessions of *Leucaena* divided into three groups: I) accessions of *L. diversifolia* and *L. esculenta*, II) accessions of *L. leucocephala* and *L. glauca*, III) accessions of *L. lanceolata*. This last group had the highest DM (26.76 %) and CP (25.86 %) values, but lower to those found in the present study. It is important to note that foliage, seedlings and leaves samples were previously dried using an oven and then the bromatological analyses were performed, which probably provoked such high values of dry matter. However, in a study carried out in Nayarit with samples took from saline and non-saline soil also reported high content of DM; 98.32 % in leaves, and 97.41 % in stems in saline conditions, and 95.91 and 94.57 % in leaves and stems, respectively, in non-saline conditions (Medina, 2000). In this regard, Palma (2006) also reported high values of DM in fruits of *Guazuma ulmifolia* (94.8 %) and *Brosimum alicastrum* (98 %). On the other hand, García et al. (2009) showed that 53 accessions of *Leucaena* were grouped. In that study, *L. lanceolata* was grouped along with *L. leucocephala*, showing the best nutritional quality compared to *L. macrophylla*, *L. diversifolia* and *L. esculenta*, with values of 23.57 % DM and 25.58 % CP. The edible material analyzed consisted of young leaves and stems (5 mm lower diameter and 90 days old). These authors noted that it is uncertain to attribute the variation to the conditions prevailing in the study area due to the scarce information on the phytochemical characteristics of the accessions assessed, mainly of *L. macrophylla*, *L. lanceolata* and *L. esculenta*. Medina (2000) also reported low levels of protein in stem and leaves, 5.27 and 17.27 %, respectively, in non-saline soils. Similarly, Stewart and Dunsdon (1998)

tan altos de materia seca. Sin embargo, en un estudio realizado en Nayarit con muestras tomadas de suelo salino y no salino también se reportan altos contenidos de MS; 98.32 % en hojas y 97.41 % en tallos en condiciones salinas, y 95.91 y 94.57 % en hojas y tallos, respectivamente, en condiciones no salinas (Medina, 2000). Al respecto, Palma (2006) también reportó valores altos de MS en frutos de *Guazuma ulmifolia* (94.8 %) y *Brosimum alicastrum* (98 %). Por otro lado, García et al. (2009) indicaron que en un estudio se agruparon 53 accesiones de *Leucaena*. En dicho estudio, *L. lanceolata* se agrupó junto con *L. leucocephala*, presentando la mejor calidad nutricional comparada con *L. macrophylla*, *L. diversifolia* y *L. esculenta*, con valores de 23.57 % de MS y 25.58 % de PC. El material analizado estuvo integrado de hojas y tallos tiernos de diámetros inferiores de 5 mm y de 90 días de edad. Estos autores indicaron que resulta incierto atribuir las variaciones a las condiciones que prevalecieron en el área de estudio, ya que se conoce poco sobre las características fitoquímicas de las accesiones evaluadas, fundamentalmente de *L. macrophylla*, *L. lanceolata* y *L. esculenta*. Medina (2000) también indicó valores bajos de proteína en tallos y hojas, de 5.27 y de 17.27 %, respectivamente, en condiciones de suelos no salinos. Del mismo modo, Stewart y Dunsdon (1998) reportaron valores inferiores de PC en el follaje comparados con nuestro estudio. En este componente, el valor más bajo en nuestro caso fue el de hojas y frutos (17.52 %), superior al mínimo requerido (6 %) para bovinos en mantenimiento (National Research Council [NCR], 1981).

reported lower value of CP in foliage compared to our study. The lowest value in our case was for leaves and fruits (17.52 %), above the minimum required (6 %) for maintenance of cattle (National Research Council [NCR], 1981).

Distribution and diversity of uses of *L. lanceolata*

Table 4 shows the diversity of uses and distribution of *L. lanceolata*. This table was performed using the data on the herbaria specimens, and the literature reviews. According to the information, this species has a wide distribution in different types of vegetation, and altitudinal ranges from 0 m in coastal dunes, up to 1,650 m in pine-oak forests. This species has also been collected in the transition zone from low forest with oak, in pine-oak and oak-pine forests, few collections in halophyte vegetation, coastal dunes and shrubs, this species has also been found in grassland of the state of Sonora. Zarate (1994) reported that this species grows along the Pacific coast, from Sonora to Chiapas and in the Gulf in the state of Veracruz, this agrees with the types of vegetation above mentioned, and mangrove. The main use of this species in rural areas is as forage and firewood. This use agrees with the areas where it is distributed, as shown by the study carried out by Villa et al. (2009) noting that farmers in the state of Veracruz prefer this species after the *Guazuma ulmifolia*. Suárez et al. (2011) performed a study in the same state on the importance of the local knowledge to select species for restoration. These results showed that farmers prefer native species useful for several purposes, among them, including those that provide fodder

CUADRO 4. Distribución por tipos de vegetación, nombres comunes y usos de *L. lanceolata* S. Watson ssp. *lanceolata*.

Estado	Nombres comunes	Tipos de vegetación	Altitud (m)	Usos
Jalisco	Guajillo, guaje	Ace, Ab(e), Bfe	40-950	Forrajera, leña, cerco vivo
Michoacán	Guajillo	Ace, Bfj, Ab(e)	10-1,650	Forrajera
Nayarit	Guajillo, guaje	Ab(e), palmar, Ac(d), vegetación sabanoide	30-980	Forrajera, leña y cerco vivo
Oaxaca	Guaje, guaje de cotorra, palo de guaje	Abe, Ace, dunas costeras, Bfj, Acek, palmar de sabal, Ab(d), manglar, sabanoide, ruderal	0-1,050	Madera, leña, semillas comestibles, usado como horcón en construcciones rurales y cerco vivo
Sinaloa	Guajillo	Bfe, Ace, vegetación halófito, manglar, Ab(d)	5-790	Forrajera
Sonora	Guajillo	Ace	300	Forrajera
Veracruz	Guaje de monte, guaje de indio	Ab(e), pastizal, palmar, Ace, Bfe, Ab(d), matorral	50-600	Forrajera, madera para construcción, postes, apícola y cerco vivo

Ace = Selva baja caducifolia, Ab(e) = Selva mediana subcaducifolia, Ab(d) = Selva mediana subperennifolia, Bfe = Bosque de encino, Bfj = Bosque de encino-pino, Bjf = Bosque de pino-encino. Ac(d) = Selva baja subperennifolia, Acek = Selva baja caducifolia espinosa. Nomenclatura de Miranda y Hernández (1963), adaptado por la Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de Coeficientes de Agostadero [COTECOCA], (1979).

TABLE 4. Distribution by vegetation, common names and uses of *L. lanceolata* S. Watson ssp. *lanceolata*.

State	Mexican common names	Type of vegetation	Altitude (m)	Uses
Jalisco	Guajillo, guaje	Ace, Ab(e), Bfe	40-950	Forage, firewood, living fence
Michoacán	Guajillo	Ace, Bjf, Ab(e)	10-1,650	Forage
Nayarit	Guajillo, guaje	Ab(e), palm grove, Ac(d), sabanoide vegetation	30-980	Forage, firewood and living fence
Oaxaca	Guaje, guaje de cotorra, palo de guaje	Abe, Ace, coastal dunes, Bjf, Acek, sabal, Ab(d), manglar, sabanoide, ruderal	0-1,050	Timber, firewood, edible seeds, used as Wood columns for construction in rural areas and living fence
Sinaloa	Guajillo	Bfe, Ace, halophyte vegetation, mangrove, Ab(d)	5-790	Forage
Sonora	Guajillo	Ace	300	Forage
Veracruz	Guaje de monte, guaje de indio	Ab(e), grassland, palm grove, Ace, Bfe, Ab(d), scrub	50-600	Forage, Wood for construction, living fence, posts, bee sector

Ace = Low deciduous forest, Ab(e) = Medium subdeciduous forest, Ab(d) = medium semi-deciduous forest, Bfe = Oak forest, Bjf = Oak-pine forest, Bjf = Pine-oak forest. Ac(d) = Low semi-deciduous forest, Acek = Low thorny deciduous forest. Nomenclature of Miranda and Hernández (1963), adapted by the Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de Coeficientes de Agostadero [COTECOCA], (1979).

Distribución y diversidad de usos de *L. lanceolata*

En el Cuadro 4 se observa la diversidad de usos y distribución de *L. lanceolata*. Dicho cuadro se elaboró con base en los datos de las etiquetas de los ejemplares de los herbarios, así como de revisiones bibliográficas. Acorde con la información, la especie presenta una distribución amplia en diferentes tipos de vegetación, así como de rangos altitudinales desde 0 m en dunas costeras, hasta 1,650 m en bosques de pino-encino. La especie se ha colectado también en la zona de transición de la selva baja con encino, en bosques de pino-encino y encino-pino, pocas colectas en vegetación halófila, dunas costeras y matorrales y en el estado de Sonora se ha encontrado en pastizales. Zarate (1994) indicó que la especie crece a lo largo de la zona costera del Pacífico, desde Sonora hasta Chiapas y en el golfo en el estado de Veracruz, coincidiendo con los tipos de vegetación antes señalados, además del manglar. El uso principal de la especie en el medio rural es para forraje y leña. Este uso coincide en las áreas donde se distribuye, tal como lo muestra el estudio realizado por Villa et al. (2009) al señalar que los productores del estado de Veracruz prefieren esta especie después del guácimo (*Guazuma ulmifolia*). Suárez et al. (2011) realizaron un estudio en este mismo estado sobre la importancia del conocimiento local para seleccionar especies para restauración. Los resultados indicaron que los productores prefieren especies nativas útiles para diversos fines, entre ellas, las que proporcionen forraje para la ganadería, en especial durante la época seca. La especie *L. lanceolata* está dentro de las 10 especies de mayor preferencia de 76 arbóreas leñosas señaladas por los productores. Los usos más frecuentes son construcción, comestible (semillas), forrajera, cercas vivas,

for livestock, especially during dry season. The species *L. lanceolata* is among the 10 most preferred species of 76 woody trees mentioned by the farmers. Construction, food (seeds), fodder, living fences, firewood and food for white-tailed deer are the most common uses. Another uses includes the timber use in Tehuantepec, Oaxaca, such as wooden columns in rural constructions. It is also mentioned that this species is highly visited by the *Apis mellifera* bees seeking for nectar and pollen for honey production.

CONCLUSIONS

Based on the study performed, the scarification of the *L. lanceolata* seed is required for enhanced germination, which was obtained with thermal treatments TT (immersion in water at 80 °C for 3 min) and TS (thermal shock). The development of the seedling was affected by the acid pH of the soil, having a better behavior in slightly acid soil (6.57). The nutritional quality in all edible parts analyzed is reflected in the high contents of CP and DM, which may be an option for livestock farms. This species is distributed in several plant associations; mean deciduous forest, low deciduous forest, oak forests, and savannah, among others, with several uses in the rural areas. Therefore, we concluded that *L. lanceolata* may be a viable alternative to be introduced in silvopastoral systems in dry tropics due to the high nutritional value, livestock acceptance in rural areas and the diversity of uses.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors of the present study thank the staff of the MEXU herbaria (Universidad Nacional Autónoma de Méxi-

leña y alimento para venado cola blanca. Otro uso incluye al maderable en Tehuantepec, Oaxaca, como horcones en construcciones rurales. Se reporta también que la especie es muy visitada por las abejas *Apis mellifera* en busca de néctar y polen para la producción de miel.

CONCLUSIONES

Con base en los estudios realizados, la escarificación de la semilla de *L. lanceolata* es necesaria para una mayor germinación, la cual se obtuvo con los tratamientos térmicos TTE (inmersión en agua a 80 °C por 3 min) y TCHT (choque térmico). El desarrollo de la plántula se ve afectado por el pH ácido del suelo, presentando un mejor comportamiento en el suelo ligeramente ácido (6.57). La calidad nutritiva en todas las partes comestibles analizadas se refleja en los altos contenidos de PC y MS pudiendo ser una opción en explotaciones pecuarias. La especie se distribuye en diversas asociaciones vegetales; selva mediana subcaducifolia, baja caducifolia, bosques de encino, y sabana, entre otros, con diferentes usos en el medio rural. Por lo anterior, se concluye que *L. lanceolata* puede ser una alternativa viable para ser introducida en sistemas silvopastoriles en el trópico seco, debido al alto valor nutritivo, aceptación por el ganado en la zona rural y la diversidad de usos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al personal de los herbarios MEXU (Universidad Nacional Autónoma de México), XAL (Instituto de Ecología de Xalapa) e IBUG (Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara), por las facilidades prestadas para la consulta de esta especie, así como a dos árbitros anónimos y a Rafael Escalante Martínez por la revisión y sugerencias para mejorar este escrito.

REFERENCIAS

- Alexander, J., & Sánchez, G. (2002). Efecto del tratamiento e imbibición sobre la germinación de semillas de *L. leucocephala*. *Revista Científica XII*(2), 581–583. Obtenido de http://www.saber.ula.ve/revistacientifica/n12/pdfs/articulo_53.pdf
- Argel, P. J., Lascano, C. E., & Ramírez, L. (1998). *Leucaena: Adaptación, calidad y sistemas de cultivo*. Hanoi, Vietnam: Universidad de Yucatán, Mérida, México, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (1990). *Official methods of analysis* (15th ed.). Washington, D. C., USA: Autor.
- Brewbaker, J. L., & Sorenson, C. T. (1990). *Leucaena*: New tree crops from interspecific hybrids. In J. Janick, & J. Simon (Eds.), *Advances in new crops timber* (pp. 283–289). Oregon, USA: Timber Press.
- Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de Coeficientes de Agostadero (COTECOCA) (1979). *Monografía de tipos de vegetación y coeficientes de agostadero del estado de Jalisco*. México, D. F.: SARH.
- co), XAL (Instituto de Ecología de Xalapa) and IBUG (Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara) for the facilities provided to conduct this study. We also thank two anonymous reviewers and Rafael Escalante Martínez for reviewing and making suggestions to improve this paper.
- Ferrer, Y., Sánchez, M., Rojas, R., Ramírez, V. M., Viloria, J., & Mendoza, S. (2003). *Influencia de la escarificación y la imbibición sobre la germinación y crecimiento de plántulas de Leucaena leucocephala y Pithecellobium dulce*. XV Congreso Venezolano de Botánica, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- García, A. E. (1987). *Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen* (4a ed.). México, D. F.: Instituto de Geografía de la Universidad Autónoma de México.
- García, D. E., Wencomo, H. B., Medina, M. G., Cova, L. J., González, M. E., Pisan, P.,...Baldizán, A. (2008). Variación interespecífica de la calidad nutricional de diecisiete accesiones de *Leucaena*. *Revista AIA*, 12(1), 67–80. Obtenido de <http://www.uco.mx/revaia/portal/pdf/2008/enero/5.pdf>
- García, D. E., Wencomo, H. B., Medina, M. G., Moratinos, P., & Cova, L. J. (2009). Caracterización de la calidad nutritiva de 53 accesiones del género *Leucaena* en condiciones tropicales. *Pastos y Forrajes*, 32(1), 1–16. Obtenido de <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=269119696006>
- González, Y., Reino, J., & Machado, R. (2009). Dormancia y tratamientos pregerminativos en las semillas de *Leucaena* spp. cosechadas en suelo ácido. *Pastos y Forrajes*, 32(4), 1–1. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942009000400005
- Hermosillo, G. Y., Aguirre, O. J., Alonso, R. R., Ortega, R. C., Gómez, G. A., & Magaña, M. R. (2008). Métodos inductivos para maximizar la germinación de semilla de germoplasma nativo en vivero para sistemas silvopastoriles en Nayarit, México. *Zootecnia Tropical*, 26(3), 355–358. Obtenido de http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt2603/pdf/hermosillo_y.pdf
- International Seed Testing Association (ISTA). (1999). International rules for seed testing. Rules and annexus. *Seed Science and Technology*, 27, 155.
- Medina, R. A. (2000). *Valor nutricional de Leucaena lanceolata y Leucaena leucocephala de ambiente salino, como suplemento proteico a ovinos de pelo*. Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Nayarit, Posgrado Interinstitucional de Ciencias Pecuarias, Xalisco, Nayarit.
- Miranda F., & Hernández, X. E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 28, 29–179.
- National Research Council (NRC). (1981). *Nutrient requirements of beef cattle nutrient requirements of domestic animals*. Washington, D.C., USA: National Academy Press.
- Niembro, R. A. (1996). *Árboles y arbustos útiles de México*. México: Editorial Limusa.

- Palma, J. M. (2006). Los sistemas silvopastoriles en el trópico seco mexicano. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 14(3), 95–104. Obtenido de <http://www.bioline.org.br/pdf?la06018>
- Poulsen, K. M., & Stubsgaard, F. (2000). *Técnicas para escarificación de semillas forestales*. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Ramos-Quirarte, A., Aguirre, A., Medina, R. F., López, L. F., & Camarillo, U. F. J. (2009). Evaluación de plantas arbóreas asociadas con pastos para sistemas silvopastoriles en la región central de Nayarit. *Revista computarizada de Producción Porcina*, 16(1), 59–63.
- Rincón, J. J., Gallardo, Y., Leal, M., & Rojas, Y. (2003). Efecto de la relación Calcio: Fósforo en el suelo sobre el crecimiento y nodulación de plantas jóvenes de *Acacia mangium* (Willd). *Bioagro*, 15(2), 97–105. Obtenido de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1316-33612003000200004&script=sci_arttext
- Rodríguez, C., Eguiarte, J., & Hernández, F. (1985). Evaluación de diferentes métodos prácticos de escarificación de semillas de *Leucaena leucocephala* Lam. en condiciones de trópico semiseco. *Técnica Pecuaria en México*, 48, 24–29.
- Román, M. L., Mora, S. A., & Gallegos, R. A. (2004). Especies arbóreas de la costa de Jalisco, México, utilizadas como forraje en sistemas silvopastoriles. *Scientia*, 6(1-2), 3–12. Obtenido de http://www.cucba.udg.mx/sites/default/files/scientia_cucba_pdf/scientia_1.pdf
- Román, M. L., Palma, J. M., Zorrilla, R. J., Mora, S. A., Ruiz, T. E., & Jordán, V. H. (2008). *Evaluación de la materia seca de Leucaena leucocephala y vegetación acompañante en un banco de proteína pastoreada por ovinos a diferentes alturas*. IV Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles, Colima, Col. Obtenido de http://148.202.114.23/derns/wp-content/files_flutter/1317663711sistemas.pdf
- Sánchez, A., & Urdaneta, J. (1997). Evaluación de la distribución espacial de nódulos en *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*, 14, 457–463. Obtenido de http://www.revfacagronluz.org.ve/v14_4/v144z009.html
- Sánchez, P. Y., & Ramírez-Villalobos, P. (2006). Tratamientos pregerminativos en semillas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. *Revista Facultad de Agronomía (LUZ)*, 23(3), 257–272. Obtenido de http://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/julio_septiembre2006/ysanchezpaz.pdf
- Shelton, H. M. (1998). The *Leucaena* genus: New Opportunities for Agriculture (A Review of Workshop Outcomes). In H. M. Shelton, R. E. Gutteridge, B. F. Mullen, & R. A. Bray (Eds.), *Leucaena-Adaptation, quality and farming systems* (pp 15–24). Australia: Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR).
- Stewart, J. L., & Dunsdon, J. (1998). Preliminary evaluation of potential fodder quality in a range in *Leucaena* species. *Agroforestry Systems*, 40(2), 177–198. doi: 10.1023/a:1006028931809
- Suárez, I. A. (2011). *Identificación de especies leñosas nativas promisorias para la restauración de la selva baja caducifolia del centro de Veracruz*. Tesis doctoral, Colegio de Posgraduados, Texcoco, Edo. de México, México.
- Suárez, A., Williams L. G., Trejo, C., Valdez, H. J. I., Cetina, A. V. M., & Vibrans, H. (2011). Local knowledge helps select species for forest restoration in a tropical dry forest of central Veracruz, México. *Agroforestry Systems*. doi: 10.1007/s10457-011-9437-9
- Villa, H. A., Nava, T. M. E., López, O. S., Vargas, L. S., Ortega, J. E., & Gallardo, L. F. (2009). Utilización del guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.) como fuente de forraje en la ganadería bovina extensiva del trópico mexicano. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10, 253–261. Obtenido de <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=93912989012>
- Zarate, P. S. (1994). Revisión del género *Leucaena* en México. *Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica*, 65(2), 83–165. Obtenido de <http://www.ejournal.unam.mx/bot/065-02/BOT65202.pdf>