

Durabilidad natural e inducida de postes para cerca de catorce especies nativas del noreste de México

ARTEMIO CARRILLO PARRA*, FORTUNATO GARZA OCAÑAS*, VERÓNICA BUSTAMANTE GARCÍA*,
RAHIM FOROUGHBAKHCH POURNAVAB**

La vegetación del matorral espinoso tamaulipeco es fuente importante de alimento, material para construcción y abrigo para los pobladores de las áreas rurales.¹⁻³ Las especies de árboles y arbustos más utilizados para estos fines son: *Condalia hookeri*, *Cordia boissieri*, *Ebenopsis ebano*, *Havardia pallens*, *Helietta parvifolia*, *Prosopis laevigata* y *Sideroxylon celastrinum*.^{4,5}

Las principales actividades económicas de los habitantes del medio rural en el noreste de México son la agricultura y ganadería.⁶ Para la identificación de los límites entre propiedades rurales se utilizan principalmente postes de madera y alambre de púas.⁷ Durante décadas, los agricultores y ganaderos han seleccionado las especies para esta actividad con base en la durabilidad, disponibilidad y costo.

El costo de un poste está en función de la especie, diámetro y longitud; según estas características, el valor puede oscilar de \$10.00 a \$25.00 M.N. El costo en postes de madera para una cerca de un kilómetro de longitud que contiene aproximadamente de 300 a 500 postes es de \$3,000 a \$12,500 M.N. En inversiones de este monto, la durabilidad natural de las especies empleadas es de primordial importancia. La instalación de especies poco durables ocasionará problemas de deterioro que requerirá reparar el cerco o la sustitución total en menos de 20 años.

Por otra parte, el sobrepastoreo, la apertura de grandes extensiones al cultivo, el cambio de uso del

suelo, el corte selectivo de las especies con características deseables, realizados por años en la vegetación nativa del noreste de México, han propiciado la pérdida de suelo, desplazamiento de la fauna silvestre y reducción de la disponibilidad de madera.^{2,8}

Con la finalidad de determinar la durabilidad de las especies de madera nativas en contacto con el suelo y evaluar la eficacia de tratamientos de preservación de postes para cerca, el presente trabajo se desarrolló con los siguientes objetivos: determinar la durabilidad natural de postes de catorce especies de árboles y arbustos nativos del matorral; evaluar la eficacia de seis tratamientos de preservación para incrementar la durabilidad de catorce especies de árboles y arbustos, y determinar la eficiencia de dos métodos de estimación de durabilidad de la madera.

Materiales y métodos

Selección de las especies

Se seleccionaron catorce especies de madera de árboles y arbustos, de acuerdo a su importancia en la elaboración de postes, alto valor económico y especies abundantes en el matorral espinoso tamaulipeco de la región de Linares, Nuevo León, México (tabla I).

* Universidad Autónoma de Nuevo León, FCF.

** Universidad Autónoma de Nuevo León, FCB.

arte_carr@hotmail.com

Muestreo y tratamientos aplicados

Se seleccionaron quince plantas de cada especie, con diámetro a la altura del pecho mayor a 0.1 m y una altura superior a 3 m.¹¹ De cada planta, se elaboraron dos probetas (postes) con una longitud de 0.5 m y diámetro entre 0.1 m y 0.2 m.

Se formaron seis grupos con cinco postes de cada especie. Cada grupo se sometió a uno de los siguientes tratamientos: 1. Postes con corteza (testigo); 2. Postes sin corteza; 3. Químico, los postes fueron descortezados e impregnados por inmersión por un tiempo de 30 minutos con un compuesto químico comercial con base en compuestos fenólicos; 4. Aceite quemado, se aplicó una capa de aceite quemado con brocha a postes descortezados; 5. Térmico, los postes descortezados se sometieron a una temperatura de 120°C por un periodo de 60 min; 6. Creosota, los postes se descortezaron y se impregnaron con

creosota en una planta de impregnación comercial. Los postes tratados y estabilizados en condiciones de laboratorio se colocaron a distancias de 0.5 m, entre hileras y columnas en un suelo tipo Vertisol, con un pH alcalino (7.5), conductividad eléctrica 101.6 $\mu\text{S cm}^{-1}$, materia orgánica 6.03%, carbono orgánico 3.5%, textura franco-arcillosa y profundidad de 0.2 m. La precipitación media anual registrada para el municipio de Linares es de 600 mm.

Determinación de la durabilidad

Los postes se colocaron, en contacto con el suelo, desde el mes de agosto de 2009 a julio de 2010, en un área de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León (figura 1). El deterioro ocasionado por los microorganismos presentes en el suelo se determinó por medio del método visual y de resistencia a la incisión.

Tabla I. Especies maderables seleccionadas para determinar la durabilidad natural.

Nombre científico	Clave	Nombre común	Hábito de crecimiento	Uso ^{*4-6,9,10}
<i>Acacia amentacea</i> DC.	Aa	Gavia	Arbusto	L,F
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Af	Huizache	Árbol	L,C,F,P
<i>Acacia schaffneri</i> var. <i>schaffneri</i> (S. Watson) F.J. Herm.	As	Huizache chino	Arbusto	L,C,F
<i>Condalia hookeri</i> M.C. Johnst.	Ch	Brasil	Árbol	L,C,F,P
<i>Cordia boissieri</i> DC	Cb	Anacahuíta	Árbol	L,F,P
<i>Diospyros palmeri</i> Eastw.	Dp	Chapote blanco	Árbol	L,F
<i>Diospyros texana</i> Scheele	Dt	Chapote oscuro	Árbol	L,F
<i>Ebenopsis ebano</i> (Berl.) Barneby & Grimes	Ee	Ébano	Árbol	A,C,F,I,L,M,P
<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & Rose	Hp	Tenaza	Arbusto	F,I,L,M,P,V
<i>Helietta parvifolia</i> (Gray) Benth.	Ha	Barreta	Arbusto	L,F,P
<i>Leucaena leucocephala</i> ssp. <i>Glabrata</i> (Rose) S. Zárate	LI	Leucaena	Arbusto	F,L
<i>Parkinsonia texana</i> (A. Gray) S. Watson var. <i>Macra</i> (I.M. Johnston) Isely.	Pa	Palo verde	Arbusto	L,P,V
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.	PI	Mezquite	Árbol	A,C,F,I,L,M,P
<i>Sideroxylon celastrinum</i> (Kunth) Pennington	Sc	Coma	Arbusto	F,L

*A= artesanía, C=carbón, F=forraje, I=instrumentos de labranza, L=leña, M=muebles, P= postes, V=cercas vivas.

Método visual

Los postes se desenterraron y se limpiaron del exceso de suelo. La pudrición se clasificó por la presencia de hongos que cubrían la superficie del poste de la siguiente manera: 0. sin presencia de hongos; 1. presencia de hongos hasta 20% de la superficie del poste que estuvo en contacto con el suelo; 2. hongos presentes de 21% a 40%; 3. hongos presentes de 41% a 60%; 4. hongos presentes de 61% a 80%; 5. presencia de hongo en una superficie mayor a 80%.

Método de resistencia a la incisión

Este método es una modificación de la Norma EN 252.¹² La modificación consistió en utilizar un martillo medidor de corteza, con éste se determinó la profundidad en centímetros de la incisión ocasionada por el martillo, después de golpearlo en la superficie del poste. El deterioro de cada poste fue medido en la parte baja, media y alta de la superficie en contacto con el suelo.

Análisis estadístico

Los valores de la clasificación visual, así como de la profundidad de incisión ocasionada por el medidor



Fig. 1. Postes de catorce especies de plantas nativas del matorral.

de la corteza, se analizaron estadísticamente con los procedimientos PROC MODEL y PROC GLM del sistema estadístico SAS/ETS®.¹³ Dado que los resultados de la clasificación con el método visual son valores porcentuales, se transformaron con la función de la raíz cuadrada de arcoseno de p, donde: p = a la proporción de la variable dependiente.¹⁴ La significancia de los resultados obtenidos se determinó mediante un diseño experimental completamente al azar, con un criterio de clasificación con arreglo factorial (14x6); siendo A, las especies; y B, los seis tipos de tratamientos.¹⁵ Posteriormente se realizó la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey.¹⁵

Resultados y discusión

El ANOVA presente en la tabla II muestra que hay diferencias altamente significativas entre la durabilidad natural de las especies ($p < 0.001$) y entre el efecto de los tratamientos en la durabilidad de los postes ($p < 0.001$). La interacción especie tratamiento mostró diferencias significativas estadísticamente ($p < 0.05$). Como se observa en la figura 2, las especies que presentaron mayor durabilidad natural, según la evaluación visual sometidas al tratamiento con corteza fueron: *Cordia boissieri*, con $41.2 \pm 4.7\%$ del área cubierta; *Diospyros palmeri*, con $41.5 \pm 5.2\%$; *Sideroxylon celastrinum*, con $42.1 \pm 5.8\%$ y *Heliotta parvifolia*, con $42.1 \pm 5.8\%$. Las especies menos durables fueron *Parkinsonia texana*, con $70.2 \pm 16.1\%$, *Acacia farnesiana* con $57.1 \pm 7.3\%$, *Acacia schaffneri* con $56.5 \pm 21.2\%$ y *Diospyros texana* con $56.3 \pm 19.5\%$.

Los resultados obtenidos con el método de resistencia a la incisión presentes en la tabla III mostraron diferencias altamente significativas entre especies y entre tratamientos de preservación ($p < 0.001$). La interacción especie*tratamiento mostró diferen-

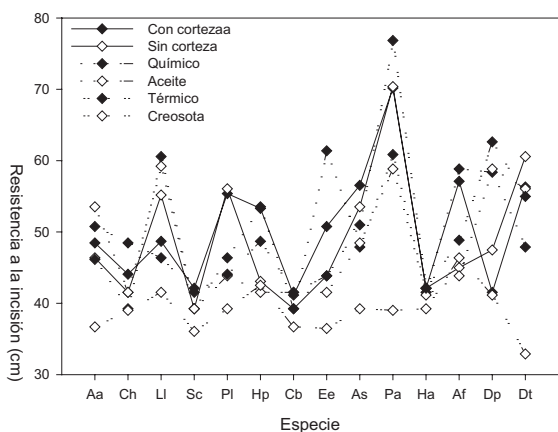


Fig. 2. Durabilidad de los postes evaluados según el método visual.

cias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Las especies más durables (figura 3) fueron *Helietta parvifolia*, con 4.3 ± 0.3 cm; *Sideroxylon celastrinum*, con 5.3 ± 1.6 cm; *Acacia farnesiana*, con 5.3 ± 1.9 cm y *Havardia pallens*, con 5.4 ± 1.6 cm. Las especies menos durables fueron *Parkinsonia texana*, con 9.8 ± 1.8 cm; *Diospyros palmeri*, con 8.7 ± 2.6 cm; *Diospyros texana* con 8.6 ± 2.6 cm y *Prosopis laevigata* con 8.4 ± 1.3 cm.

La madera de *Helietta parvifolia* fue una de las cuatro especies más durables en ambos métodos de evaluación, lo anterior coincide con lo reportado por Wolf y Perales.⁷ Dichos autores también encontraron a *Ebenopsis ebano* como durable. En el presente estudio, *E. ebano* fue la octava y sexta especie más durable, según el método visual y resistencia a la incisión, respectivamente. Especies en-

Tabla II. Resultados del ANOVA para determinar la durabilidad de los postes de catorce especies de plantas del matorral mediante el método visual.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Valor de p
Tratamiento	5	6544.92	1308.98	11.64	0.0001
Especie	13	13993.96	1076.46	9.57	0.0001
Tratamiento*especie	65	10594.02	162.98	1.45	0.0202

contradas como no durables en esta investigación fueron *Parkinsonia texana* y *Diospyros texana*, que también son las reportadas de la misma forma por Wolf y Perales.⁷

La durabilidad natural de las especies maderables, definida como la resistencia a la biodegradación, puede ser resultado de una conjunción de características, incluyendo los elementos anatómicos: composición y porcentaje de sustancias químicas, presencia de cristales, hidrofobicidad y estabilidad dimensional.^{16,17} En las catorce especies investigadas en el presente trabajo no se determinaron las características que incrementan la durabilidad. Sin embargo, se ha encontrado que la corteza y madera de *H. parvifolia* y *E. ebano* presentan un alto efecto inhibitorio en el crecimiento de hongos degradadores

Tabla III. Resultados del ANOVA para determinar la durabilidad de los postes de catorce especies del matorral evaluado mediante el método de resistencia a la incisión

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Valor de p
Tratamiento	5	436.34	87.27	27.24	0.0001
Especie	13	509.23	39.17	12.23	0.0001
Tratamiento*especie	65	316.68	4.87	1.52	0.0101

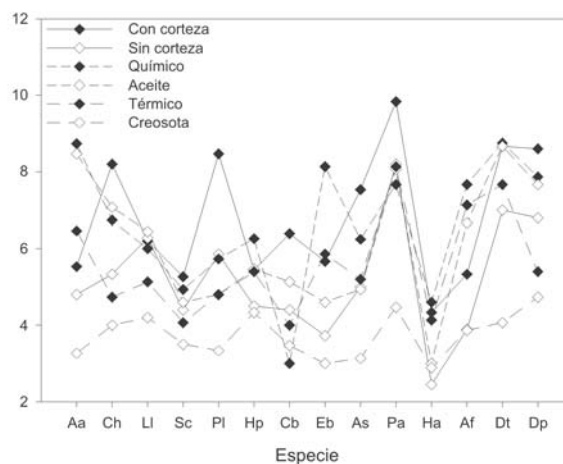


Fig. 3. Durabilidad de los postes, según el método de resistencia a la incisión.

de la madera, resultado de los extractos presentes en la madera.^{18,19} Lo anterior se puede atribuir a la presencia de compuestos como la citocina (*H. parvifolia*), utilizada a nivel experimental como sustancia activa para incrementar la durabilidad de especies madereras.²⁰ Los compuestos fenólicos influyen en las propiedades antifúngicas presentes en *E. ebano*.¹⁸

Los resultados del análisis de varianza muestran que hay diferencias altamente significativas ($p=0.001$) entre tratamientos (tablas II y III). Si se considera el valor medio por tratamiento, la impregnación con creosota fue el tratamiento más eficaz, al producir los valores promedio más bajos, con $39.2 \pm 3.4 \%$ y 3.8 ± 1.3 cm, para el método visual y de resistencia a la incisión, respectivamente (figuras 4 y 5). El tratamiento con corteza presentó menos durabilidad con valor promedio de $50.9 \pm 13.5\%$, y 6.8 ± 1.7 cm para el método visual y de resistencia a la incisión, respectivamente.

La impregnación con creosota incrementó la durabilidad en relación al tratamiento con corteza de *Prosopis laevigata*, *Acacia schaffneri*, *Parkinsonia texana*, *Diospyros palmeri* y *Condalia hookeri* en, 61%, 58%, 55%, 53% y 51%, respectivamente, según el método resistencia a la incisión.

El análisis de varianza, por el método de resistencia a la incisión, presentó cinco grupos estadísticos, lo que permitió diferenciar la durabilidad entre especies. El método de resistencia a la incisión fue más preciso en comparación al método visual. Reduce el error al determinar la durabilidad por la profundidad de la incisión; el método visual presenta mayor grado de error por estimar la pudrición con base en el porcentaje de colonización de hongos, esta situación cobra importancia en especies en las que no se detecta claramente el micelio en la superficie de la madera, o con especies de hongos que sólo utilizan los azúcares de la parte superficial de la madera sin causar daño estructural.

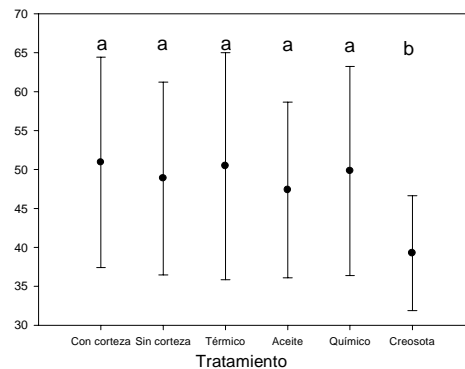


Fig. 4. Durabilidad de los postes después de someterlos a seis diferentes tratamientos y evaluarlos por el método visual.

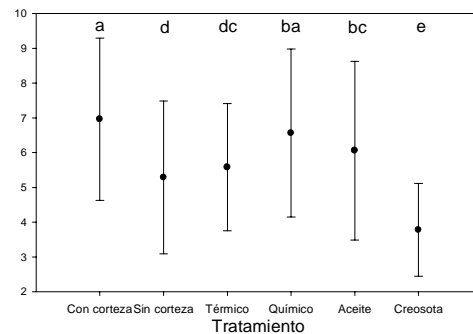


Fig. 5. Durabilidad de los postes, después de someterlos a seis diferentes tratamientos y evaluarlos por el método de resistencia a la incisión.

Conclusiones

La durabilidad natural de los postes para cerca es diferente entre especies, la cual se incrementan al aplicar tratamientos de preservación. Las especies más durables de manera natural son: *Helietta parvifolia*, *Ebenopsis ebano*, *Sideroxylon celastrinum*, *Cordia boissieri*, *Condalia hookeri* y *Acacia farnesiana*. Las especies menos durables son *Diospyros palmeri*, *Parkinsonia texana*, *Prosopis laevigata* y *Diospyros texana*.

Algunas especies poco utilizadas y de rápido crecimiento (por ejemplo, *Leucaena leucocephala* o *Acacia farnesiana*) se utilizan de forma eficaz como poste para cerca, al someterlas a algún tratamiento de

preservación. En este ensayo, a excepción de *Helietta parvifolia*, la durabilidad natural de la madera de las especies ensayadas se incrementó al impregnarlas con creosota. El tratamiento térmico incrementó la durabilidad de *Condalia hookeri*, *Leucaena leucocephala*, *Sideroxylon celastrinum*, *Prosopis laevigata*, *Cordia boissieri* y *Diospyros palmeri*, y el tratamiento con aceite quemado aumentó la durabilidad sólo de *Prosopis laevigata*.

El método para determinar la durabilidad de la madera, denominado *resistencia a la incisión*, es adecuado para determinar la durabilidad de las especies del matorral en contacto con el suelo.

Resumen

El cambio de uso de suelo, el sobrepastoreo y la extensión de la frontera agrícola reducen la disponibilidad de postes de madera para cerca, e incrementan la sustitución por postes elaborados de acero y concreto. En el presente trabajo se determinó la durabilidad natural y la durabilidad inducida por seis tratamientos de preservación en catorce especies nativas del matorral. De cada especie se seleccionaron 30 postes, lotes de cinco postes por especie se sometieron a los tratamientos: con corteza (testigo), sin corteza (químico), impregnación con aceite, térmico e impregnación con creosota. La efectividad de cada método se evaluó como la durabilidad de los postes después de un año de exposición al suelo por el método visual y el método de resistencia a la incisión. Los resultados se analizaron estadísticamente con los procedimientos PROC MODEL y PROC GLM del sistema estadístico SAS/ETS®. La significancia de los resultados obtenidos se determinó mediante un diseño experimental completamente al azar, con un criterio de clasificación con arreglo factorial (14x6). Los resultados obtenidos indican diferencias altamente significativas entre especies y

entre tratamientos ($p \leq 0.001$). Las especies con mayor durabilidad natural, según el método visual, fueron: *Cordia boissieri* con $41.2 \pm 4.7\%$, *Diospyros palmeri* con $41.5 \pm 5.2\%$, *Sideroxylon celastrinum* con $42.1 \pm 5.8\%$ y *Helietta parvifolia* con $42.1 \pm 5.8\%$. Para el método de resistencia a la incisión, las especies más resistentes fueron: *Helietta parvifolia* con 2.4 ± 1.5 cm, *Ebenopsis ebano* con 3.7 ± 1.6 cm, *Acacia farnesiana* con 3.9 ± 1.8 cm y *Sideroxylon celastrinum* con 4.4 ± 1.0 cm. El mejor tratamiento fue el de creosota, con valores de $39.2 \pm 3.4\%$ y 3.8 ± 1.3 cm para los métodos visual y resistencia a la incisión, respectivamente. El método más preciso para determinar la durabilidad fue el de resistencia a la incisión.

Palabras clave: Especies nativas, Postes para cerca, Durabilidad natural, Tratamiento de impregnación.

Abstract

Recent changes in the use of land, overgrazing, as well as the extension of agricultural boundaries are reducing availability of wooden fence posts and are inducing their replacement for steel and concrete posts. In this study, natural and induced durability of fence posts by six treatments in 14 native species of tree and shrubs was determined. 30 posts were selected; five lots of five posts per species were subjected to treatments: with bark, without bark, chemical, oil impregnated, thermal and impregnated with creosote. The effectiveness of each treatment was evaluated by the durability of the posts after a year of ground exposure. They were evaluated by visual method and by its resistance to incision. The results were analyzed using PROC MODEL y PROC GLM of SAS/ETS®. A random experiment design with a factorial design (14x6) was applied. The results showed highly significant differences between species and treatments ($p \leq 0.0001$). Species with high

natural durability according to the visual method for assessment were *Cordia boissieri* with $41.2 \pm 4.7\%$, *Diospyros palmeri* with $41.5 \pm 5.2\%$, *Sideroxylon celastrinum* with 42.1 ± 5.8 and *Helietta parvifolia* with 42.1 ± 5.8 . For the resistance to incision method, results showed that the most resistant species were *Helietta parvifolia* with 2.4 ± 1.5 cm, *Ebenopsis ebano* with 3.7 ± 1.6 cm, *Acacia farnesiana* with 3.9 ± 1.8 cm and *Sideroxylon celastrinum* with 4.4 ± 1.0 cm. The best treatment found was creosote with values of 39.2 ± 3.4 % and 3.8 ± 1.3 cm for visual and resistance to incision assessment methods, respectively. The most accurate method to determine the durability of wood from the different species was the resistance to the incision.

Keywords: Native species, Fence poles, Durability, Impregnation treatment.

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado con el apoyo económico del Programa de Mejoramiento de Profesores (Promep), el Programa de Paycit.

Referencias

1. Cantú S.I., González R.H. Pérdidas por intercepción de la lluvia en tres especies de matorral submontano. CIENCIA UANL. 2005. 8:80-85.
2. Correa J.B. Evaluación y cuantificación de los cambios del uso del suelo mediante imágenes de satélite en los municipios de Linares y Hualahuises, Nuevo León. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León, México. 1996.
3. Heiseke D., Foughbakhch R. El matorral como recurso forestal. Linares, Nuevo León, México, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, 1990. Reporte científico No. 1.
4. Medina G.R. Evaluación de las especies vegetales del matorral en la sierra de San Carlos, Tamaulipas, México. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, N.L., México. 2002.
5. Carrillo P.A. Efecto de algunos tratamientos silvícolas y de factores abióticos sobre la regeneración y manejo del matorral. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, N.L., México. 1991.
6. Reid N., Marroquín J., Beyer-Münzel P. Utilization of shrubs and trees for browse, fuelwood and timber in the Tamaulipan thornscrub, northeastern Mexico. Forest Ecology and Management. 1990. 36:69-79.
7. Wolf F., Perales F. Durabilidad natural de la madera de algunas especies del matorral del noreste de México. Facultad de Silvicultura y manejo de recursos renovables, UANL. Linares, Nuevo León, México. 1985. Reporte científico No. 3.
8. Manzano M.G., Nívar J., Pando-Moreno M., Martínez A. Overgrazing and desertification in northern Mexico: highlights on northeastern region. Annals of Arid Zone, Special Issue: Arid Zone Research: Perspectives and Challenges. 2000. 39:285-304.
9. Villalón M.H., Carrillo P.A. Plantas productoras de leña y carbón. En: De la lechuguilla a las biopelículas vegetales las plantas útiles de Nuevo León. Alvarado V. M.A., Rocha E. A. y Moreno L.S. 2010. UANL.
10. Estrada C.E., Yen M.C., Delgado S.A., Villarreal Q.J.A. Leguminosas del centro del estado de Nuevo León, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica. 2004. 75:73-85.
11. Carrillo A., Garza M., Nañez M. J., Garza F., Foughbakhch R., Sandoval S. Physical and mechanical wood properties of 14 timber species from northeast of Mexico. Annals of Forest Science. 2011. DOI 10.1007/s13595-011-0083-1.
12. CEN EN 252. Field test method for determining the relative protective effectiveness of a wood preservative in ground contact (1989).
13. SAS 2000. SAS Institute INC. <http://support.sas.com/rnd/app/da/new/801ce/common/images/copyrite.htm>

14. Scheffler W.C. Bioestadística. Fondo Educativo Interamericano. 1981. México, Distrito Federal.
15. Steel R.G.D., and Torrie J.H. Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach (2nd Ed.). 1980. McGraw-Hill Inc., New York.
16. Eaton R.A., Halle M.D.C. Wood: decay, pests and protection. 1993. Chapman & Hall. London.
17. Mantanis G.I., Young R.A. and Rowell R.M. Part 1. Swelling in water. Wood Science and Technology 1994. 28:119- 134.
18. Carrillo A., Rosales M., Wehenkel Ch. Foroughbakhch R., and Garza F. Phenols and flavonoids concentration and antifungal activity of wood and bark of five tree species form 2 Northeast Mexico. Enviado 2011. International Biodeterioration & Biodegradation.
19. Gámez González H., Moreno Limón S., Ruiz Garza A. Efectos Alelopáticos de *Larrea tridentata*, *Karwinskia humboldtiana* y *Helietta parvifolia* sobre la Germinación de Cultivos de Importancia Económica. 2007. IX Congreso de Ciencia de los Alimentos y V Foro de Ciencia y Tecnología de Alimentos.
20. Eikenes M., Alfredsen G., Christensen B.E., Militz H. and Solheim H. Comparison of chitosans with different molecular weights as possible wood preservatives. Journal of Wood Science. 2005. 51:387-394.

Recibido: 4 de octubre de 2011

Aceptado: 18 de noviembre de 2011