



Madera y Bosques

ISSN: 1405-0471

publicaciones@ecologia.edu.mx

Instituto de Ecología, A.C.

México

Rutiaga Quiñones, José Guadalupe; Weiderpass, E.; Strobel, C.  
Composición química del duramen de la madera de *Quercus candicans* Neé  
Madera y Bosques, vol. 6, núm. 2, 2000, pp. 73-80  
Instituto de Ecología, A.C.  
Xalapa, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61760206>

- 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

## Composición química del duramen de la madera de *Quercus candicans* Neé

José G. Rutiaga Quiñones<sup>1</sup>

E. Windeisen<sup>2</sup>

C. Strobel<sup>2</sup>

### RESUMEN

Harina tamizada del duramen de *Quercus candicans* fue extraída sucesivamente con éter de petróleo, acetona y metanol; posteriormente con agua fría y finalmente con agua caliente. El análisis de carbohidratos se realizó en la harina extraída y en los extractos metanólico y acuosos. Se determinó el contenido de lignina Runkel. En la harina no extraída se determinó el contenido de carbono, hidrógeno, oxígeno y de cenizas. Las cenizas fueron analizadas mediante energía dispersiva de Rayos X. El valor del pH se determinó en la harina no extraída. El duramen de *Q. candicans* contiene 10.2 % de extraíbles, 66.9 % de polisacáridos, 21.4 % de lignina Runkel, 47.2 % de carbono, 6.2 % de hidrógeno, 45.7 % de oxígeno y 0.9 % de cenizas. Las cenizas contienen los siguientes elementos químicos: K, Mg, Ca, P y S. El pH es de 5.6.

### ABSTRACT

Sieved heartwood meal of *Quercus candicans* was extracted with petroleum ether, acetone and methanol, then with cold water and, finally, with hot water. The carbohydrates content was determined in extracted woodmeal, as well as in methanolic and aqueous extracts. The content of Runkel lignin was determined. The content of carbon, hydrogen, oxygen and ashes was also determined for non-extracted wood. The ashes were analyzed by means of dispersive X Ray energy. The pH value was determined. The heartwood of *Q. candicans* contains 10.2 % extractives, 66.9 % polysaccharides, 21.4 % Runkel lignin, 47.2 % carbon, 6.2 % hydrogen, 45.7 % oxygen and 0.9 % ashes. The ashes contain the following inorganic elements: K, Mg, Ca, P and S. The pH value is 5.6.

### PALABRAS CLAVE:

*Quercus candicans*, duramen, extraíbles, polisacáridos, lignina, elementos inorgánicos, química de la madera.

### KEY WORDS:

*Quercus candicans*, heartwood, extractives, polysaccharides, lignin, inorganic elements, wood chemistry.

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Apartado Postal 2-27. Morelia 58041, Mich. México.

<sup>2</sup> Institut für Holzforschung der Technischen Universität München. Winzererstr. 45, D-80797. München.  
Manuscrito recibido el 2 de diciembre de 1999. Aceptado el 3 de marzo del 2000.

## INTRODUCCIÓN

El género *Quercus* es de suma importancia en México, tanto por su abundancia, ya que incide en la mayor parte de los bosques de clima templado y semi-húmedo, como por su utilidad como especie forestal. Martínez (1951) menciona que a pesar de no tener un arreglo sistemático definitivo pudieran existir alrededor de 300 especies en México y Centroamérica, de cuya cifra corresponde a México un 80 %. Algunos estudios alrededor de este género han abarcado temas como: características anatómicas (De la Paz, 1974, 1976, 1982, 1985; Corral, 1981; Bucio, 1985), físicas y anatómicas (Negrete, 1970; Guerrero, 1989; Borja, 1991), físicas y mecánicas (Herrera y Bocanegra, 1996), de maquinado (Flores, 1990; Flores, 1991; Martínez y Martínez-Pinillos, 1996), de secado (Zavala y Hernández, 1995; Zavala et al., 1998) y durabilidad natural (Herrera et al., 1976; Herrera et al., 1980), pero relativamente pocos sobre aspectos químicos: cantidad de extraíbles en *Q. resinosa*, *Q. laurina*, *Q. candicans* y *Q. obtusata* (Sandoval, 1979), análisis de carbohidratos de las mismas especies (Delgado, 1980), y otro sobre el efecto fungicida de los extraíbles de *Q. laurina* (Rutíaga et al., 1999). *Quercus candicans* (roble, encino blanco, encino de asta) se localiza en los estados mexicanos de Sinaloa, Durango, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Guanajuato, Edo. de México, Morelos, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Veracruz y en el Distrito Federal formando parte de los bosques de pino-encino (Niembro, 1986). Su madera se emplea como leña, en la obtención de carbón, en la fabricación de muebles, artículos torneados, durmientes, carrocerías, embarcaciones y para carpintería en general. También se usa para parquet, duela y lambrín, puertas y ventanas, mangos para herramientas e implementos agrícolas (Niembro, 1986).

## OBJETIVO

Determinar el contenido de extraíbles, polisacáridos, lignina, cenizas, pH y la composición elemental del duramen de *Q. candicans*, además, analizar sus cenizas mediante energía dispersiva de Rayos X.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El árbol de *Q. candicans* Neé se colectó en Villa Madero, Michoacán, su altura total fue de 28 m y su diámetro de 38 cm, medido a 1.3 m de altura. De una rodaja de 30 cm de espesor, tomada a 1.3 m del tocón, se obtuvieron muestras representativas de la zona del duramen y fueron molidas, adicionando hielo seco, en un equipo Retsch. La harina obtenida fue tamizada de acuerdo a la norma DIN 4188 (1977) y extraída sucesivamente 6 h con éter de petróleo, acetona y metanol en un aparato Soxhlet; después digerida 48 h en agua a temperatura ambiente (llamado comúnmente extracto acuoso frío) y finalmente extraída 6 h con agua caliente bajo reflujo. Los solventes orgánicos fueron destilados a vacío en un rotavapor y los extractos acuosos se secaron por sublimación en un aparato de liofilización.

El contenido de polisacáridos en la madera extraída y en los extractos metanólico y acuosos se determinó mediante hidrólisis con ácido trifluoroacético bajo diferentes condiciones (Fengel et al., 1978; Fengel y Wegener, 1979) en un analizador de azúcares automático (LC 2000 Biotronik). La lignina se determinó cuantitativamente por el método de Runkel y Wilke (1951). La cantidad de carbono e hidrógeno en la harina del duramen sin extraer se determinó en un analizador elemental (Heraeus, CHN-O-Rapid), el oxígeno fue calculado por diferencia.

Se determinó el contenido de cenizas en la harina no extraída gravimétricamente y su análisis cualitativo se realizó en un espectrómetro de energía dispersiva de Rayos X (Kevex 4000) acoplado a un microscopio electrónico de barrido (Leitz AMR 1200 B), bajo las condiciones de operación: 15 – 20 kV y 300 s. El valor del pH (como "moisture pH", MpH) del duramen se determinó según la metodología de Sandermann y Rothkamm (1959). Todas las determinaciones se efectuaron por triplicado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El valor más bajo de extraíbles correspondió a la extracción con éter de petróleo y los valores más altos a la extracción con metanol y con agua (Fig. 1), lo que hace suponer que en la madera de duramen estudiada se encuentran pocas sustancias no polares, como grasas y ceras, y más sustancias polares, como polisacáridos y flavonoides (Browning, 1967). Mediante la secuencia de extracción aquí empleada se ganaron más extraíbles en agua fría que en agua caliente, pero no siempre sucede así, ya que el tipo de madera desempeña un papel importante. La cantidad total de extraíbles del duramen fue del 10.2 %.

Para la misma especie, recolectada en Tequila, Jalisco, se citan valores de 3.8 % y 5.3 % de extraíbles en alcohol-benceno y agua caliente, respectivamente (Sandoval, 1979). El contenido relativamente alto de sustancias extraíbles presentes en el duramen de *Q. candicans* hace suponer que posee resistencia al ataque de hongos, de hecho se califica de moderada a altamente resistente (Herrera *et al.*, 1976). Pero, una madera con alto contenido de extraíbles no siempre es resistente al biodeterioro.

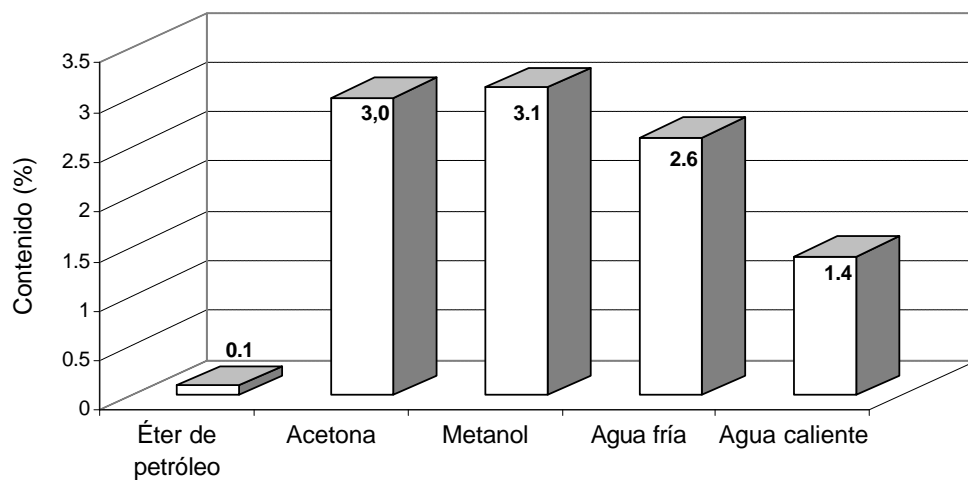
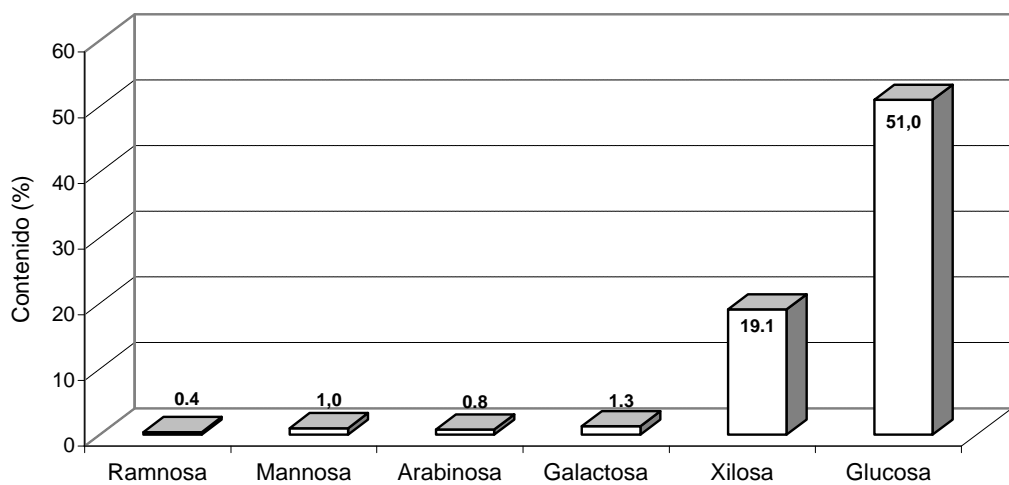
El duramen extraído presentó 19.1 % de xilosa (Fig. 2), valor relativamente alto y típico para maderas latifoliadas

(Fengel y Wegener, 1984); un valor similar de xilosa (19.2 %) ha sido calculado para otra especie de encino, *Q. falcata* (Timell, 1957). En la muestra de *Q. candicans*, colectada en el Estado de Jalisco, se encontró un 28.1 % de xilosa (Delgado, 1980). Estas diferencias pueden deberse a los métodos empleados. La cantidad de polisacáridos en la harina del duramen extraída fue de 65.8 %.

Los hidrolizados de los diferentes extractos revelan distintas cantidades de monosacáridos (Fig. 3), lo que era de esperarse. De ahí se deduce que el extracto acuoso frío fue el que presentó la mayor cantidad de polisacáridos (24.0 %), seguido por el acuoso caliente (16.0 %) y finalmente el metanólico (8.9 %). Estos resultados dejan de manifiesto el efecto de la polaridad de los solventes en la ganancia de estos extractos.

El contenido de lignina Runkel de 21.4 % es comparable con datos presentados para otras especies de encinos (Fengel y Wegener, 1984). Por su bajo contenido de lignina, esta madera pudiera emplearse en la obtención de pulpa celulósica, p.e. en la fábrica "Crisoba Industrial" de Morelia, actualmente se procesan por mes 15,800 m<sup>3</sup> de madera del género *Quercus*. El análisis elemental arrojó los siguientes resultados: 47.2 % de carbono, 6.2 % de hidrógeno y 45.7 % de oxígeno, valores comparables con datos encontrados en la literatura (Nikitin, 1955). El contenido de cenizas encontrado en el duramen fue de 0.9 %, valor comprendido dentro del rango (0.1 - 1.0 %) mencionado en la literatura para maderas latifoliadas de clima templado (Fengel y Wegener, 1984) y ligeramente inferior al valor determinado (1.2 %) para la misma especie colectada en el Estado de Jalisco (Sandoval, 1979).

El análisis cualitativo de las cenizas, mediante energía dispersiva de Rayos X, revela la presencia de 5 elementos químicos: K, Mg, Ca, P y S. Aunque este

Figura 1. Extraíbles en el duramen de *Q. Candicans*Figura 2. Monosacáridos en el duramen extraído de *Q. candicans*

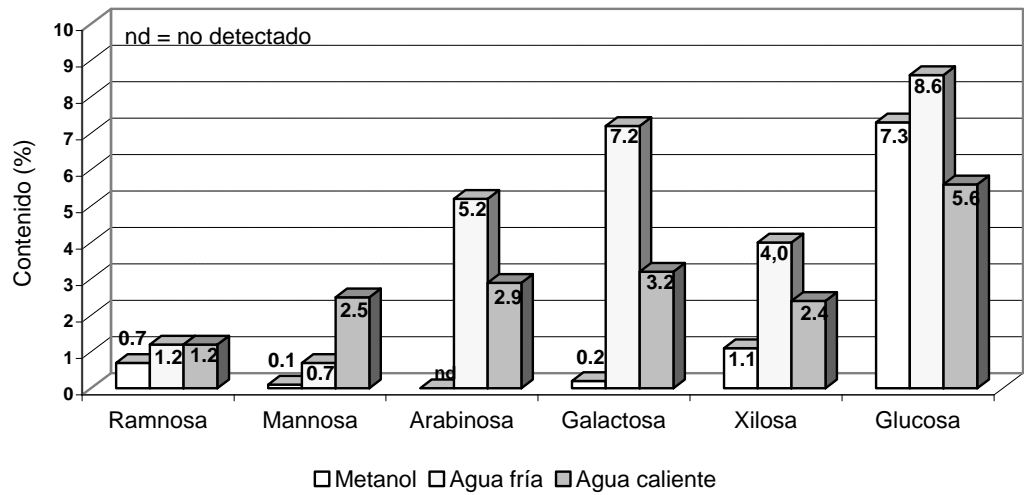


Figura 3. Monosacáridos en los hidrolizados de diferentes extractos del duramen de *Q. candicans*

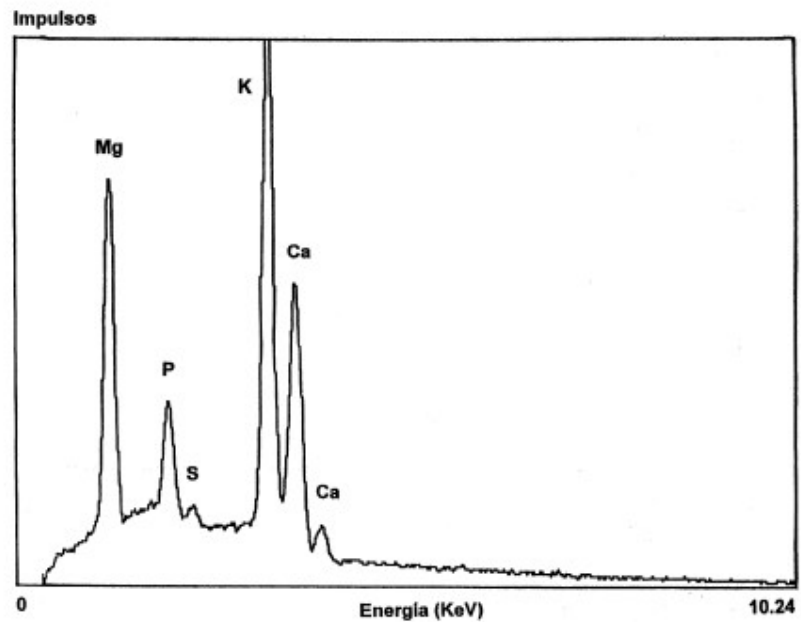


Figura 4. Espectro de Rayos X de la muestra de cenizas del duramen de *Q. candicans*

método no es cuantitativo, una estimación visual del espectro (Fig. 4) indica que el potasio esta presente en mayor cantidad y el azufre en menor. Para otro encino, *Q. alba*, se citan, a excepción del S (Wardell y Hart, 1973), los mismos elementos que se detectaron en este estudio. Por el relativamente bajo contenido de sustancias inorgánicas del duramen pudieran esperarse pocos problemas de desgaste de herramientas al trabajarlo. El valor del pH de 5.6 del duramen concuerda con lo citado para maderas de zonas templadas, pero relativamente alto para tratarse de un encino (Fengel y Wegener, 1984).

### CONCLUSIONES

Se encontró que el duramen de *Q. candicans* contiene 10.2 % de sustancias extraíbles, 66.9 % de polisacáridos, 21.4 % de lignina Runkel, 0.9 % de cenizas y que su composición elemental es: C = 47.2, H = 6.2 y O = 45.7 %. En las cenizas se detectaron los elementos K, Mg, Ca, P y S. El pH del duramen es ácido, 5.6.

### REFERENCIAS

- Borja de la R., A. 1991. Estimation des propriétés du bois de trois espèces de chêne du Mexique (*Quercus candicans*, *Q. crasipes* y *Q. laurina*) en vue de développer leur utilisation industrielle. These Doctorat Sciences du bois. Université de Nancy. Francia. 378 p.
- Browning, B.L. 1967. Methods of wood chemistry. Vol. I. John Wiley & Sons. EUA. 384 p.
- Bucio S., Y.H. 1985. Características anatómicas de la madera de cinco encinos del estado de Michoacán. Bol. Téc. Inst. Nac. Invest. For. 109. México. 52 p.
- Corral, G. 1981. Anatomía de la madera de siete especies del género *Quercus*. Bol. Téc. Inst. Nac. Invest. For. 72. México. 56 p.
- De la Paz P.O., C. 1974. Anatomía de la madera de 5 especies de encinos de Durango. Bol. Téc. Inst. Nac. Invest. For. 43. México. 36 p.
- De la Paz P.O., C. 1976. Anatomía de la madera de cinco especies de encinos de México. Bol. Téc. Inst. Nac. Invest. For. 46. México.
- De la Paz P.O., C. 1982. Estructura anatómica de cinco especies del género *Quercus*. Bol. Téc. Inst. Nac. Invest. For. 88. México. 64 p.
- De la Paz P.O., C. 1985. Características anatómicas de siete especies del género *Quercus*. Bol. Téc. Inst. Nac. Invest. For. 123. México. 72 p.
- Delgado F., E. 1980. Estudio analítico de los carbohidratos de cuatro especies de encino. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara. México. 104 p.
- DIN 4188. Teil 1. 1977. Siebböden; Drahtsiebböden für Analysensiebe, Maße. Fachnormenausschuß Materialprüfung (FNM) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Normenausschuß Holz (NAHolz) im DIN.
- Fengel, D. y G. Wegener. 1979. Hydrolysis of polysaccharides with trifluoroacetic acid and its application to rapid wood and pulp analysis. In: Hidrolysis of cellulose: Mechanisms of enzymatic and acid catalysis (R. D. Brown, Jr. y L. Jurasek, Ed.). Adv. Chem. Ser. No. 181: 145-158.
- Fengel, D. y G. Wegener. 1984. Wood: chemistry, ultrastructure, reactions. Walter de Gruyter. Berlin. 613 p.

- Fengel, D.; G. Wegener, A. Heizmann y M. Przyklenk. 1978. Analyse von Holz und Zellstoff durch Totalhydrolyse mit Trifluoressigsäure. Cell. Chem. Technol. 12: 31-37.
- Flores V., R. 1990. Características de maquinado de cuatro especies maderables de encino del estado de Puebla. Tesis. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 65 p.
- Flores G., E. 1991. Características de maquinado y comparación de dos aleaciones de acero de las cuchillas en el cepillado de tres especies de encino del estado de Guanajuato. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx. 49 p.
- Guerrero O., L. 1989. Relación de la estructura de la madera de *Quercus sartorii* Liebm, con algunas propiedades fisico-mecánicas. Tesis M. C. Colegio de Posgraduados. Montecillo. México. 134 p.
- Herrera. F., M.A. y S. Bocanegra O. 1996. Características físico-mecánicas de la madera de 15 especies del municipio de Morelia. FITECMA-UMSNH. Ciencia y Tecnología de la Madera 10: 3-11.
- Herrera R., J.A., M.S. Gómez N. y A. Herrera B. 1976. Durabilidad natural de la madera de especies forestales mexicanas. Bol. Téc. Inst. Nac. Invest. For. 52. México. 23 p.
- Herrera R., J.A., M.S. Gómez N. y E. Barreto G. 1980. Durabilidad natural de la madera de 14 especies forestales mexicanas. Bol. Téc. Inst. Nac. Invest. For. 67. México. 21 p.
- Martínez, M. 1951. Los encinos de México. An. Inst. Biol. Méx. XXII. 2. In: Serie Técnica No. 8 (1981). Comisión Forestal. Michoacán. México.
- Martínez-C., J.L. y E. Martínez-Pinillos C. 1996. Características de maquinado de 32 especies de madera. Madera y Bosques 2(1): 45-62.
- Negrete L., J.L. 1970. Algunas características físicas y anatómicas de la madera de cuatro especies de encinos (*Quercus*) del estado de Michoacán. Tesis profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo. Edo. de México. 85 p.
- Niembro R., A. 1986. Árboles y arbustos útiles de México. Limusa. 206 p.
- Nikitin, N.I. 1955. Die Chemie des Holzes. Akademie-Verlag. Berlin. 569 p.
- Runkel, R.O.H. y K.D. Wilke. 1951. Zur Kenntnis des thermoplastischen Verhaltnes von Holz. Holz Roh Werkst. (9)7: 260-270.
- Rutiaga Q., J.G., E. Windeisen, P. Schumacher y G. Wegener. 1999. Antifungal effect of extracts from *Quercus laurina* Humb. et Bonpl. Research Trends, India. En prensa.
- Sander mann, W. y M. Rothkamm. 1959. Über die Bedeutung der pH-Wert von Handelshölzern und deren Bedeutung für die Praxis. Holz Roh Werkst. 17(11): 433-440.
- Sandoval O., A. 1979. Estudio analítico de las sustancias extraíbles de cuatro especies del género *Quercus*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara. México. 77 p.
- Timell, T.E. 1957. Tappi 40: 568-572, citado por Delgado F., E. 1980. Estudio analítico de los carbohidratos de cuatro especies de encino. Tesis de Licenciatura.



- Universidad de Guadalajara. México. 104 p.
- Wardell, J.F. y J.H. Hart. 1973. Radial gradients of elements in white oak wood. *Wood Sci.* 5(4): 298-303.
- Zavala Z., D. y M.R. Hernández C. 1995. Análisis de secado al aire libre de la madera aserrada de pino, encino y aile. FITECMA-UMSNH. *Ciencia y Tecnología de la Madera.* 5: 15-23.
- Zavala Z., D., S. Bocanegra O. y M. González J. 1998. Análisis del efecto del precalentamiento en agua en el proceso de secado de la madera de encinos. FITECMA-UMSNH. *Ciencia y Tecnología de la Madera.* Época 2. 1: 10-25.