



## CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA DE LA MADERA DE *Juniperus flaccida* VAR. POBLANA MARTÍNEZ

### TECHNOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE WOOD OF *Juniperus flaccida* VAR. POBLANA MARTÍNEZ<sup>1</sup>

A. Borja de la Rosa<sup>1</sup>; R. Machuca<sup>1</sup>; M. Fuentes Salinas<sup>1</sup>; D. Ayerde Lozada<sup>2</sup>; M. Fuentes López<sup>3</sup>; A. Quintero Alcantar<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. km 38.5 Carretera México-Texcoco. C. P. 56230. MÉXICO.

Correo-e: aborja@correo.chapingo.mx

<sup>2</sup>INIFAP. Campo Experimental de Iguala. km. 2 Carretera Iguala-Tuxpan. C. P. 40000, Iguala, Guerrero, MÉXICO.

<sup>3</sup>INIFAP. Campo Experimental San Martinito. San Martinito Tlahuapan, Puebla. MÉXICO.

<sup>4</sup>Consultora Independiente.

#### RESUMEN

El presente estudio se realizó con la finalidad de conocer las características y propiedades tecnológicas de la madera de *Juniperus flaccida* var. *poblana* Martínez, para lo cual se utilizó la metodología del Laboratorio de Anatomía y Tecnología de la Madera de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. Las propiedades físicas se determinaron según la norma NOM-EE-167-83 y las mecánicas de acuerdo a las normas ASTM 143-83 en el Campo Experimental San Martinito, del Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Los resultados con relación a las características anatómicas fueron los siguientes: la madera presenta un color castaño claro en el duramen y amarillo pálido en la albura, brillo medio, veteado suave, textura fina, hilo recto, sabor característico y olor aromático. Las traqueidas son largas, de diámetro tangencial mediano y paredes delgadas; presentan una hilera de puntuaciones areoladas seriadas, las puntuaciones de los campos de cruzamiento son tipo cupresoides y el parénquima axial es escaso. Los rayos de tipo uniseriados numerosos, muy bajos y muy angostos; los rayos y las células parenquimatosas axiales presentan aceites. La proporción de elementos fue 92 % de traqueidas, 7.72 % de parénquima de rayo y 0.18 % de parénquima axial. La densidad básica fue de 0.50 g·cm<sup>-3</sup>, las contracciones totales fueron: volumétrica de 8.42 %, tangencial de 4.26 % y radial de 3.02 %; y los hinchamientos totales: volumétrico de 9.17 %, tangencial de 4.45 % y radial de 3.12 %. El punto de saturación de la fibra fue de 33 %; el coeficiente de hinchamiento 0.278 %, y la relación de anisotropía de 1.41. Los valores promedio de las propiedades mecánicas al 12 % de contenido de humedad (CH) y en condición verde, se clasificaron de medios a bajos en ambas condiciones de contenido de humedad. Considerando las características anatómicas y los valores de las propiedades físicas y mecánicas, esta madera puede ser empleada para elementos no estructurales como: molduras, peldaños de escaleras, pasamanos, lambrines, muebles, bastidores, mangos de herramientas de trabajo ligero y artesanías.

Recibido: 29 de septiembre, 2010

Aceptado: 27 de octubre, 2010

doi: 10.5154/r.rchscfa.2010.09.083

http://www.chapingo.mx/revistas

**PALABRAS CLAVE:** características anatómicas, proporción de elementos, propiedades físicas y mecánicas.

#### ABSTRACT

This study was conducted in order to determine the characteristics and technological properties of the wood of *Juniperus flaccida* var. *poblana* Martínez, for which the methodology of the Forestry Department's Wood Anatomy and Technology Laboratory at the Universidad Autónoma Chapingo was used. The physical properties were determined according to the NOM-EE-167-83 standard and the mechanical ones according to ASTM standards 143-83 at the San Martinito Research Station, operated by the Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Forest, Agricultural and Livestock Research Institute, known by the acronym INIFAP in Mexico). The results in relation to anatomical characteristics were as follows: the wood is light brown in the heartwood and pale yellow in the sapwood, and it has medium brightness, smooth figure, fine texture, straight grain, characteristic taste and aromatic smell. The tracheids are long, with medium tangential diameter and thin walls; they have a row of seriate bordered pits, the cross-field pits are of the cupressoid type and the axial parenchyma is scanty. The uniseriate-type rays are numerous, very low and very thin; the rays and axial parenchyma cells have oil. The proportion of elements was: 92 % tracheids, 7.72 % ray parenchyma, and 0.18 % axial parenchyma. The specific gravity was 0.50 g·cm<sup>-3</sup>, and the total shrinkage values were: 8.42 % volumetric, 4.26 % tangential and 3.02 % radial. The total swelling values were: 9.17 % volumetric, 4.45 % tangential and 3.12 % radial. The fiber saturation point was 33 %, the swelling coefficient 0.278 % and the anisotropy ratio 1.41. The average strength values at 12 % moisture content (MC) and in green condition were obtained for static bending, compression parallel and perpendicular to grain, hardness, shear, splitting, perpendicular to the fiber tension and impact bending. All these values were classified from medium to low in both moisture content conditions. Considering the anatomical characteristics and values of physical and mechanical properties, this wood can be used for non-structural elements such as moldings, stair treads, handrails, trimmings, furniture, racks, light-duty tool handles and crafts.

**KEY WORDS:** anatomical characteristics, proportion of elements, physical and mechanical properties.

## INTRODUCCIÓN

En México existen 12 especies nativas, seis variedades y tres formas del género *Juniperus*, las cuales varían en su aspecto, siendo casi rastreros hasta árboles de 20 metros o más en altura. El diámetro del tallo es de unos cuantos centímetros hasta más de un metro (Martínez, 1963).

Por otro lado, Ayerde y Becerra (2000) identifican 60 especies en México de este género. *J. flaccida* Schldl tiene una amplia distribución y habita en zonas de transición entre bosques de *Pinus* spp, *Quercus* spp y *Abies* spp. Rzedowski (1978) señala como especies representativas a *J. flaccida*, *J. monosperma*, *J. mexicana*, *J. comitana*, *J. monticola* y *J. deppeana*, conocidas vulgarmente como "cedro", "sabino", "enebro", "tascate", "tláxcal" o "nebrito".

La especie de *Juniperus flaccida* es una de las especies del género *Juniperus* con más amplia distribución en México; se encuentra en Coahuila, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Sonora y Veracruz. Se desarrolla en altitudes que van desde 1,600 a 2,000 m (Martínez, 1963)

En el estado de Guerrero la especie *J. flaccida* Schldl se distribuye en la región montañosa de los municipios de Alcozauca y Tlapa de Comonfort, en el centro en los municipios de Chilpancingo y Leonardo Bravo y en la región norte en los municipios de Taxco, Buenavista de Cuéllar, Tetipac, Ixcateopan y Pilcaya.

El género *Juniperus* spp. tiene un papel importante desde el punto de vista ecológico, porque es un género que presenta resistencia al clima y a la degradación, coloniza en lugares casi solitarios y es hábitat de fauna de zona con altitudes extremas (Gómez, 1995). Asimismo, su amplia distribución se debe a que sus semillas carnosas son transportadas por las aves. (García *et al.* 2004), y en el ámbito industrial, específicamente en la industria cosmética, se utiliza en algunos países como Estados Unidos, Canadá, Francia, Inglaterra y China. También se usa en las industrias farmacéutica, mueblera y artesanal; en el medio rural, para postes o leña (Anderson y Crelling, 1995 y Rodríguez y Huerta, 1995).

Con relación a los usos, en la Isla de Chiloé y en las Islas Patagónicas, la madera del género *Juniperus* spp, se utiliza en construcciones de casas, pisos, puertas, ventanas y muebles, así como lambrines, lápices y tableros aglomerados. Los árboles de tamaño pequeño son demandados para postes de cerca y teléfono, debido a su extraordinaria resistencia a la humedad del suelo (Vales y Clemente, 1999; Rodríguez y Huerta, 1995).

Otro uso de gran importancia son los aceites esenciales, obtenidos generalmente por un proceso de

## INTRODUCTION

In Mexico there are 12 native species, six varieties and three forms of the genus *Juniperus*, which vary in appearance, from being almost creepers to trees of 20 meters or more in height. The stem diameter ranges from a few centimeters to more than one meter (Martínez, 1963).

On the other hand, Ayerde and Becerra (2000) identified 60 species of this genus in Mexico. *J. flaccida* Schldl has a wide distribution and lives in transition zones between forests of *Pinus* spp, *Quercus* spp and *Abies* spp. Rzedowski (1978) designated as representative species *J. flaccida*, *J. monosperma*, *J. mexicana*, *J. comitana*, *J. monticola* and *J. deppeana*, commonly known as "cedar", "sabine", "enebro", "tascate", "tláxcala" or «nebrito.»

The species of *Juniperus flaccida* is one of the species of the genus *Juniperus* with the widest distribution in Mexico; it is found in Coahuila, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Mexico, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Sonora and Veracruz. It grows in altitudes ranging from 1,600 to 2,000 m (Martínez, 1963).

In the state of Guerrero, the species *J. flaccida* Schldl is distributed in the mountainous region of the municipalities of Alcozauca and Tlapa de Comonfort, in the center in the municipalities of Chilpancingo and Leonardo Bravo, and in the north region in the municipalities of Taxco, Buenavista de Cuéllar, Tetipac, Ixcateopan and Pilcaya.

The genus *Juniperus* spp. has an important role from the ecological point of view, because it is a genus that is resistant to weather and degradation, colonizes almost solitary places and is fauna habitat in high-altitude areas (Gómez, 1995). Its wide distribution is due to the fact that its fleshy seeds are transported by birds (García *et al.* 2004). In the industrial sphere, specifically in the cosmetics industry, it is used in countries such as the U.S, Canada, France, England and China. It is also used in the pharmaceutical, furniture and handicrafts sectors, and in rural areas, it is used for poles or firewood (Anderson and Crelling, 1995 and Rodríguez and Huerta, 1995).

With regard to applications, on Chiloé Island and the Patagonia Islands, genus *Juniperus* spp wood is used in building houses, floors, doors, windows and furniture, as well as trimmings, pencils, and particleboard. Small trees are in demand for fence posts and telephone poles due to the wood's extraordinary resistance to soil moisture (Vales and Clement, 1999; Rodríguez and Huerta, 1995).

Another use of great importance is that of the essential oils, which are usually obtained by a distillation process. Oil from *Juniperus* wood is used in the preparation of most

destilación. El aceite de la madera de *Juniperus* se utiliza en la elaboración de la mayoría de perfumes y colonias en el mundo. Los usos más comunes de éste son en la industria de la fragancia de jabones, ambientadores del aire, pulimentos de suelo y fuentes de saneamiento. También se utiliza en desodorantes, insecticidas y bolsas resistentes a polilla (Anderson, 1995), en papel perfumado, productos de cuero, esencia para fragancias de hombres y para imprimir un sabor ahumado a la carne y a los mariscos (Good Scents Company, 1997). En China se extrae el aceite del cedarwood, utilizando *Cupressus funebris*, *Juniperus chinensis* y *Juniperus vulgaris*, el cual compite por su bajo precio con el de *J. virginiana* (FAO, 1995; Thomas and Schumann, 1982). En los Estados Unidos los aceites esenciales se obtienen actualmente de *J. virginiana*, *J. ashei* y *J. mexicana*. En Europa el aceite de alquitrán de enebro se obtiene de la madera de *J. oxycedrus* (Good Scents Company, 1997).

Debido a la importancia del género *Juniperus* en las diferentes industrias, se han realizado estudios sobre la tecnología de madera. Por ejemplo, se han estudiado las características macroscópicas y la densidad básica de *J. monosperma* var. *gracilis* Martínez, *J. uvifera* D. Don., *J. deppeana* Steud., *J. osteosperma* Torr., *J. virginiana* L., *J. thurifera* L. (Huerta, 1963; Vales y Clemente, 1999; Barger, 1972; Nájera y García, 2009; Milles y Smith, 2009). Además, debido a su importancia maderable, *J. flaccida* es un recurso forestal importante, y por lo tanto se han realizado estudios sobre los factores que influyen en su estructura poblacional, teniendo en consideración el aprovechamiento de madera y el apacentamiento (Ayerde y López, 2006).

Es por esto que el objetivo de este estudio es contribuir al conocimiento anatómico y físico-mecánico de la madera de *Juniperus flaccida* var. *poblana* Martínez, con la finalidad de conocer las cualidades o atributos de la madera y poder seleccionar el proceso de transformación y el uso más adecuado.

---

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del área de estudio

El municipio de Pilcaya se localiza en la parte norte del estado de Guerrero, entre los paralelos 18° 42' y 18° 47' de latitud norte y los 99° 30' y 99° 44' de longitud este. Colinda al norte con el Estado de México; al sur con el municipio de Tetipac; al este con el estado de Morelos y al oeste con el Estado de México. Se encuentra ubicado entre los 1,000 y 2,000 m; predomina el clima subhúmedo cálido, la temperatura media oscila entre los 10° y 20 °C, presenta lluvias en verano y otoño, con vientos moderados predominantes del sureste a noreste.

El municipio de Tetipac se encuentra en la zona norte

perfumes and colognes in the world. The most common uses of these oils are in the fragrant soap industry, air fresheners, floor polishes and sanitation products. It is also used in deodorants, insecticides and moth-proof bags (Anderson, 1995), as well as in scented paper, leather goods, men's fragrances and for lending a smoky flavor to meat and seafood (Good Scents Company, 1997). In China, cedarwood oil is extracted from *Cupressus funebris*, *Juniperus chinensis* and *Juniperus vulgaris*. Due to its low price, it competes with the oil extracted from *J. virginiana* (FAO, 1995; Thomas and Schumann, 1982). In the United States essential oils are currently obtained from *J. virginiana*, *J. ashei* and *J. mexicana*. In Europe, juniper tar oil is obtained from *J. oxycedrus* wood (Good Scents Company, 1997).

Owing to the importance of the genus *Juniperus* in different industries, several studies have been conducted on its wood technology. For example, the macroscopic characteristics and specific gravity of the following species have been studied: *J. monosperma* var. *gracilis* Martínez, *J. uvifera* D. Don., *J. deppeana* Steud., *J. osteosperma* Torr., *J. virginiana* L., and *J. thurifera* L. (Huerta, 1963; Vales and Clemente, 1999; Barger, 1972; Nájera and García, 2009; Miller and Smith, 2009). In addition, due to its timber importance, *J. flaccida* is a valuable forest resource and, therefore, studies have been carried out on the factors affecting its population structure, taking into consideration timber harvesting and grazing (Ayerde and Lopez, 2006).

Thus, the aim of this study is to contribute to the anatomical and physical-mechanical knowledge of the wood of *Juniperus flaccida* var. *poblana* Martínez, in order to know the qualities or attributes of the wood and be able to select the most appropriate transformation process and use.

---

## MATERIALS AND METHODS

### Location of the study area

The municipality of Pilcaya is located in the northern part of the State of Guerrero, between parallels 18° 42' and 18° 47' north latitude and 99° 30' and 99° 44' east latitude. It is bordered on the north by the State of Mexico, to the south by the municipality of Tetipac, to the east by the State of Morelos and to the west by the State of Mexico. It is located between 1,000 and 2,000 m. It has a warm subhumid climate, with average temperatures ranging from 10° to 20 °C, rain in summer and autumn, and moderate prevailing winds from the southeast to the northeast.

The municipality of Tetipac is located in the northern part of Guerrero, between 18° 36' and 18° 43' north latitude and between 99° 32' and 99° 51' west longitude. It is bordered to the north and east by Pilcaya, to the south by

de Guerrero, entre los 18° 36' y 18° 43' de latitud norte y entre los 90° 32' y 29° 51' de longitud oeste. Colinda al norte y este con Pilcaya; al sur con Taxco, al oeste con Pedro Ascencio Alquisiras y con el Estado de México. La altitud del municipio varía de 1,000 a 2,000 m; el clima es cálido subhúmedo con temperaturas anuales que oscilan entre 18° y 22 °C; la precipitación media anual es de 1,200 mm (Secretaría de Gobernación, 1987).

### Material colectado

Se colectaron dos árboles por municipio, considerando el diámetro y la altura promedio de la masa forestal. Los suelos en las dos áreas son leptisoles líticos; la topografía de Tetipac es accidentada con exposición noreste, y la de Pilcaya ligeramente accidentada, con exposición sureste (Cuadro 1). Asimismo, se colectó una muestra de herbario del municipio de Tetipac, Guerrero, el cual estaba asociado con *Taxodium*, *Quercus* y *Crescentia* con una pendiente del 20 % y una altitud de 1,800 m, que fue identificada en el herbario de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo.

El estudio anatómico y de propiedades físicas fue realizado en el Laboratorio de Anatomía y Tecnología de la Madera de la Universidad Autónoma Chapingo, y los ensayos mecánicos en el Campo Experimental San Martinito, del Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

### Características macroscópicas

Se obtuvieron tablillas de 15 x 7 x 1 cm de cortes típicos transversales, radiales y tangenciales, donde se evaluaron las características siguientes: el color de la madera (albura y duramen), de acuerdo a Munsell Color Company (1964), y el olor y sabor, empleando el sentido del gusto y del olfato. El brillo se determinó reflejando una fuente de luz en la superficie de la madera, y se clasificó según Ortega *et al.* (1992). Para la textura se consideró el tamaño de los elementos constitutivos, según Tortorelli (1956). Para el hilo se observó la dirección de los elementos constitutivos de la madera con referencia al eje axial, según Tortorelli (1956).

Taxco, and to the west by Pedro Ascencio Alquisiras and the State of Mexico. The altitude of the municipality ranges from 1,000 to 2,000 m, and its climate is warm subhumid with annual temperatures ranging between 18° and 22 °C. Average annual precipitation is 1,200 mm (Ministry of the Interior, 1987).

### Material collected

Two trees were collected per municipality, considering the average diameter and height in the forest stand. Soils in both areas are lytic leptisols; Tetipac's topography is rugged with northeast exposure, while Pilcaya's is slightly rugged with southeast exposure (Table 1). In addition, a herbarium sample was collected from the municipality of Tetipac, Guerrero, which was associated with *Taxodium*, *Quercus* and *Crescentia* with a slope of 20 % and an altitude of 1,800 m: the sample was identified in the Forestry Department herbarium at the Universidad Autónoma Chapingo.

The study of anatomical and physical properties was conducted at the Wood Anatomy and Technology Laboratory of the Universidad Autónoma Chapingo, while the mechanical tests were performed at the San Martinito Research Station operated by the Forest, Agricultural and Livestock Research Institute (INIFAP).

### Macroscopic characteristics

Small boards were obtained measuring 15 x 7 x 1 cm, with typical cross section, radial and tangential cuts, from which the following characteristics were assessed: the color of the wood (sapwood and heartwood) according to the Munsell Color Company (1964), and the smell and taste, using the senses of taste and smell. Brightness was determined by reflecting a light source on the surface of the wood and then classifying it according to Ortega *et al.* (1992). For texture, the size of the constituent elements was considered, based on Tortorelli (1956). For grain, the direction of the wood's constituent elements was observed with reference to the axial axis, based on Tortorelli (1956).

CUADRO 1. Datos de los árboles estudiados

TABLE 1. Data from the trees studied

Núm.	Lugar de colecta	Diámetro normal (cm)	Altura total (m)	Altura de fuste limpio (m)	Pendiente %	Asociación vegetal
1	Tetipac	0.27	18	10	45	<i>Taxodium</i> , <i>Quercus</i> y <i>Crescentia</i>
2	Tetipac	0.26	20	5	45	<i>Taxodium</i> , <i>Quercus</i> y <i>Crescentia</i>
3	Pilcaya	0.40	15	3	20	<i>Taxodium</i> , <i>Quercus</i> y <i>Crescentia</i>
4	Pilcaya	0.40	15	4	20	<i>Taxodium</i> , <i>Quercus</i> y <i>Crescentia</i>

DN: Diámetro normal (Diámetro a la altura del pecho)

DN: Normal diameter (diameter at chest height)

## Características microscópicas

Se obtuvieron cubos 2 x 2 x 2 cm orientados en la dirección radial y tangencial, en dos rodajas de 5 cm de espesor a la altura de 1.30 m; los cubos fueron distribuidos cerca de la corteza, en el duramen y cerca de la médula (la distribución se realizó de esta manera porque este material se utilizará posteriormente para conocer la variabilidad de las traqueidas en sentido radial). Fueron ablandados por el método de ebullición en agua destilada durante 35 horas. Una vez ablandados se obtuvieron cortes típicos (transversal, tangencial y radial) de 20 micras de espesor. Para la elaboración de material disociado, se obtuvieron de los cubos astillas muy delgadas, y se colocaron en frascos con una mezcla de peróxido de hidrógeno al 30 % y ácido acético en partes iguales. En estas condiciones, el material fue colocado en un horno a una temperatura de 60-65 °C por 48 horas. El material disociado se retiró del horno y se lavó con agua destilada hasta eliminar las sustancias disociadoras. La elaboración de las preparaciones de cortes y material disociado se realizó según la metodología del Laboratorio de Anatomía y Tecnología de la Madera (Navarro *et al.*, 2005).

En las traqueidas de madera temprana y tardía se midió la longitud, se clasificó según Vignote y Jiménez (1996), considerando el diámetro total, el diámetro del lumen y el grosor de la pared celular, se clasificó según Tortorelli (1956), se describió el tipo de puntuaciones; además, se determinó el tipo de radios, se clasificó según Peraza *et al.* (1993), se midió la altura, se clasificó según Tortorelli (1956) y el ancho de los radios se clasificó según Jane (1970). El tipo de puntuación de los campos de cruzamiento se clasificó según Panshin y De Zeew (1980); el parénquima axial, se clasificó según Tortorelli (1956); se identificó la modificación de la pared celular del parénquima axial y el tipo de extractivos se determinó de manera apreciativa.

### Proporción de elementos constitutivos

La proporción de elementos constitutivos se realizó según Machuca (1995). Los valores obtenidos se multiplicaron por 100 para expresarlos en porcentaje, y la clasificación de dichos porcentajes se realizó según Kollman (1959).

### Índices de calidad de pulpa para papel

Con los datos de longitud, diámetros de lumen, diámetro total y grosor de pared de las traqueidas se calcularon los siguientes coeficientes:

Donde

2W = Dos veces el grosor de la pared celular de la traqueida

## Microscopic characteristics

Cubes measuring 2 x 2 x 2 cm were obtained, oriented in the radial and tangential direction, in two 5-cm thick slices at a height of 1.30 m. The cubes were distributed near the bark, in the heartwood and close to the core (the distribution was performed in this way because this material is later used to determine the variability of the tracheids in a radial direction). They were softened by boiling them in distilled water for 35 hours. Once softened, typical cuts (cross-section, tangential and radial) of 20 microns in thickness were obtained. To prepare the dissociated material, very thin slivers were obtained from the cubes and placed in bottles with a mixture of hydrogen peroxide at 30 % and acetic acid in equal parts. Under these conditions, the material was placed in an oven at a temperature of 60-65 °C for 48 hours. The dissociated material was removed from the oven and washed with distilled water to eliminate the dissociative substances. The sections and dissociated material prepared were made based on the methodology of the Wood Anatomy and Technology Laboratory (Navarro *et al.*, 2005).

The length of the early- and latewood tracheids was measured and classified according to Vignote and Jiménez (1996). Taking into account total diameter, lumen diameter and cell wall thickness, they were classified according to Tortorelli (1956), and the type of pits was described. In addition, the type of rays was determined and then classified based on Peraza *et al.* (1993). Height was measured and categorized according to Tortorelli (1956) and the width of the rays was classified based on Jane (1970). The type of cross-field pits was classified according to Panshin and De Zeew (1980); the axial parenchyma was classified based on Tortorelli (1956); the modification of the cell wall of the axial parenchyma was identified, and the type of extractives was estimated.

### Proportion of constituent elements

The proportion of constituent elements was determined according to Machuca (1995). The values obtained were multiplied by 100 to express them as a percentage, and the classification of these percentages was carried out according to Kollman (1959).

### Quality indexes of pulp for paper

With the data pertaining to length, lumen diameter, total diameter and wall thickness of the tracheids, the following coefficients were calculated:

Where

2W = Twice the thickness of the tracheid cell wall

D = Tracheid diameter

D = Diámetro de la traqueida

I = Diámetro del lumen

L = Longitud de la traqueida

I = Lumen diameter

L = Tracheid length

Criterion	Determinación	Clasificación
Coefficiente de rigidez (C.R.)	C.R. = 2W/D	Fuentes, 1987
Coefficiente de flexibilidad (C.F.)	C.F. = I / D	Porres y Valladares, 1979
Coefficiente de Petri o índice de esbeltez (I.E.)	I.E. = L/D	Fuentes, 1987
Relación de Runkel (R.R.)	R.R. = 2W / I	

Criterion	Determination	Classification
Coefficient of rigidity (C.R.)	C.R.=2W/D	Fuentes, 1987
Coefficient of flexibility (C.F)	C.F.=I / D	Porres and Valladares 1979
Coefficient of Petri or slenderness index (S.I.)	S.I.=L/D	Fuentes, 1987
Runkel ratio (R.R.)	R.R.= 2W / I	

### Propiedades físicas

Contenido de humedad en estado verde

De una rodaja a la altura de 0.30 m, de cada árbol derribado, se obtuvieron cuatro probetas, para determinar el contenido de humedad en verde. Cada probeta fue pesada en una balanza analítica de precisión a la centésima de gramo, obteniéndose el peso inicial. Posteriormente las muestras fueron colocadas en un horno a una temperatura de 103 ± 2 °C, hasta alcanzar el peso constante; se pesaron nuevamente y se calculó el contenido de humedad en estado verde según Fuentes (1998).

### Densidad

Debido a que la densidad de la madera está influida por el contenido de humedad que presenta, se determinó la densidad saturada, básica, normal y anhidra. De acuerdo a la norma NOM EE-117-1981, se utilizaron 100 probetas (50 de albura y 50 de duramen), las cuales fueron llevadas a estado saturado para obtener el peso saturado y el volumen saturado. Posteriormente fueron expuestas al medio ambiente hasta alcanzar el peso a un contenido de humedad en equilibrio y su volumen. Finalmente, fueron introducidas en un horno a 103±2 °C para lograr el peso anhidro y volumen anhidro. Para la obtención del volumen se utilizó el método de desplazamiento en agua, mediante el uso de una balanza analítica, (Fuentes, 1998) y se clasificó Según Vignote y Jiménez (1996), y la densidad normal según Tortorelli (1956).

Coefficiente de Contracción Volumétrica y Coeficiente de Hinchamiento

El coeficiente de contracción volumétrica (Vc) indica el porcentaje de contracción que experimenta la madera, por cada grado de humedad que ésta pierde por debajo del punto de saturación de la fibra. El coeficiente de hinchamiento (Vh) es el hinchamiento que experimenta la madera por cada 1 % de contenido de humedad que ésta aumenta dentro del rango del agua higroscópica. Para el cálculo de ambos coeficientes se utilizaron 100 probetas de 2 x 2 x 2 cm y se clasificó según Fuentes (1998).

### Physical properties

Moisture content in green condition

From a slice at a height of 0.30 m for each tree felled, four specimens were obtained to determine the moisture content in green. Each specimen was weighed in an analytical balance accurate to one hundredth of a gram, obtaining the initial weight. The samples were then placed in an oven at a temperature of 103± 2 °C to reach constant weight. They were weighed again and the moisture content in green condition was calculated based on Fuentes (1998).

### Density

Because wood density is influenced by the moisture content it presents, the saturated, basic, normal and anhydrous densities were determined. Based on the NOM EE117-1981 standard, 100 specimens (50 of sapwood and 50 of heartwood) were used, which were brought to a saturated state to obtain saturated weight and saturated volume. They were then exposed to the environment to reach the equilibrium moisture content weight and volume. Finally, they were placed in an oven at 10±32 °C to achieve anhydrous weight and volume. To obtain volume, the water displacement method was used, employing an analytical balance (Fuentes, 1998), and it was classified according to Vignote and Jiménez (1996), while normal density was classified based on Tortorelli (1956).

Volumetric Shrinkage Coefficient and Swelling Coefficient

The volumetric shrinkage coefficient indicates the percentage of shrinkage or contraction experienced by the timber, for every degree of moisture it loses below the fiber saturation point. The swelling coefficient is the swelling experienced by the wood per 1 % moisture content increase within the hygroscopic water range. For the calculation of both coefficients, 100 specimens measuring 2 x 2 x 2 cm were used and classification was based on Fuentes (1998).

Shrinkage and swelling and anisotropy

To assess the partial and total radial, tangential and volumetric shrinkage and swelling, the anisotropic ratio was determined, which exists within the magnitude

Contracciones e hinchamientos y relación de anisotropía

Para evaluar las contracciones e hinchamientos radiales, tangenciales y volumétricos parciales y totales, se determinó la relación anisotrópica, que es la existente entre la magnitud de la contracción tangencial total (%  $\beta_{Tt}$ ) de la contracción radial total (%  $\beta_{Rt}$ ). Bajo las especificaciones de la norma mexicana NOM- EE- 167- 1983, se emplearon 50 probetas; el coeficiente de hinchamiento se clasificó según Pérez (1983), y las contracciones y relación de anisotropía según Fuentes (1998).

### El Punto de Saturación de la Fibra (PSF)

El punto de saturación de las fibras es cuando contienen toda el agua higroscópica y nada de agua libre; a partir de este punto la pérdida de agua de las paredes celulares causa la contracción de la madera. La determinación y clasificación se realizó de acuerdo a Fuentes (2000).

### Propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas se refieren a la capacidad de la madera de manifestarse cuando se le aplica una fuerza externa. Éstas son importantes de conocer sobre todo en el uso estructural de la madera. Todos los ensayos, excepto el de flexión dinámica, se realizaron según la norma ASTM D 143-83, utilizando la máquina universal de pruebas mecánicas Tinius Olsen con capacidad de 30 toneladas. Se utilizaron seis probetas en estado seco y seis en estado verde.

El ensayo de flexión dinámica se efectuó según la norma francesa NFB51-009-42; se usó la máquina AMSLER con capacidad de 6 toneladas, con un peso del péndulo de 8.5 kg y una altura de caída de 1.2 m; se utilizaron seis probetas en estado seco y 6 en estado verde.

### Flexión estática

Esta propiedad mecánica se realizó con un rango de carga de 0-2400 lb, para condición seca y húmeda, velocidad de aplicación 2.5400 mm/min. Fue determinado el Esfuerzo al límite de proporcionalidad ( $E_{LP}$ ), Módulo de ruptura (MOR) y Módulo de elasticidad (MOE).

### Compresión paralela a las fibras

Esta propiedad se efectuó con un rango de carga condición seca 0-60,000 lb y húmeda 0-12,000 lb, velocidad de aplicación 0.6096 mm/min. Fue determinado el Esfuerzo al límite de proporcionalidad ( $E_{LP}$ ), Módulo de ruptura (MOR) y Módulo de elasticidad a compresión paralela (MOE).

of the total tangential shrinkage (%  $\beta_{Tt}$ ) of the total radial shrinkage (%  $\beta_{Rt}$ ). Under the specifications of the Mexican standard NOM-EE-167- 1983, 50 specimens were used; the swelling coefficient was classified according to Pérez (1983), and the shrinkage coefficient and anisotropy ratio according to Fuentes (1998).

### Fiber Saturation Point (FSP)

The saturation point is when the fibers contain only hygroscopic water and no free water. From this point, the water loss from the cell walls causes wood shrinkage. The identification and classification was performed according to Fuentes (2000).

### Mechanical properties

Mechanical properties relate to the ability shown by wood when an external force is applied to it. These are important to know, especially in relation to the structural use of wood. All tests, except dynamic bending, were performed according to the ASTM D 143-83 standard, using the Tinius Olsen universal mechanical testing machine with a 30-ton capacity. Six specimens were used in dry state and six in green.

The dynamic bending test was performed according to French standard NFB51-009-42, using an AMSLER machine with a capacity of 6 tons, pendulum weight of 8.5 kg and drop height of 1.2 m. Six specimens were used in dry state and six in green.

### Static bending

This mechanical property was measured with a load range of 0-2400 lb, for dry and wet condition, at an application rate of 2.5400 mm/min. The Stress limit of proportionality ( $S_{LP}$ ), Modulus of rupture (MOR) and Modulus of elasticity (MOE) were determined.

### Compression parallel to the grain

This property was assessed with a dry condition load range of 0-60,000 lb and a wet condition range of 0-12,000 lb, both at an application rate of 0.6096 mm/min. The Stress limit of proportionality ( $S_{LP}$ ), Modulus of rupture (MOR) and Modulus of elasticity to compression parallel (MOE) were determined.

### Compression perpendicular

This property test was carried out with a load range of 0-12,000 lb for dry and wet condition, at an application rate of 0.3048 mm/min. The Stress limit of proportionality ( $S_{LP}$ ) was determined.

## Compresión perpendicular

Esta propiedad se llevó a cabo con un rango de carga de 0-12,000 lb, para condición seca y húmeda, velocidad de aplicación 0.3048 mm/min. Fue determinado el Esfuerzo en el Límite de proporcionalidad ( $E_{Lp}$ ).

## Cizalle o cortante

Se ejecutó con un rango de carga de 0-12,000 lb, para condición seca y húmeda, velocidad de aplicación 0.6096 mm/min. Fue determinada la resistencia a cortante ( $R_c$ ).

## Clivaje o rajado

Se realizó con un rango de carga de 0-2400 lb, para condición seca y húmeda, velocidad de aplicación 2,5400 mm/min. Fue determinada la resistencia al clivaje ( $R_{cv}$ ).

Tensión perpendicular a las fibras

Esta propiedad se efectuó con un rango de carga de 0-2400 lb, para condición seca y húmeda, velocidad de aplicación 1,2700 mm/min.

## Dureza Janka

Se realizó con un rango de carga de 0-2400 lb, para condición seca y húmeda, velocidad de aplicación 6.3500 mm/min. La dureza en el plano transversal se expresa como el promedio aritmético de las resistencias en sus dos extremos, en los planos laterales en el sentido perpendicular a la dirección de las fibras y se expresa como el promedio aritmético de la resistencia obtenida en las caras tangenciales y radiales de la probeta.

## Flexión dinámica

Se utilizó un rango de carga de 8.5 kg para condición seca y húmeda. Fue determinado el Trabajo a la ruptura o resiliencia ( $W$ ), Coeficiente de resiliencia ( $K$ ), Cota de resiliencia ( $ck$ ), Reacción instantánea de ruptura ( $R$ ), Resistencia unitaria a la flexión dinámica ( $F_d$ ) y Cota de flexión dinámica ( $cF_d$ )

**Ajuste de los valores de resistencia.** Debido a que el contenido de humedad en condición seca fue de 15.69 %, se realizó un ajuste en los valores de resistencia utilizando la siguiente expresión Dinwoodie (2000):

$R_{12}$  = Resistencia al 12 % de contenido de humedad

$R_r$  = Resistencia en condición seca al contenido de humedad real

$CH_r$  = Contenido de humedad real

$R_v$  = Resistencia en condición verde

$CH_{12}$  = Contenido de humedad del 12 %

PSF = Punto de saturación de la fibra



FIGURA 1. Muestra botánica de *J. flaccida* var. poblana Martínez, procedente del municipio de Tetipac, Gro.

FIGURE 1. Botanical sample of *J. flaccida* var. poblana Martínez, from the municipality of Tetipac, Gro.

## Shear

This test was performed with a load range of 0-12,000 lb, for dry and wet condition, at an application rate of 0.6096 mm/min. The shear strength ( $S_s$ ) was determined.

## Cleavage

This was performed with a load range of 0-2400 lb, for dry and wet condition, at an application rate of 2.5400 mm/min. The resistance to cleavage ( $R_{cv}$ ) was determined.

## Tension perpendicular to grain

This was performed with a load range of 0-2400 lb, for dry and wet condition, at an application rate of 1.2700 mm/min.

## Janka hardness

This was performed with a load range of 0-2400 lb, for dry and wet condition, at an application rate of 6.3500 mm/min. The hardness in the transverse plane is expressed as the arithmetic average of the resistances at both ends. In the lateral planes in the direction perpendicular to the direction of the fibers, it is expressed as the arithmetic average of the resistance obtained on the tangential and radial faces of the specimen.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se presenta la muestra botánica que fue identificada por el Doctor Enrique Guizar Nolasco, encargado del Herbario de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo.

### Características macroscópicas

En el Cuadro 2 se presentan las características macroscópicas y los cortes transversal, tangencial y radial de *J. flaccida* var. poblana.

Debido a la textura fina, hilo recto, el comportamiento de esta madera ante las máquinas y herramientas de corte podría ser bueno a excelente.

### Características microscópicas

En el Cuadro 3 se indican las características anatómicas, y en la Figura 2 se muestra la estructura de la madera en corte transversal, radial y tangencial. En el corte transversal se observa el paso abrupto de madera temprana a tardía; en el corte radial los campos de cruzamiento se muestran de tipo cupresoide y los radios son uniseriados en el corte tangencial. En la Figura 3a se muestran las crásulas, en la 3b las paredes nodulares en el parénquima axial, en la 3c el campo de cruzamiento tipo cupresoide y en la 3d puntuaciones seriadas

CUADRO 2 .Características macroscópicas de la madera de *J. flaccida* var. poblana.

TABLE 2. Macroscopic characteristics of *J. flaccida* var. poblana wood.

Característica	Descripción	Cortes típicos
Color	Duramen castaño claro (HUE7.5YR 5/4) Albura amarillo pálido (HUE2.5Y 7/4)	
Olor	Aromático	
Sabor	Característico	
Brillo	Medio	
Veteado	Suave	
Textura	Fina	
Hilo	Recto	

## Impact bending

A load range of 8.5 kg was used for dry and wet condition. The Work at break or impact strength, Coefficient of resilience, Resilience limit, Instantaneous reaction of rupture, Unitary resistance to dynamic bending and Bending dynamics limit were determined.

Adjustment of the resistance values. Because the moisture content in dry condition was 15.69 %, an adjustment was made in the resistance values using the following Dinwoodie expression (2000):

$R_{12}$  = Resistance at 12 % moisture content  
 $R_a$  = Resistance in dry condition to actual moisture content  
 $M_{Ca}$  = Actual moisture content  
 $M_{C12}$  = 12 % moisture content  
 $R_g$  = Resistance in green condition  
 $FSP$  = Fiber saturation point

## RESULTS AND DISCUSSION

Figure 1 shows the botanical sample that was identified by Dr. Enrique Guizar Nolasco, head of the Forestry Department herbarium at the Universidad Autónoma Chapingo.

### Macroscopic characteristics

Table 2 shows the macroscopic characteristics and the cross-section, tangential and radial sections of *J. flaccida* var. poblana.

**CUADRO 3. Características anatómicas de la madera de *J. flaccida* var. poblana.****TABLE 3. Anatomical characteristics of *J. flaccida* var. poblana wood.**

TRAQUEIDAS DE MADERA TEMPRANA						
	Longitud ( $\mu$ )	Diámetro total ( $\mu$ )	Diámetro de lumen ( $\mu$ )	Grosor de pared ( $\mu$ )		
<b>Máximo</b>	3153.85	60.00	50	12.50		
<b>Medio</b>	2416.35	40.70	26.46	5.62		
<b>Mínimo</b>	1461.54	25.00	15	1.25		
<b>Clasificación</b>	Largas	Mediano	Extremadamente ancho	Delgada		
TRAQUEIDAS DE MADERA TARDÍA						
	Longitud ( $\mu$ )	Diámetro total ( $\mu$ )	Diámetro de lumen ( $\mu$ )	Grosor de pared ( $\mu$ )		
Máximo	3153.85	47.50	32.5	16.25		
Medio	2239.38	31.20	16.72	7.24		
Mínimo	1500.00	17.50	5	2.50		
<b>Clasificación</b>	Largas	Mediano	Muy ancho	Delgada		
PARÉNQUIMA						
AXIAL			RADIAL			
Apotraqueal difuso	Clase	Número por mm <sup>2</sup>	Altura ( $\mu$ )	Ancho de la ( $\mu$ )	Número por milímetro lineal	
	Uniseriados	<b>Max.</b>	54	410	30	11
		<b>Med.</b>	44	127	24	9
		<b>Min.</b>	31	20	10	5
<b>Clasificación</b>			Muy bajos	Muy angostos	Numerosos	
CONTENIDO CELULAR						
Parénquima radial		Traqueidas		Parénquima axial		
Aceites		Aceites		Aceites		
MODIFICACIONES DE PARED CELULAR						
	Puntuaciones	Crásulas	Paredes horizontales	Paredes nodulares		
<b>En traqueidas</b>	Areoladas seriadas	X		X		
<b>En campos de cruzamiento</b>	Cupressoides		X			

**Proporción de elementos constitutivos**

En el Cuadro 4 se muestra la proporción de elementos constitutivos así como la clasificación del porcentaje que presentan las traqueidas, menor al de *Cupressus sempervirens* (94.2 %) y mayor al de *Juniperus excelsa* (91.5 %) que mencionan Panshin y De Zeeuw (1980).

**Índices de calidad de pulpa para papel**

En la Cuadro 5, se observan los índices de calidad de pulpa de la madera de *J. flaccida* var. poblana.

Los aspectos morfológicos de las células de la madera influyen en la calidad del papel, y por lo tanto los índices de calidad de pulpa indican si una madera es buena como material fibroso (Tamarit, 1996). Esta madera posee, en general, buenas características para ser utilizada en la elaboración de pulpa para papel, pero tiene el inconveniente de presentar color castaño claro en

Due to its fine texture and straight grain, the behavior of this wood in cutting machines and tools may be good to excellent.

**Microscopic characteristics**

Table 3 shows the anatomical characteristics, and Figure 2 shows the structure of the wood in cross section, radial and tangential view. In the cross section, the abrupt step from early- to latewood can be seen. In the radial cut, cupressoid cross-fields are shown, while uniseriate rays are seen in the tangential cut. Figure 3a shows the crasulas, 3b the nodular walls in axial parenchyma, 3c the cupressoid cross-fields, and 3d the seriate bordered pits.

**Proportion of constituent elements**

Table 4 shows the proportion of constituent elements and the classification of the percentage presented by the tracheids, which is lower than that of *Cupressus*

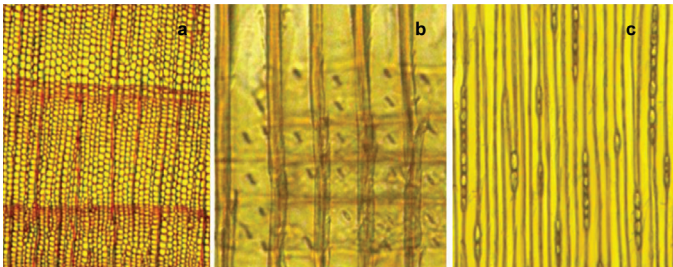


FIGURA 2. Estructura anatómica de la madera de *J. flaccida* var. Poblana: a) Corte transversal (4x); b) Corte radial (40x); c) Corte tangencial (10x)

FIGURE 2. Anatomical structure of *J. flaccida* var. poblana wood: a) cross-section cut (4x); b) radial cut (40x); c) tangential cut (10x)

el duramen y contenido de aceites, lo cual no impide que sea una materia prima con buenas características para la elaboración de pulpa para papel. Sin embargo, puede ser materia prima para la elaboración de tableros de fibras. Por otro lado, Rodríguez y Huerta (1995) mencionan que las traqueidas de la madera de *Juniperus* son más cortas que las del género *Pinus* sp.

**Propiedades físicas**

Contenido de humedad verde

El valor promedio del contenido de humedad verde fue de 74.27 %. Esto indica que para propósitos de secado, esta madera se ubica en el nivel de clasificación C, según Simpson (1991).

Densidad de la madera

La densidad básica es el parámetro más utilizado como índice de comparación entre las diferentes especies de maderas; es importante en la determinación de las propiedades físicas y mecánicas (Fuentes, 1998). Las diferentes densidades de la madera de *J. flaccida* var. poblana se muestran en el Cuadro 6.

Contracción

La madera se contrae a medida que el contenido de humedad disminuye por abajo del punto de saturación de la fibra, lo cual ocasiona diversos defectos como grietas,

CUADRO 4.- Proporción de elementos constitutivos presentes en la madera de *J. flaccida* var. poblana.

TABLE 4.- Proportion of constituent elements present in *J. flaccida* var. poblana wood.

Tipo de células	Proporción (%)	Clasificación de la proporción del volumen %
Traqueidas	92.12	Media
Rayos	7.72	Media
Parénquima (células de reserva)	0.18	Indicios

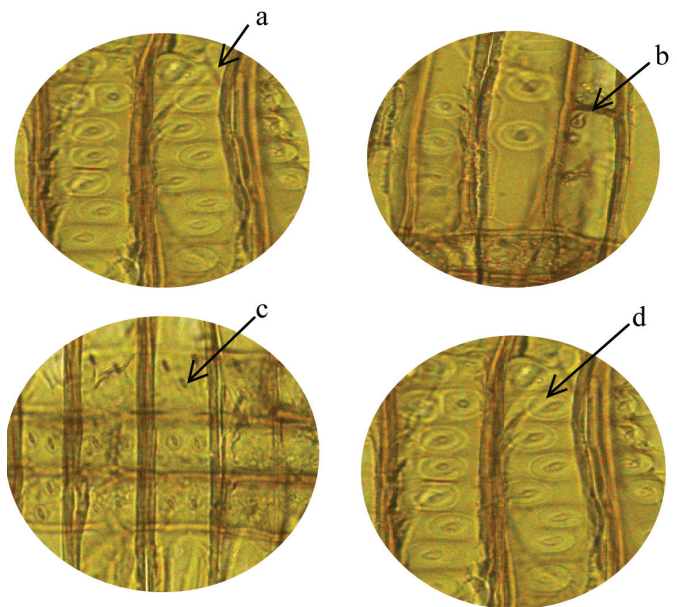


FIGURA 3. Modificaciones de la pared celular de la madera de *J. flaccida* var. poblana (corte radial): a) Crásulas; b) Paredes nodulares; c) Puntuaciones del campo de cruzamiento; d) Puntuaciones de las traqueadas.

FIGURE 3. Cell wall modifications of *J. flaccida* var. poblana wood (radial section): a) Crasulas; b) Nodular walls; c) cross-field bordered pits; d) tracheid pits.

*sempervirens* (94.2%) but higher than that of *Juniperus excelsa* (91.5%) reported by Panshin and De Zeeuw (1980).

**Quality indices of pulp for paper**

Table 5 shows the quality indices of pulp for *J. flaccida* var. poblana wood.

The morphological features of the wood cells influence the quality of the paper, and therefore the pulp quality indexes indicate whether a wood is good as a fibrous material (Dent, 1996). This wood has, in general, good features to be used to produce pulp for paper, but it has the disadvantage of being light brown in the heartwood and containing oils, although this does not prevent it from being a raw material with good characteristics for the production of pulp for paper. It can also be used as raw material for the manufacture of fiberboard. On the other hand, Rodríguez and Huerta (1995) mention that the tracheids of *Juniperus* wood are shorter than those of the genus *Pinus* sp.

**Physical properties**

Green moisture content

The average green moisture content was 74.27%. This indicates that for drying purposes, the timber is located in the C classification level, according to Simpson (1991).

Wood density

Specific gravity is the parameter most commonly used

**CUADRO 5. Índices de calidad de pulpa para papel de la madera de *J. flaccida* var. poblana**

**TABLE 5. Quality indices of *J. flaccida* var. poblana wood pulp for producing paper.**

Índice	Valor	Clasificación
Coeficiente de rigidez	0.37	Media
Relación de Runkel	0.62	Buena para papel
Coeficiente de flexibilidad	0.63	Grosor de pared media
Coeficiente de Petri		

rajaduras y alabeos (Fuentes, 1998). En el Cuadro 7 se muestran los valores de las diferentes contracciones para la madera de *Juniperus flaccida* var. poblana; estos valores indican que esta madera puede presentar pequeñas rajaduras, tanto en madera en rollo como en el proceso de aserrío y secado.

**Coeficiente de contracción volumétrica (Vc)**

El porcentaje de contracción que se presenta en la madera de *J. flaccida* var. poblana por cada 1 % de humedad que pierde por debajo del punto de saturación de fibra (PSF) es de 0.45 %, ubicándose en el nivel de clasificación medio.

**Hinchamiento**

Los valores de hinchamiento (radial, tangencial y volumétrico) se presentan en el Cuadro 8.

**Coeficiente de hinchamiento (Vh)**

El coeficiente de hinchamiento para la madera de *J. flaccida* var. poblana fue de 0.278 %, clasificándose como una madera estable, lo que indica que la madera una vez seca y puesta en servicio incrementa poco sus dimensiones cuando aumenta la humedad ambiente.

as an index of comparison between different wood species, as it is important in determining the physical and mechanical properties (Fuentes, 1998). The different densities of *J. flaccida* var. poblana wood are shown in Table 6.

**Shrinkage**

Wood shrinks as the moisture content falls below the fiber saturation point, resulting in various defects such as cracks, splits and warps (Fuentes, 1998). Table 7 shows the different shrinkage values for *Juniperus flaccida* var. poblana wood. These values indicate that this wood may present small cracks in both roundwood and in the milling and drying process.

**Volumetric shrinkage coefficient (Vs)**

The shrinkage percentage that occurs in *J. flaccida* var. poblana wood for every 1% of moisture lost below the fiber saturation point (FSP) is 0.45%, falling in the medium classification level.

**Swelling**

The swelling values (radial, tangential and volumetric) are shown in Table 8.

**Swelling coefficient (Vs)**

The swelling coefficient for *J. flaccida* var. poblana wood was 0.278 %, classifying it as a stable timber, indicating that once the wood dries and is put into service its size increases slightly with increasing humidity.

**Anisotropy ratio**

The anisotropy ratio for *J. flaccida* var. poblana wood was 1.41, which was considered a low

**CUADRO 6. Valores de densidad verde, básica, normal y anhidra para la albura y duramen de la madera de *J. flaccida* var. poblana. Los valores están expresados en g·cm<sup>-3</sup>**

**TABLE 6. Green, basic, normal and anhydrous density values for the sapwood and heartwood of *J. flaccida* var. poblana wood. Values are expressed in g·cm<sup>-3</sup>**

ALBURA						
Tipo	*Saturada (Ds)	Básica (Db)	**Normal (Dh)	Anhidra (Do)	Clasificación	
					Db.	Dh.
Máx.	1.16	0.47	0.57	0.52		
Med.	1.15	0.45	0.55	0.51	ligera	liviana
Mín.	1.12	0.44	0.54	0.48		
DURAMEN						
Tipo	*Saturada (Ds)*	Básica (Db)	**Normal (Dh)	Anhidra (Do)	Db.	Dh.
Máx.	1.14	0.59	0.68	0.63	Semi	Semi
Med.	1.04	0.54	0.61	0.58	pesada	pesada
Mín.	0.96	0.49	0.56	0.55		

\*94.42%C.H. ,\*\*14.87%C.H

**CUADRO 7. Valores de contracción de la madera de *Juniperus flaccida* var. poblana. Los valores están expresados en porcentaje.**  
**TABLE 7. Shrinkage values of *Juniperus flaccida* var. poblana wood. Values are expressed as a percentage.**

Contracción	Parcial 14.9 % C.H.		Clasificación	Total (%)	Clasificación
Radial	Max.	2.011	Baja	4.389	Baja
	Med.	1.122		3.024	
	Min.	0.446		1.754	
	SD.	0.345		0.775	
Tangencial	Max.	2.378	Muy baja	5.540	Baja
	Med.	1.710		4.265	
	Min.	0.804		2.772	
	SD.	0.304		0.600	
Volumétrica	Max.	9.838	Baja	13.014	Baja
	Med.	5.021		8.429	
	Min.	2.716		5.860	
	SD.	1.125		1.189	

**Relación de anisotropía**

La relación de anisotropía para la madera de *J. flaccida* var. poblana fue de 1.41, lo que se consideró como un valor bajo, indicando que existe una relación de 1.41:1 entre la contracción tangencial y radial. Por esta diferencia de intensidad en las contracciones lineales, se espera que las deformaciones de las piezas de madera sean mínimas.

**Punto de saturación de la fibra**

El contenido de humedad a partir del cual la madera de *J. flaccida* var. poblana inicia sus cambios dimensionales (contracciones) fue de 18.76 %. Es importante considerar este valor cuando se realiza el proceso de secado de la madera.

**Propiedades mecánicas**

**Flexión estática**

El valor obtenido para esta prueba tiene su aplicación si la madera se va a usar de manera estructural, sobre todo para vigas (Fuentes, 1998). Los resultados obtenidos para la madera de *J. flaccida* var. poblana en condición seca indican que los esfuerzos al límite proporcional y módulo de elasticidad son bajos. De acuerdo a Echenique

value, indicating that there is a 1.41:1 ratio between the tangential and radial shrinkage. Because of this intensity difference in the linear shrinkage, it is expected that the distortion of the wood pieces is minimal.

**Fibre saturation point (FSP)**

The moisture content point at which *J. flaccida* var. poblana wood began its dimensional changes (shrinkage) was 18.76 %. It is important to take this value into account when drying this wood.

**Mechanical properties**

**Static bending**

The value obtained for this test is applicable if the timber is to be used structurally, especially for beams (Fuentes, 1998). The results for *J. flaccida* var. poblana wood in dry condition indicate that the stresses to the limit of proportionality and modulus of elasticity are low. According to Echenique and Plumptre (1994), the property limits of structural elements for roofs, walls and floors are: MOR from 400 to 1,350 kg·cm<sup>-2</sup>, MOE from 71,000 to 150,000 kg·cm<sup>-2</sup>. Therefore, *J. flaccida* var. poblana wood is not recommended for this use (Table 9).

**CUADRO 8. Valores de hinchamiento de la madera de *J. flaccida* var. poblana. Los valores están expresados en porcentaje.**  
**TABLE 8. Swelling values of *J. flaccida* var. poblana wood. Values are expressed as a percentage.**

Hinchamiento	Parcial C.H. 14.9 (%)*		Total (%)
Radial	Max.	2.961	4.590
	Med.	1.966	3.125
	Min.	1.093	1.785
	SD.	0.825	0.550
Tangencial	Max.	3.347	5.865
	Med.	2.528	4.459
	Min.	1.421	2.851
	SD.	0.403	0.651
Volumétrico	Max.	5.998	16.862
	Med.	3.729	9.176
	Min.	1.895	5.815
	SD.	0.699	1.499

**Compression perpendicular to grain**

The compression stress perpendicular to the grain is applicable if the wood of this species is used as a support, where it is subject to external loads that tend to compact it, such as sleepers. The results expressed in Table 10 indicate that *J. flaccida* var. poblana wood is acceptable for this use.

**Clas: classification**

**Compression parallel to grain**

The resistance values for this type of stress are important if the timber is to be used for columns or as a

**CUADRO 9. Valores de flexión estática para la madera en estado verde y ajustado al 12 % de CH de *J. flaccida* var. poblana. Se clasificaron según Echenique y Plumptre (1994).****TABLE 9. Static bending values for *J. flaccida* var. poblana wood in green condition and adjusted to 12% MC. Classified according to Echenique and Plumptre (1994).**

Parámetro	Ensayo (kg·cm <sup>-2</sup> )				
	Ensayo verde		Ajustados al 12 % de CH		
		Clasificación		Clasificación	
Esfuerzo en el límite proporcional (ELP)	Máximo	627.272	—	Máximo	463.825
	Medio	457.806		Medio	447.825
	Mínimo	368.085		Mínimo	343.511
	SD	92.168		SD	81.48
Módulo de ruptura (MOR)	Máximo	712.809	Bajo	Máximo	967.825
	Medio	643.145		Medio	839.284
	Mínimo	562.001		Mínimo	709.398
	SD	60.245		SD	113.97
Módulo de elasticidad (MOE)	Máximo	59736.304	Muy bajo	Máximo	55576.191
	Medio	38536.471		Medio	43377.339
	Mínimo	23098.299		Mínimo	34163.538
	SD	13564.117		SD	10436.709

y Plumptre (1994), los límites de propiedades de elementos estructurales para techos, muros y pisos son: MOR de 400 a 1,350 kg·cm<sup>-2</sup>, MOE de 71,000 a 150,000 kg·cm<sup>-2</sup>. Por lo tanto, la madera de *J. flaccida* var. poblana no es recomendable para este uso (Cuadro 9).

#### Compresión perpendicular a la fibra

El esfuerzo de compresión perpendicular a la fibra tiene su aplicación si la madera de esta especie va a ser utilizada como soporte, donde esté sujeta a cargas externas que tiendan a compactarla, por ejemplo para durmientes. Los resultados expresados en el Cuadro 10 indican que la madera de *J. flaccida* var. poblana es aceptable para este uso.

Clas: clasificación

#### Compresión paralela a la fibra

Los valores de resistencia para este tipo de esfuerzo son importantes si la madera se va a usar para columnas

support where the loads are in a direction parallel to the grain (Fuentes, 1998). The modulus of rupture of *J. flaccida* var. poblana wood obtained at 12% moisture content is classified as medium. This value decreases by half in the green wood of the species (Table 11). Therefore, *J. flaccida* var. poblana wood can be used for columns.

#### Shear

The values obtained for this stress are an indicator of the ability of *J. flaccida* var. poblana wood to resist stresses that tend to split it in a direction parallel to the grain of the wood. Based on the results shown in Table 12, the wood of this species can be used in applications that utilize assemblies.

#### Cracking

This test is an indicator of the resistance of *J. flaccida* var. poblana wood to cracking due to the introduction of nails or screws in it. The results in Table 13

**CUADRO 10. Valores de compresión paralela a la fibra para la madera en estado verde y ajustados al 12 % de CH de *J. flaccida* var. poblana. Se clasificaron según Echenique y Plumptre (1994).****TABLE 10. Values of compression parallel to the grain for *J. flaccida* var. poblana wood in green condition and adjusted to 12% MC. Classified according to Echenique and Plumptre (1994)**

Parámetro	Ensayo(kg·cm <sup>-2</sup> )				
	Ensayo verde		Ajustados al 12 % de CH		
		Clas.		Clas	
Esfuerzo en el límite proporcional (ELP)	Máximo	122.053	----	Máximo	201.337
	Medio	108.149		Medio	153.405
	Mínimo	88.687		Mínimo	134.107
	SD	11.118		SD	17.443

**CUADRO 11. Valores de compresión paralela a la fibra para la madera en estado verde y ajustados al 12 % de CH de *J. flaccida* var. poblana. Se clasificaron según Echenique y Plumptre (1994).**

**TABLE 11. Values of compression parallel to the grain for *J. flaccida* var. poblana wood in green condition and adjusted to 12% MC. Classified according to Echenique and Plumptre (1994).**

Parámetro	Ensayo (kg·cm <sup>-2</sup> )			
	Ensayo verde		Ajustados al 12 % de CH	
		Clasificación		Clasificación
Esfuerzo en el límite proporcional (ELP)	Máximo	306.292	Máximo	566.855
	Medio	281.806	—	481.492
	Mínimo	257.220		420.427
	SD	17.723		61.452
Módulo de ruptura (MOR)	Máximo	332.410		708.902
	Medio	306.839	—	642.762
	Mínimo	288.954		498.842
	SD	17.592		81.542
Módulo de elasticidad (MOE)	Máximo	51048.747		81558.063
	Medio	44448.119	—	62711.497
	Mínimo	34688.951		51827.751
	SD	5896.966		15219.582

o como soporte donde las cargas sean en dirección paralela a la fibra (Fuentes, 1998). El módulo de ruptura de la madera de *J. flaccida* var. *poblana* obtenido al 12 % de contenido de humedad se clasifica como medio. Este valor disminuye a la mitad para la madera en estado verde de la especie (Cuadro 11). Por lo tanto, la madera de *J. flaccida* var. *poblana*, puede ser utilizada como columna

showing the maximum cracking stress in both dry and green condition indicate that the resistance of this wood is low, meaning it cracks very easily. This feature is favorable for obtaining split firewood, but in the manufacture of furniture one should be careful when joining parts with nails or screws, as this property is affected favorably by the average specific gravity and straight grain of the wood.

**Cortante**

Los valores obtenidos para este esfuerzo son un indicador de la capacidad que tiene la madera de *J. flaccida* var. *poblana*, de resistir esfuerzos que tiendan a seccionarla en dirección paralela al hilo de la madera. Según los resultados mostrados en el Cuadro 12, la madera de esta especie puede ser empleada en usos donde se utilicen ensamblajes.

**Tension perpendicular to the grain**

The resistance of *J. flaccida* var. *poblana* wood to this type of stress in a radial direction is the lowest of all the resistance values and was determined by measuring the stress required to produce a break or rupture in the wood (Table 14).

**Rajado**

Este ensayo es un indicador de la resistencia de la madera de *J. flaccida* var. *poblana* a hendirse como consecuencia de la introducción de clavos o tornillos en su interior. Los resultados del Cuadro 13 muestran que el esfuerzo máximo de rajado tanto en condición seca

**Janka hardness**

This property is very important if wood is going to be used in the manufacture of floors, table tops, platforms and surfaces with resistance to mechanical wear (Fuentes, 1998). It can be seen that reducing the moisture content in *J. flaccida* var. *poblana* wood increases the lateral hardness. This is because the wood becomes more rigid

**CUADRO 12. Valores de cortante para la madera en estado verde ajustados al 12 % de CH de *J. flaccida* var. poblana. Se clasificó según Novelo (1964).**

**TABLE 12. Shear values for *J. flaccida* var. poblana wood in green condition adjusted to 12% MC. Classified according to Novelo (1964).**

Parámetro	Ensayo(kg·cm <sup>-2</sup> )			
	Ensayo verde		Ajustados al 12 % de CH	
		C.R.U.E.		Clasificación
Esfuerzo máximo tangencial	Máximo	107.296	Máximo	182.892
	Medio	100.346	Media	107.217
	Mínimo	91.369		68.395
	SD	7.121		61.417

C.R.U.E.= Clasificación de la resistencia unitaria a este esfuerzo.

**CUADRO 13. Valores de rajado para la madera en estado verde ajustados al 12 % de CH *J. flaccida* var. poblana. Se clasificó según Pérez (1983).**

**TABLE 13. Splitting values for *J. flaccida* var. poblana wood in green condition adjusted to 12% MC. Classified according to Pérez (1983).**

Parámetro	Ensayo(kg·cm <sup>-2</sup> )					
	Ensayo verde		Ajustados al 12 % de CH			
			<b>C.de R.</b>		<b>Clasificación</b>	
Resistencia tangencial	Máximo	73.562		Máximo	43.416	
	Medio	60.102	-----	Medio	41.123	Pequeña
	Mínimo	50.308		Mínimo	38.073	
	SD	8.244		SD	1.77	

**CUADRO 14. Valores de tensión perpendicular a la fibra para la madera en estado verde y ajustado al 12 % de CH *J. flaccida* var. poblana. Se clasificó según Novelo (1964)**

**TABLE 14. Tension values perpendicular to the grain in *J. flaccida* var. poblana wood in green condition and adjusted to 12% MC. Classified according to Novelo (1964)**

Parámetro	Ensayo(kg·cm <sup>-2</sup> )					
	Ensayo verde		Ajustados al 12 % de CH			
			<b>Clasificación</b>		<b>Clasificación</b>	
Resistencia tangencial	Máximo	47.700		Máximo	48.767	
	Medio	43.206	Media	Medio	41.181	Media
	Mínimo	40.141		Mínimo	35.693	
	SD	6.655		SD	3.66	

**CUADRO 15. Valores de dureza para la madera en estado verde y ajustado al 12 % de CH de *J. flaccida* var. poblana. Se clasificaron según Bianchet (s/f), para los ensayos verdes y según Fuentes (1998) para el 12 % de C.H.**

**TABLE 15. Hardness values for *J. flaccida* var. poblana wood in green condition and adjusted to 12% MC. Classified according to Bianchet (s/f) for the green tests and according to Fuentes (1998) for 12 % MC.**

Parámetro	Ensayo(kg·cm <sup>-2</sup> )					
	Ensayo verde		Ajustados al 12% de CH			
			<b>Clasificación</b>		<b>Clasificación</b>	
Dureza lateral	Máximo	453.72		Máximo	518.15	
	Medio	393.53	Blanda	Medio	410.14	Media
	Mínimo	331.22		Mínimo	304.90	
	SD	29.43		SD	54.051	
Dureza transversal	Máximo	522.69	Blanda	Máximo	553.54	Media
	Medio	484.12		Medio	487.58	
	Mínimo	205.86		Mínimo	444.65	
	SD	26.78		SD	38.653	

como verde, indica que la resistencia de esta madera es pequeña, o sea que se raja muy fácilmente. Esta característica es favorable para la obtención de leña en raja, pero en la elaboración de muebles se debe tener cuidado al unir partes con clavos o tornillos, ya que esta propiedad se ve influida favorablemente por la densidad básica media e hilo recto de la madera.

#### Tensión perpendicular a la fibra

La resistencia de la madera de *J. flaccida* var. poblana a este tipo de esfuerzo en dirección radial, es la más baja de todas las resistencias y se determinó midiendo el esfuerzo necesario para producir la ruptura en la madera (Cuadro 14).

as it loses moisture. It is therefore recommended that *J. flaccida* var. poblana wood be used in lateral cuts when it is subject to these stresses.

#### Dynamic bending

The impact resistance values for *J. flaccida* var. poblana wood, both in green condition and at 12 % MC, are low, so the wood is not very resilient (Table 16). This means that it has a low ability to absorb energy, and therefore it is not recommended for use in wood elements of sporting goods and tool handles subject to impact stress. The dynamic limit or resilience limit for this wood is classified as fragile or brittle, indicating that *J. flaccida* var. poblana wood is unsuitable for mobile applications.



**CUADRO 16. Valores de flexión dinámica para la madera en estado verde ajustados al 12 % de CH de *J. flaccida* var. poblana**  
**TABLE 16. Dynamic bending values for *J. flaccida* var. poblana wood in green condition adjusted to 12 % MC.**

Parámetro	Ensayo (kg·cm <sup>2</sup> )					
	Ensayo verde			Ajustados al 12% de CH		
			Clasificació n			Clasificación
Trabajo de ruptura (w) kgm	Máximo	5		Máximo	2	
	Medio	3.525	—	Medio	1.395	—
	Mínimo	2		Mínimo	0.5	
	SD	1.336		SD	0.416	
Coeficiente de resiliencia (k) kgm·cm <sup>-2</sup>	Máximo	0.157	Poco resistente * *	Máximo	0.297	Poco resistente*
	Medio	0.108		Medio	0.200	
	Mínimo	0.062		Mínimo	0.074	
	SD	0.041		SD	0.062	
Cota de resiliencia (ck)	Máximo	0.46	Frágil o quebradiza**	Máximo	0.882	Frágil o quebradiza**
	Medio	0.32		Medio	0.594	
	Mínimo	0.18		Mínimo	0.220	
	SD	0.12		SD	0.185	
Reacción instantánea (R) kg	Máximo	178.470		Máximo	178.470	
	Medio	137.819	—	Medio	136.531	—
	Mínimo	105.760		Mínimo	105.760	
	SD	23.653		SD	21.620	
Resistencia unitaria a la flexión dinámica (Fd) kg·cm <sup>-2</sup>	Máximo	1320.560		Máximo	1425.911	
	Medio	1010.063	—	Medio	1098.999	—
	Mínimo	830.892		Mínimo	818.506	
	SD	17.115		SD	169.439	
Cota de flexión dinámica (CFd)	Máximo	2.286		Máximo	24.585	
	Medio	1.898	—	Medio	18.948	—
	Mínimo	1.446		Mínimo	14.112	
	SD	0.295		SD	2.921	

\*Díaz (1960), \*\*Pérez (1963) y Díaz (1960)

### Dureza Janka

Esta propiedad es muy importante si se va a utilizar la madera para la elaboración de pisos, cubiertas de mesa, plataformas y superficies con resistencia al desgaste mecánico (Fuentes, 1998). Se puede observar que en la madera de *J. flaccida* var. poblana, al disminuir el contenido de humedad, la dureza lateral se incrementa (Cuadro 15). Esto se debe a que la madera se vuelve más rígida al perder humedad. Por esta razón, se recomienda el uso de la madera de *J. flaccida* var. poblana en cortes laterales cuando va a estar sometida a este esfuerzo

### Flexión dinámica

Los valores de resistencia al impacto para la madera de *J. flaccida* var. poblana tanto en estado verde como al 12 % de CH, son bajos, por lo que la madera es poco resiliente (Cuadro 16). Esto significa que tiene baja capacidad para absorber energía, y por ello no se recomienda su uso para elementos de madera de artículos deportivos y mangos de herramienta sujetos a esfuerzos de impacto. La cota dinámica o cota de resiliencia (ck) para esta madera

Table 17 shows the specific gravity of *Juniperus flaccida* var. poblana wood compared to other commercially-important species. Specific gravity is the most important property for characterizing a timber because it reflects the amount of cell wall per unit volume presented by a timber (Fuentes, 1988). This parameter is important in terms of wood bending and shrinkage and it is also of paramount importance in the making of boards in order to know how much wood is needed to use in a board of a given density. For example, in plywood, a sheet of low-density wood requires a lot of adhesive because it absorbs little and the glue line is very thin.

### CONCLUSIONS

On the basis of anatomical and physical characteristics, *J. flaccida* var. poblana wood has a high degree of workability, light brown color, odor and a fine finish. The oil content gives this wood a high natural durability; however, due to its low anisotropy ratio, it has high dimensional stability. On the other hand, the handling of this wood as a raw material is relatively easy because it has average specific gravity.

se clasifica como frágil o quebradiza; esto indica que la madera de *J. flaccida* var. *poblana* es impropia para usos móviles.

El Cuadro 17 muestra la densidad básica de la madera de *Juniperus flaccida* var. *poblana*, en comparación con otras especies de importancia comercial. La densidad básica es la más importante para caracterizar una madera porque es el reflejo de la cantidad de pared celular por unidad de volumen que presenta una madera (Fuentes, 1998). Este parámetro es importante en la flexión y en la compresión de la madera y también es primordial en la formación de tableros para saber qué cantidad de madera se necesita utilizar en un tablero de determinada densidad. Por ejemplo, en los tableros contrachapados, una chapa de madera de densidad baja necesita bastante adhesivo porque absorbe poco y la línea de pegamento es muy delgada.

### CONCLUSIONES

Sobre la base de las características anatómicas y físicas, la madera de *J. flaccida* var. *poblana* tiene alto grado de trabajabilidad, color castaño claro, olor y fino acabado; el contenido de aceites, hace que esta madera tenga una alta durabilidad natural; sin embargo, por su baja relación de anisotropía, posee una alta estabilidad dimensional. Por otro lado, el manejo de esta madera como materia prima es relativamente fácil porque tiene densidad básica media.

Según las propiedades mecánicas, la madera de *J. flaccida* var. *poblana* no es apta para uso estructural, por la baja resistencia que presenta ante los diferentes esfuerzos.

Por sus características tecnológicas, esta madera puede ser utilizada en piezas de cortas dimensiones para la elaboración de muebles con finos acabados, molduras, lambrín, trabajos de marquetería, piezas torneadas, pasamanos, muebles económicos y partes visibles de muebles tapizados económicos, mangos de herramientas no resistentes al impacto, artesanía (torneados, tallados, juguetes, vasijas y mangos de cuchillos, entre otros).

### AGRADECIMIENTO

Este trabajo forma parte del proyecto 19990506008, denominado "Conocimiento ecológico e importancia económica del cedro (*Juniperus flaccida* Schldl) en el estado de Guerrero", el cual es apoyado por el Sistema de Investigación Benito Juárez (SIBEJ-CONACYT), Fundación Produce de Guerrero, A. C., H. Ayuntamiento Municipal de Tetipac, Sociedad Cooperativa de Producción de Muebles y el Comité Municipal de Reforestación de Tetipac. Al Doctor Enrique Guizar Nolzco, por la identificación de la muestra botánica

**CUADRO 17. Densidades básicas de especies maderables comerciales de coníferas y de la madera de *J. flaccida* var. *poblana*.**

**TABLE 17. Specify gravity values for commercial conifer timber species and *J. flaccida* var. *poblana* wood.**

Especie	Densidad básica g.cm <sup>-3</sup>	Autor
<i>Pinus arizonica</i>	0.42	Borja y Tamarit, 1997
<i>Pinus cooperi</i>	0.43	Cruz y Borja, 1995
<i>Pinus ayacahuite</i>	0.42	Fuentes, 1998
<i>Pinus michoacana</i>	0.45	Fuentes, 1998
<i>Pinus patula</i>	0.5	Fuentes, 1998
<i>Juniperus flaccida</i> var. <i>poblana</i>	0.5	Este estudio
<i>Juniperus thurifera</i>	0.65	Peraza, 1964
<i>Juniperus deppeana</i>	0.46	Najera y García, 2009
<i>Juniperus deppeana</i>	0.48	Milles y Smith, 2009
<i>Juniperus virginiana</i>	0.42	Milles y Smith, 2009
<i>Juniperus virginiana</i>	0.44	Milles y Smith, 2009
<i>Juniperus osteosperma</i>	0.68	Milles y Smith, 2009

Based on its mechanical properties, *J. flaccida* var. *poblana* wood is not suitable for structural use, due to its low resistance to the various stresses.

Due to its technological characteristics, this wood can be used in pieces of small dimensions for the manufacture of fine furniture, moldings, furring, inlaid work, turned parts, railings, affordable furniture, visible wood pieces in economical upholstered furniture, light-duty tool handles, and crafts (turned items, carvings, toys, earthenware and knife handles, among others).

### ACKNOWLEDGMENTS

This work is part of the project 19990506008, entitled "Ecological knowledge and economic importance of the cedar (*Juniperus flaccida* Schldl) in the State of Guerrero", which is supported by the Benito Juárez Research System (SIBEJ-CONACYT), the Guerrero Produce Foundation, N.F.P., H. City Council of Tetipac, the Furniture Production Cooperative and the Tetipac Municipal Reforestation Committee. We also wish to thank Dr. Enrique Guizar Nolzco for the identification of the botanical specimen.

*End of English Version*

### LITERATURA CITADA

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALES (ASTM). 1992. Anual book of ASTM standars. Construction section 04.09 wood. Philadelphia. Pa., USA. 42-71 pp.
- ANDERSON K., B.; CRELLING, J. J. 1995. Amber, resinite and fossil resins. ACS Symposium series 6171, agosto 21-25, 1994. American Chemical Society, Washington D.C. 297 pp. Información de [http://www.fao.org/do\\_crep/XD453E/XD453E00.htm](http://www.fao.org/do_crep/XD453E/XD453E00.htm) (13/10/2001).
- AYERDE L., D.; BECERRA, F. 2000. Avances sobre el conocimiento ecológico e importancia económica del enebro en el Estado

- de Guerrero. Memorias del V Foro de Estudios sobre Guerrero. Acapulco, Gro. 54-56. pp.
- AYERDE L., D.; LÓPEZ MATA, L.. 2006. Estructura poblacional y parámetros demográficos de *Juniperus flaccida* schldl. Madera y Bosques (12): 2. 65-76 pp.
- BARGER, R. L.; FOLLIOTT, P. F. 1972. Physical characteristics and utilization of major woodland tree species in Arizona. Res. Pap. RM-83. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. 80 p
- BIANCHET, J. 1983 Rendimiento en aserraderos para *E. grandis* y *E. saligna*, *P. elliotii* y *P. taeda* en la zona de Concordia, Publicación de la E.E.A. INTA .Publicación de la E.E.A. Concordia 23 p
- BORJA, DE LA ROSA A.; TAMARIT, J. C. 1997. Propiedades tecnológicas de la madera de *Pinus arizonica* Engelm, del estado de Durango, México. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, III(1): 103-108 pp.
- CRUZ D., J.; BORJA DE LA R., A. 1995. Estudio tecnológico de la madera de *Pinus cooperi* Blanco del estado de Durango. Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, I (1): 17-22 pp.
- DIAZ G., V. 1960. Métodos de ensayo para determinar las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Unidad y Enseñanza e Investigación en Bosques. Escuela Nacional de Agricultura. Texcoco, Estado de México. 119 pp
- DINWOODIE J., M. 2000. Timber: Its nature and behaviour. Second edition. New Fetter Lane, London., Great Britain. 253 p.
- ECHENIQUE M., R.; PLUMPTRE, R. A. 1994. Guía para el uso de maderas de Belice y México. Universidad de Guadalajara. Guadalajara Jalisco, México. 196 p.
- FAO, 1995. Non-wood forest products from conifers. Información de [http://www.fao.org/do\\_crep/XD453E/XD453E00.htm](http://www.fao.org/do_crep/XD453E/XD453E00.htm) (13/10/2001)
- FUENTES S., M. 1987. Apuntes para el curso de tecnología de la madera I. Serie de apoyo académico Núm. 33. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. 97 p
- FUENTES S., M. 1998. Propiedades tecnológicas de las maderas mexicanas, de importancia en la construcción. Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 4(1): 221-229 pp.
- FUENTES S., M. 2000. Estimación del punto de saturación de la fibra (PSF) de las maderas. Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 6 (1): 79-81 pp.
- GARCIA, MENODOZA. A; ORDOÑEZ, M. de J.; DIAZ; BRIONES SALAS, M. 2004. Biodiversidad de Oaxaca. Universidad Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza, Oaxaca, Oaxaca, World Wildlife Fund. 605 pp.
- GOOD SCENTS COMPANY. 1997. Información tomada de <http://www.execpc.com/~goodscent/data>. (10/11/2001)
- GÓMEZ DE AIZPÚRUA, C. 1995. Fauna lepidopterológica de los principales árboles del género *Juniperus*, representados por las especies *communis* L., ssp. *nana* (WILLD.), *oxycedrus* L., *thurifera* L., y *sabina* L., de la familia *Cupresaceae* Bol. Sanidad Vegetal. Plagas, 21: 527-538 pp.
- HUERTA C., J. 1963. Anatomía de la madera de 12 especies de coníferas mexicanas. Boletín Técnico Núm. 51. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México, D.F. 56 p.
- JANE, F. W. 1970. The structure of wood. 2ª edición. Adam. & Charles Black. London. 478 p.
- KOLLMANN F. 1959. Tecnología de la Madera y sus aplicaciones. Ministerio de Agricultura. Instituto Forestal de Investigaciones, Experiencias y Servicio de la Madera. Madrid, España. 675 p.
- MACHUCA VELASCO, R. 1995. Estudio tecnológico de la madera de *Quercus insignis* de Huatusco, Veracruz, México. Tesis profesional. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México. 44 p.
- MARTÍNEZ M., M. 1963. Las pináceas mexicanas. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 400 p.
- MILES D. P.; SMITH, W. B. 2009 Specific Gravity and Other Properties of Wood and Bark for 156 Tree Species Found in North America Northern Research Station Research Note NRS-38 United States Department of Agriculture Forest Service. 39 p.
- MUNSELL COLOR COMPANY. 1954. Munsell soil color charts. Baltimore, Maryland. 17 p.
- NAVARRO M. J; BORJA DE LA ROSA, A.; MACHUCA V., R. 2005. Características Tecnológicas de la Madera de Palo Morado (*Peltogyne mexicana* Martínez) de Tierra Colorada, Guerrero, México. Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 11(1): 73-82 pp.
- NAJERA LUNA, J. A.; GARCIA RAMIREZ, P. 2009. Propiedades Físicas de la madera de *Juniperus deppeana* y *Arbustus xalapensis* de la región del Salto Durango. TecnolINTELECTO Instituto Tecnológico de Cd. Victoria 6(1): 37-41
- NOVELO G., G. 1964. Aplicaciones de la madera de cuatro especies tropicales con base a sus propiedades físicas y mecánicas. Tesis profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Departamento de Bosques. Chapingo, Texcoco Estado de México.
- ORTEGA G., L; CARMONA, F; CORDOBA, C. 1992. Anatomía de la madera de 28 especies de Cosautlán de Carvajal, Veracruz. Angiospermas arbóreas de México Núm. 1. La madera y su uso. Bol. Tec. Núm. 19. LICITEMA. Instituto de Ecología A. C. Xalapa, Ver. 605 p.
- PANSHIN, A.; DE ZEEUW, C. 1980. Textbook of Technology. Fourth edition. State University of New York. USA. 722 p.
- PERAZA O, C. 1964. Estudio de las maderas de coníferas españolas y de la zona norte de Marruecos. Edit. Ministerio de Agricultura, Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias, Madrid, 1964.
- PERAZA O., M; GUINDEO A.; GARCIA, L.; LAIN, J. 1993. Tecnología de la madera (I). Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid, España. 178 p.
- PEREZ G., V. 1983. Manual de propiedades físicas y mecánicas de maderas chilenas. Chile. CONAF-FAO. Documento de trabajo Núm. 47. 451 p.
- PORRES C.; VALLADARES J. 1979. Producción de pulpa y papel con materias primas autóctonas centroamericanas. Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial. Guatemala. 72 p.
- RODRÍGUEZ A., R.; HUERTA C, J. 1995. Usos industriales de la madera de *Juniperus*. Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 4 (1): 27-30 pp.
- RZEDOWSKI J. 1978. Vegetación de México. LIMUSA. México, D.F. 432 p
- SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN. 1987. Los municipios de Guerrero. Enciclopedia Los Municipios de México. México, D. F. pp. 267-327 pp.
- SIMPSON, W. T. 1991. Dry kiln operator's manual. USDA. Forest Service. Forest Products Laboratory. Madison Wisconsin. 274 p.
- TAMARIT URIAS, J. C. 1996. Determinación de los Índices de Calidad

- de Pulpa para Papel de 132 Maderas Latifoliadas. *Madera y Bosques* 2(2): 29-41 pp.
- THOMAS, M. G.; SCHUMANN, D. R. 1992. Seeing the forest instead of the trees: Income opportunities in special forest products. Midwest Research Institute, Kansas City, MO, USA. Información de <http://www.fs.fed.us/database/feis/plants/tree/> (5/10/2001).
- TORTORELLI., L. A. 1956. *Maderas y Bosques Argentinos*. ACME. Buenos Aires.. 910 p.
- VALESA., M.; CLEMENTE, M. 1999. *Especies Maderables Cites*. Versión 1. 2000. Universidad de Córdoba, España. Información de: <http://www.uco.es/organiza/servicios/jardin/cd1/Maderas%ZOCITES/pilgerod.htm> (16/02/2002)
- VIGNOTE S; JIMENEZ, F. 1996. *Tecnología de la madera*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España. 606 p.