

CONTENIDO DE TANINOS EN LA CORTEZA DE DOS ESPECIES DE PARÁCATA (*Erythroxylon compactum* Rose y *Senna skinneri* Benth. Irwin & Barneby)

TANNIN CONTENT IN THE BARK OF TWO SPECIES OF PARACATA (*Erythroxylon compactum* Rose and *Senna skinneri* Benth. Irwin & Barneby)

Serafín Colín-Urieta¹; Héctor G. Ochoa-Ruiz²; José G. Rutiaga-Quiñones^{1*}

¹Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Fco. J. Múgica s/n, Ciudad Universitaria, Edificio "D". C. P. 58040. Morelia, Michoacán, México. Correo-e: rutiaga@umich.mx (*Autor para correspondencia).

²Departamento de Madera, Celulosa y Papel "Ing. Karl Augustín Grellmann", Universidad de Guadalajara. km 15.5 Carretera Guadalajara-Nogales, Las Agujas. C. P. 45010. Zapopan, Jalisco, México.

RESUMEN

Se obtuvieron taninos de la corteza de Parácata (*Erythroxylon compactum* Rose y *Senna skinneri* Benth. Irwin & Barneby) mediante extracción acuosa aplicando un diseño experimental 2^k , con $k = 4$ y $n = 2$. Los factores y niveles fueron: Factor A = tamaño de partícula (0.417, 6.68 mm), Factor B = tiempo de extracción (120, 180 min), Factor C = temperatura de extracción (80, 87 °C), Factor D = relación sólido-líquido (1:15, 1:12). Se evaluó la calidad curtiente de los taninos. Se curtió una piel de venado con taninos de *S. skinneri* y se determinó la resistencia al desgarre y la resistencia a la tensión. Los resultados de las propiedades físico-mecánicas de la piel curtida fueron superiores a los valores mínimos recomendados por las normas mexicanas. Con base en lo anterior, se estima que la corteza de *S. skinneri* pudiera ser susceptible de aprovechamiento para la extracción de taninos y así usarlos en el curtido de pieles.

PALABRAS CLAVE:

Erythroxylaceae, Fabaceae, curtido de pieles, ensayos físicos de piel, resistencia al desgarre, resistencia a la tensión.

ABSTRACT

Tannins were obtained from Parácata (*Erythroxylon compactum* Rose and *Senna skinneri* Benth. Irwin & Barneby) bark by aqueous extraction using a 2^k experimental design, with $k = 4$ and $n = 2$. The factors and levels were: Factor A = particle size (0.417, 6.68 mm), Factor B = extraction time (120, 180 min), Factor C = extraction temperature (80, 87 °C), Factor D = solid-liquid ratio (1:15, 1:12). The tanning quality of the tannins was evaluated. A deerskin was tanned using *S. skinneri* tannins and its tear load and tensile strength were determined. Test results for the physical and mechanical properties of the tanned leather were higher than the minimum values recommended by Mexican standards. We therefore conclude that the tannins in *S. skinneri* bark are suitable for use in tanning.

KEYWORDS: Erythroxylaceae, Fabaceae, tanning, physical testing of leather, tear load, tensile strength.



Recibido: 30 de marzo de 2012
Aceptado: 06 de febrero de 2013
doi: 10.5154/r.rchscfa.2012.03.026
<http://www.chapingo.mx/revistas>

INTRODUCCIÓN

Después de la madera, la corteza es el segundo tejido más importante de un tronco y, dependiendo de la especie y de las condiciones de crecimiento, puede llegar a representar de 10 a 20 % de éste. La corteza es un material cuya composición química es más compleja que la de la madera, distinguiéndose sobre todo por el alto contenido de sustancias extraíbles, principalmente polifenoles y suberina. Entre los polifenoles se encuentran los fenoles simples, lignanos, estilbenos, flavonoides, quinonas y taninos. Estos últimos se clasifican en taninos hidrolizables y taninos condensables (Fengel & Wegener, 1983), abundan en el reino vegetal y son los más importantes económicamente (Kirk, 1962; López-Ríos, 1989), se han usado tradicionalmente para curtir pieles y en la formulación de adhesivos (Garro, Riedl, & Conner, 1997; González, Ochoa, Guzmán, & Castañeda, 1989; Pedraza-Bucio & Rutiaga-Quiñones, 2011; Pizzi, 1982). Los taninos se han extraído con diferentes solventes como agua, etanol, acetona y metanol, o mezclas de ellos en diversas proporciones (Waterman & Mole, 1994), pero el agua es el solvente más económico (González et al., 1989); algunos estudios se han realizado para extraerlos de la corteza de diferentes especies de encinos (Honorato-Salazar & Hernández-Pérez, 1998) y pinos (Rosales-Castro & González-Laredo, 2003). Para el estudio de los taninos, en el presente trabajo, se eligieron dos especies de arbustos de relativamente rápido crecimiento: *Erythroxylon compactum* Rose y *Senna skinneri* Benth. Irwin & Barneby, ambas conocidas comúnmente como Parácata. Las cortezas de estas especies se usan localmente para tratar males estomacales. La primera pertenece a la familia Erythroxylaceae, alcanza hasta 3 m de altura y se localiza en los estados de Puebla y Oaxaca (Standley, 1961); la segunda especie pertenece a la familia Fabaceae, alcanza hasta 5 m de altura, se ha localizado en Colima, Michoacán, Guerrero, Morelos, Oaxaca, Puebla, Chiapas y también en Centroamérica, desde el nivel del mar hasta 1,000 m (McVaugh & Anderson, 1987). Los objetivos del presente trabajo fueron extraer los taninos de la corteza de *E. compactum* y *S. skinneri* con agua caliente para valorar la calidad de ambos, así como curtir piel de venado con los taninos de la corteza de mayor calidad y determinar las propiedades físico-mecánicas del cuero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Colecta y preparación del material

La especie *E. compactum* se colectó en el paraje “Los Limones de los Jaimes”, a la orilla de un río de la localidad de Purechicho, municipio de Huetamo, Michoacán. La especie *S. skinneri* se colectó en una planicie sobre la orilla del km 5 de la carretera federal Huetamo-Zitácuaro. La región se ubica en las coordenadas 18° 38' latitud norte y 100° 54' longitud oeste, a 280 m de altitud, su clima es tropical y seco con lluvias en verano, tiene una precipitación pluvial anual de 975.5 mm y temperaturas que oscilan entre 20.8

INTRODUCTION

After wood, bark is the second most important tissue of a trunk and, depending on the species and growing conditions, can represent from 10 to 20 % thereof. Bark has a more complex chemical composition than wood, distinguished above all by the high content of extractives, mainly polyphenols and suberin. Polyphenols include simple phenols, lignans, stilbenes, flavonoids, quinones and tannins. The latter are classified into hydrolyzable tannins and condensable tannins (Fengel & Wegener, 1983), are abundant in the plant kingdom and are the most economically important (Kirk, 1962, López-Ríos, 1989), and have traditionally been used for tanning skins and making adhesives (Garro, Riedl, & Conner, 1997; González, Ochoa, Guzmán, & Castañeda, 1989; Pedraza-Bucio & Rutiaga-Quiñones, 2011; Pizzi, 1982). Tannins have been extracted with various solvents such as water, ethanol, acetone and methanol, or mixtures thereof in various proportions (Waterman and Mole, 1994), but water is the most economical solvent (González et al., 1989). Some studies have been performed to extract them from the bark of different species of oaks (Honorato-Salazar & Hernández-Pérez, 1998) and pines (Rosales-Castro & González-Laredo, 2003). For the study of tannins in this study, two species of relatively fast-growing shrubs were selected: *Erythroxylon compactum* Rose and *Senna skinneri* Benth. Irwin & Barneby, both commonly known as Parácata. The bark of these species is used locally to treat stomach ailments. The first belongs to the family Erythroxylaceae, reaches up to 3 m high and is located in the states of Puebla and Oaxaca (Standley, 1961), whereas the second species belongs to the family Fabaceae, reaches up to 5 m high, and is located in Colima, Michoacán, Guerrero, Morelos, Oaxaca, Puebla, Chiapas and also in Central America, from sea level to 1,000 m (McVaugh & Anderson, 1987). The objectives of this study were to extract tannins from the bark of *E. compactum* and *S. skinneri* using hot water to assess the quality of both, as well as tan deerskin with the bark tannins and determine the physical and mechanical properties of the leather.

MATERIALS AND METHODS

Collection and preparation of material

The species *E. compactum* was collected in a place known as “Los Limones de los Jaimes,” on the banks of a river in the town of Purechicho, municipality of Huetamo, Michoacán. The species *S. skinneri* was collected in a plain on the side of the federal Huetamo-Zitácuaro highway, at km 5. The region is located at coordinates 18° 38' north latitude and 100° 54' west longitude, at 280 m above sea level. It has a dry tropical climate with summer rains, annual rainfall of 975.5 mm and temperatures ranging between 20.8 to 37.1 °C (National Institute of Statistics and Geography [INEGI], 2011).

The bark of the shrubs was separated manually and dried outdoors. It was then crushed in a Raver grinder (model

a 37.1 °C (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2011).

La corteza de los arbustos se separó manualmente y se secó al aire libre. Posteriormente fue triturada en un molino Raver (modelo 248) y se tamizó con las mallas 3 (6.68 mm) y 35 (0.417 mm). La humedad se determinó por duplicado por el método de deshidratación (Technical Association of the Pulp and Paper Industry [TAPPI], 2000b) y el material se almacenó en bolsas de plástico selladas.

Contenido de cenizas de *E. compactum* y *S. skinneri*

El contenido de cenizas de las muestras de corteza de ambas especies se determinó por duplicado utilizando el material de malla 35 (TAPPI, 2000a).

Extracción de taninos de *E. compactum* y *S. skinneri*

La extracción de taninos se hizo utilizando 5 g de astillas en un sistema estático de extracción acuosa en un matraz Erlenmeyer de 250 mL, en baño María. El extracto se filtró con papel filtro de porosidad media, se aforó en un matraz volumétrico de 100 mL y se determinaron los contenidos de extracto total, taninos condensables (número de Stiasny) y taninos hidrolizables (Pedraza-Bucio & Rutiaga-Quiñones, 2011).

Evaluación de la calidad curtiente de los taninos de *E. compactum* y *S. skinneri*

Se pesaron 100 g de astilla (base seca) de cada corteza y se colocaron en un vaso de precipitado a baño María aplicando las condiciones de extracción optimizadas en la etapa anterior; en este paso, la extracción fue realizada por el método dinámico con agitación constante. Al finalizar la extracción, la solución se filtró en papel de porosidad media y se colectó en un matraz aforado. El extracto fue evaluado siguiendo las técnicas de ALCA (por sus siglas en inglés: American Leather Chemist Association) (Wessmann, Villalvazo, & Meier, 1980), determinando extracto total, solubles totales, material no curtiente, taninos y pureza.

Procedimiento artesanal para curtir piel de venado con taninos de *S. skinneri*

Dos pieles de aproximadamente 1 m² se remojaron en agua por un periodo de 24 h. El pelaje (restos de carne, grasa y sangre) se removió de la piel mediante un proceso de estirado, sobre la superficie de una hoja de metal afilada. Las pieles se dejaron secar al sol. Posteriormente, éstas se colocaron en agua, se estiraron nuevamente en la hoja de metal y se colocaron en un recipiente con una mezcla de agua, cebo (grasa animal), jabón en polvo y maíz molido durante 48 h. Las pieles fueron agitadas enérgicamente y poreadas (acción mediante la cual, la mezcla de agua, jabón, cebo y maíz es forzada a atravesar la piel). Finalizado este procedimiento, las pieles se estiraron con cuidado en la hoja de metal afilada para después ponerse a secar al sol; después de este proceso, las pieles adquieren la

248) and sieved with 3 (6.68 mm) and 35 (0.417mm) meshes. Moisture was determined in duplicate by the dehydration method (Technical Association of the Pulp and Paper Industry [TAPPI], 2000b) and the material was stored in sealed plastic bags.

Ash content of *E. compactum* and *S. skinneri*

The ash content of the bark samples of both species was determined in duplicate using the 35 mesh material (TAPPI, 2000a).

Extraction of tannins from *E. compactum* and *S. skinneri*

The tannin extraction was done using 5 g of chips in a static aqueous extraction system in a 250 mL Erlenmeyer flask in a water bath. The extract was filtered through medium porosity filter paper, gauged in a 100 mL volumetric flask and the contents of total extract, condensable tannins (Stiasny number) and hydrolysable tannins (Pedraza-Bucio & Rutiaga-Quiñones, 2011) were determined.

Assessment of tanning quality of *E. compactum* and *S. skinneri* tannins

In total, 100 g of chips (dry basis) of each bark were weighed and placed in a beaker in a water bath using the extraction conditions optimized in the previous stage; in this step, the extraction was performed by the dynamic method with constant agitation. After the extraction, the solution was filtered through medium porosity paper and collected in a volumetric flask. The extract was evaluated using ALCA (American Leather Chemists Association) techniques (Wessmann, Villalvazo, & Meier, 1980), determining total extract, total solubles, non-tanning material, tannins and purity.

Traditional procedure for tanning deerskin with *S. skinneri* tannins

Two approximately 1 m² skins were soaked in water for a period of 24 h. All the remains of meat, fat and blood were removed from the skin by a stretching process, on the surface of a sharp-edged metal sheet. The skins were left to dry in the sun. Subsequently, they were placed in water, stretched again on the sheet metal and placed in a container with a mixture of water, tallow (animal fat), soap powder and ground maize for 48 h. The skins were shaken vigorously and the mixture of water, soap, tallow and maize was forced through the skin. After this procedure, the skins were carefully stretched on the sharp-edged metal sheet and then dried in the sun. After this process, the skins acquire the property of chamois. Subsequently, the *S. skinneri* bark (10 kg) was allowed to macerate in water with agitation for about 5 h. Next, the chamois were placed in the mixture for 3 h, during which time the tanning process was conducted. Then they were pulled and pounded on a piece of wood to prevent shrinkage and placed in the sun to dry. Finally,

característica de una gamuza. Posteriormente, la corteza de *S. skinneri* (10 kg) se maceró en agua con agitación por aproximadamente 5 h. Enseguida, las gamuzas se colocaron en la mezcla por 3 h y durante este tiempo se llevó a cabo el proceso de curtido. Después, éstas fueron jaladas y golpeadas sobre un pedazo de madera para evitar el encogimiento y se colocaron al sol para su secado. Finalmente, las gamuzas se impregnaron con jugo de limón con la finalidad de cambiar el color que deja el curtido (cambio de color morado a pardo).

Pruebas físico-mecánicas en la piel de venado curtida con taninos de *S. skinneri*

La resistencia al desgarre (NMX-A-235, 1983) y a la tensión (NMX-A-220, 1982) en las pieles curtidas con la corteza de *S. skinneri* (calidad mayor) se determinaron con un dinamómetro. También se determinó la temperatura de contracción (International Organization for Standardization [ISO], 2002). Estos ensayos en la piel curtida se realizaron por duplicado en el laboratorio de pruebas físicas del CIATEC del estado de Guanajuato.

Diseño experimental

La extracción de taninos de cada corteza se evaluó en un diseño factorial 2^k , con $k = 4$ y $n = 2$ (Gutiérrez-Pulido & De la Vara-Salazar, 2004). Los factores y niveles fueron los siguientes: Factor A = Tamaño de partícula (0.417, 6.68 mm), Factor B = Tiempo de extracción (120, 180 min), Factor C = Temperatura de extracción (80, 87 °C), Factor D = Relación sólido-líquido (1:15, 1:12). Los datos se analizaron con un nivel de confianza estadística de 95 % y se procesaron con el programa Statgraphics Plus versión 4, obteniendo las gráficas de superficie de respuesta que dicho programa genera.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Humedad en las cortezas de *E. compactum* y *S. skinneri*

En las cortezas secadas al aire libre, el porcentaje de humedad en las astillas de *E. compactum* malla 35 y malla 3, fue 10.3 (± 0.03) y 10.9 % (± 0.04), respectivamente, y en las astillas de *S. skinneri* malla 35 y malla 3, fue 11.5 (± 0.02) y 13.1 % (± 0.01), respectivamente.

Contenido de cenizas de *E. compactum* y *S. skinneri*

El contenido de material inorgánico presente en las cortezas fue 9 % (± 0.01) en la muestra de *E. compactum* y 9.1 % (± 0.01) en *S. skinneri*. El resultado fue prácticamente igual para ambas y se encuentra dentro del rango (5-10 %) reportado para cortezas (Kollmann, 1959).

Extracción de taninos de *E. compactum* y *S. skinneri*

Con base en el análisis estadístico se concluye que las condiciones óptimas de operación fueron: tiempo de 180 min,

the chamois were impregnated with lemon juice in order to change the color that tanning leaves behind (change from purple to brown).

Physical and mechanical tests on deerskin tanned with *S. skinneri* tannins

The tear load (NMX-A-235, 1983) and tensile strength (NMX-A-220, 1982) in the skins tanned with the bark of *S. skinneri* (higher quality) were determined with a dynamometer. The shrinkage temperature (International Organization for Standardization [ISO], 2002) was also determined. These tests on the tanned leather were performed in duplicate at the CIATEC physical testing laboratory in the state of Guanajuato.

Experimental design

The extraction of tannins from each bark was evaluated in a 2^k factorial design, with $k = 4$ and $n = 2$ (Gutiérrez-Pulido & De la Vara-Salazar, 2004). The factors and levels were as follows: Ratio A = particle size (0.417, 6.68 mm), Factor B = Extraction time (120, 180 min), Factor C = Extraction temperature (80, 87 °C), Factor D = solid-liquid ratio (1:15, 1:12). Data were analyzed with a 95 % statistical confidence level and processed with Statgraphics Plus version 4 software, obtaining the response surface plots generated by this software.

RESULTS AND DISCUSSION

Moisture in *E. compactum* and *S. skinneri* bark

In the outdoor-dried bark, the moisture percentage in the mesh 35 and 3 *E. compactum* chips was 10.3 (± 0.03) and 10.9 % (± 0.04), respectively, and in the mesh 35 and 3 *S. skinneri* 3 chips it was 11.5 (± 0.02) and 13.1 % (± 0.01), respectively.

Ash content of *E. compactum* and *S. skinneri*

The inorganic content in the bark was 9 % (± 0.01) in the *E. compactum* sample and 9.1 % (± 0.01) in the *S. skinneri* one. The result was almost the same for both and is within the range (5-10 %) reported for barks (Kollmann, 1959).

Extraction of tannins from *E. compactum* and *S. skinneri*

Based on the statistical analysis it was concluded that the optimum operating conditions for both were: time of 180 min, temperature of 83.5 °C and a solid-liquid ratio of 1:13, as for particle size, the optimum for *E. compactum* was 35 mesh (0.417 mm) and for *S. skinneri* 3 mesh (6.68 mm). These conditions maximized the amount of total extract from the bark of both *E. compactum* (11.1 %, Figure 1) and *S. skinneri* (20.9 %, Figure 2). These values are higher than those reported for barks of different species of pine (2.23-10.61 %) (Rosales-Castro & González-

temperatura de 83.5 °C y una relación sólido-líquido de 1:13, a excepción del tamaño de partícula, pues para *E. compactum* fue la malla 35 (0.417 mm) y para *S. skinneri* la malla 3 (6.68 mm). Con dichas condiciones se maximiza la cantidad de extracto total de la corteza, tanto de *E. compactum* (11.1 %, Figura 1) como de *S. skinneri* (20.9 %, Figura 2). Estos valores son mayores a los reportados para cortezas de diferentes especies de pino (2.23-10.61 %) (Rosales-Castro & González-Laredo, 2003) y se ubican dentro de los valores reportados para algunas maderas latifoliadas (14.2-33.4 %) (Paes, Diniz, Marinho, & Lima, 2006).

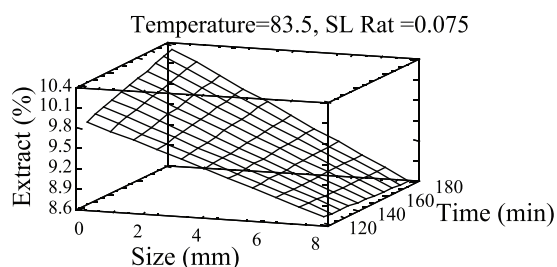


FIGURE 1. Response surface for the total extract variable of *Erythroxyton compactum*.

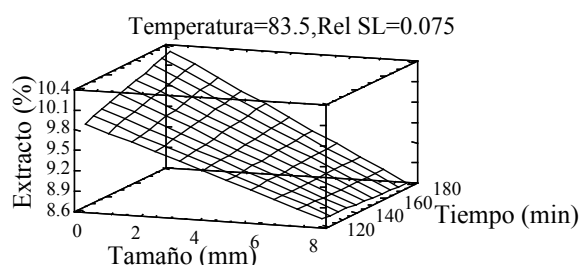


FIGURA 1. Superficie de respuesta para la variable extracto total de *Erythroxyton compactum*.

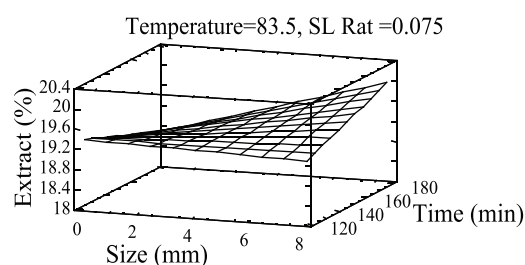


FIGURE 2. Response surface for the total extract variable of *Senna skinneri*.

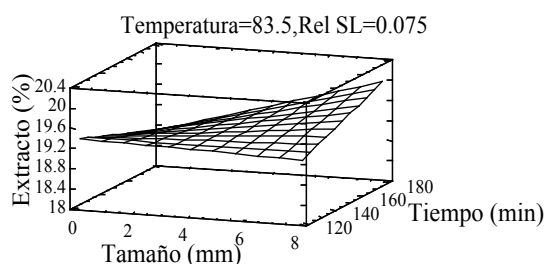


FIGURA 2. Superficie de respuesta para la variable extracto total de *Senna skinneri*.

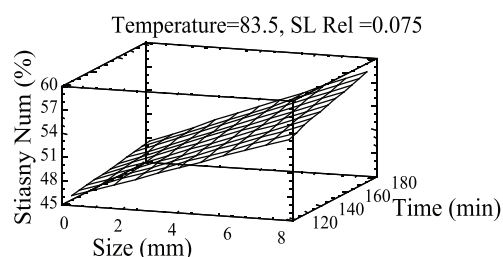


FIGURE 3. Response surface of the Stiasny number for *Erythroxyton compactum*.

Con relación al número de Stiasny (taninos condensables), el valor óptimo (60.1 %) para la corteza de *E. compactum* se obtuvo cuando las condiciones fueron: tamaño de partícula de 6.68 mm, 180 min de extracción a 83.5 °C con relación sólido-líquido de 1:13 (Figura 3). El valor óptimo (79.4 %) para la corteza de *S. skinneri* se obtuvo con las mismas condiciones a excepción del tamaño de partícula, 0.417 mm (Figura 4). El resultado también fue mayor en *S. skinneri*, como en el caso del contenido de extracto. Los valores del número de Stiasny se encuentran dentro del rango que se obtuvo en un estudio con diferentes cortezas de pinos (30-80 %) (Rosales-Castro & González-Laredo, 2003) y con diferentes cortezas de latifoliadas (52.9-73.5 %) (Paes et al., 2006). En ambos casos, la extracción se hizo también en medio acuoso.

Laredo, 2003) and are within the values reported for some hardwoods (14.2-33.4 %) (Paes, Diniz, Marinho, & Lima, 2006).

Regarding the Stiasny number (condensable tannins), the optimum value (60.1 %) for *E. compactum* bark was obtained when conditions were: particle size of 6.68 mm, 180 min of extraction at 83.5 °C with a solid-liquid ratio of 1:13 (Figure 3). The optimum value (79.4 %) for *S. skinneri* bark was obtained under the same conditions with the exception of particle size, 0.417 mm (Figure 4). The result was also higher in *S. skinneri*, as in the case of extract content. The Stiasny number values are within the range obtained in a study with different pine barks (30-80 %) (Rosales-Castro & González-Laredo, 2003) and with different hardwood barks (52.9-73.5 %) (Paes et al., 2006). In both cases, the extraction was also done in aqueous medium.

The optimum conditions to maximize the extraction of tannin were the same for both types of bark: 180 min of extraction, at

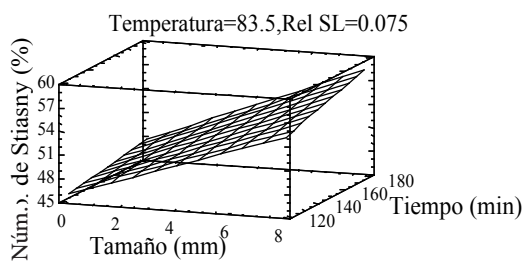


FIGURA 3. Superficie de respuesta del número de Stiasny para *Erythroxyylon compactum*.

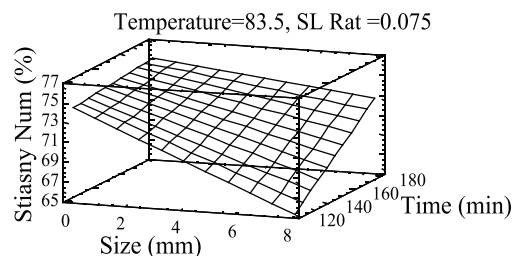


FIGURE 4. Response surface of Stiasny number for *Senna skinneri*.

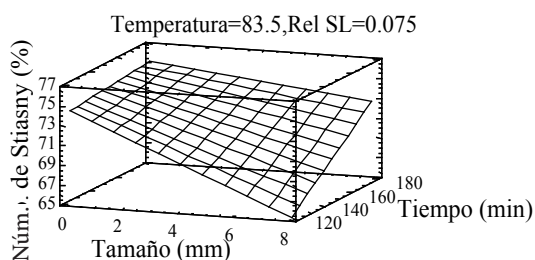


FIGURA 4. Superficie de respuesta de número de Stiasny para *Senna skinneri*.

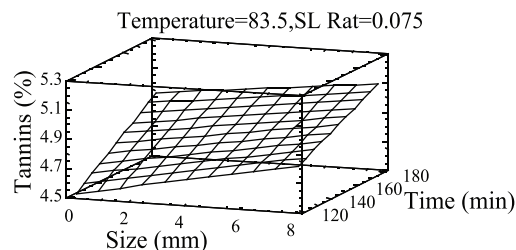


FIGURE 5. Response surface of tannin extraction of *Erythroxyylon compactum*.

Las condiciones óptimas para maximizar la extracción de taninos fueron las mismas para ambos tipos de corteza: 180 min de extracción, a 83.5 °C con tamaño de partícula de 6.68 mm y una relación sólido-líquido de 1:13. El valor óptimo para *E. compactum* fue 5.6 % y para *S. skinneri* 15.8 %, diferencia claramente observable en las Figuras 5 y 6, respectivamente. El resultado de *E. compactum* es cercano al encontrado en la corteza de *Pinus leiophylla* (5.88 %) y ligeramente menor al reportado para la corteza de *P. duranguensis* (6.44 %) (Rosales-Castro & González-Laredo, 2003), mientras que el contenido de taninos para *S. skinneri* está dentro de los valores encontrados en *Anadenanthera culubrina* (11.9 %) y en *Anacardium occidentale* (19.8 %) (Paes et al., 2006). El resultado de la prueba para determinar taninos hidrolizables en las muestras de corteza fue negativo; este tipo de taninos ocurre sólo en algunas especies dicotiledóneas (Scalbert, Monties, & Janin, 1989), mientras que los taninos condensables son más frecuentes (Hillis, 1987) y son los extractos curtientes más importantes (Romahn de la Vega, 1992).

Evaluación de la calidad curtiente de los taninos de *E. compactum* y *S. skinneri*

En el Cuadro 1 aparecen los resultados de esta evaluación. En general, se observa que los valores obtenidos para la corteza de *S. skinneri* son mayores en comparación con los de *E. compactum*. El contenido de taninos en *S. skinneri* (10.6 %) es cercano al valor máximo encontrado para cortezas de

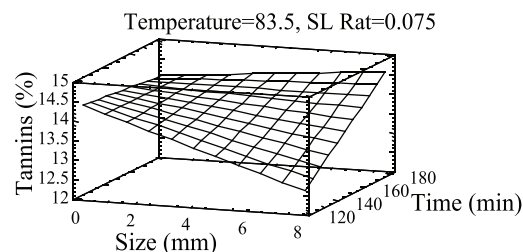


FIGURE 6. Response surface of tanin extraction of *Senna skinneri*.

83.5 °C with a particle size of 6.68 mm and a solid-liquid ratio of 1:13. The optimal value for *E. compactum* was 5.6 % and for *S. skinneri* 15.8 %, a difference that is clearly observable in Figures 5 and 6, respectively. The result of *E. compactum* is close to that found in the bark of *Pinus leiophylla* (5.88 %) and slightly lower than that reported for the bark of *Q. duranguensis* (6.44 %) (Rosales-Castro & González-Laredo, 2003), while the tannin content for *S. skinneri* is within the values found in *Anadenanthera culubrina* (11.9 %) and *Anacardium occidentale* (19.8 %) (Paes et al., 2006). The result of the test to determine hydrolyzable tannins in the bark samples was negative; this type of tannin occurs only in some dicotyledonous species (Scalbert, Monties, & Janin, 1989), while condensable tannins are more frequent (Hillis, 1987) and are the most important tanning extracts (Romahn de la Vega, 1992).

Assessment of tanning quality of *E. compactum* and *S. skinneri* tannins

Table 1 shows the results of this evaluation. In general, it can be seen that the values obtained for *S. skinneri* bark are

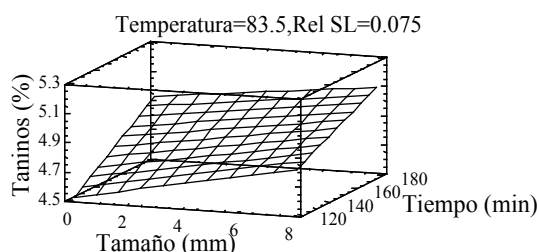


FIGURA 5. Superficie de respuesta de la extracción de taninos de *Erythroxylon compactum*.

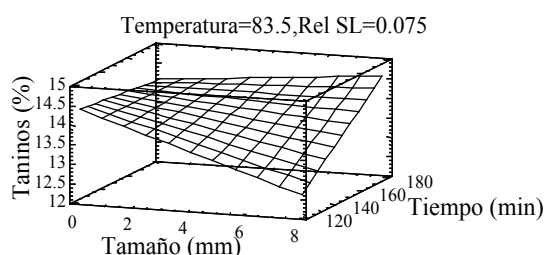


FIGURA 6. Superficie de respuesta de la extracción de taninos de *Senna skinneri*.

ferentes encinos (7.4-10.42 %) (Honorato-Salazar & Hernández-Pérez, 1998) y superior al rango reportado para cortezas de diversas especies de pino (1.0-7.32 %) (Rosales-Castro & González-Laredo, 2003).

La cantidad de taninos en la corteza de *S. skinneri* (10.6 %) (Cuadro 1) es ligeramente superior al valor que se reporta como susceptible de aprovechamiento (al menos 10 %) según diversos autores (Happich, Beebe, & Rogers, 1954; Kirk, 1962; Mule & Gonzáles, 1973) y es mayor a otro valor (8 %) considerado como potencial de comercialización (Rowe & Conner, 1979). Tomando en cuenta lo anterior y que además el número de Stiasny (79.4 %) es relativamente alto aunado al valor de la pureza, pudiera ser factible utilizar esta corteza con fines de extracción de taninos.

CUADRO 1. Resultado de los análisis de las sustancias curtientes.

Especie	ST (%)	SS (%)	NT (%)	T (%)	T/NT	P (%)
<i>Erythroxylon compactum</i>	11.2 ± 0.9	10.5 ± 0.1	6.4 ± 0.8	4.1 ± 0.2	0.6 ± 0.01	39.0 ± 1.1
<i>Senna skinneri</i>	17.7 ± 0.8	17.3 ± 0.2	6.7 ± 0.5	10.6 ± 0.2	1.6 ± 0.01	61.3 ± 1.1

ST = Sólidos totales, SS = Sólidos solubles, NT = No taninos, T = Taninos, T/NT = Taninos/no taninos, P = Pureza.

TABLE 1. Results of the analysis of tanning substances.

Species	TS (%)	SS (%)	NT (%)	T (%)	T/NT	P (%)
<i>Erythroxylon compactum</i>	11.2 ± 0.9	10.5 ± 0.1	6.4 ± 0.8	4.1 ± 0.2	0.6 ± 0.01	39.0 ± 1.1
<i>Senna skinneri</i>	17.7 ± 0.8	17.3 ± 0.2	6.7 ± 0.5	10.6 ± 0.2	1.6 ± 0.01	61.3 ± 1.1

TS = Total solids, SS = Soluble solids, NT = No tannins, T = Tannins, T/NT = Tannins/no tannins, P = Purity.

higher than those for *E. compactum*. The tannin content in *S. skinneri* (10.6 %) is close to the maximum value found for barks of different oaks (7.4-10.42 %) (Honorato-Salazar & Hernández-Pérez, 1998) and higher than the range reported for barks of various species of pine (1.0-7.32 %) (Rosales-Castro & González-Laredo, 2003).

The amount of tannins in *S. skinneri* bark (10.6 %) (Table 1) is slightly higher than the value reported as suitable for use (at least 10 %) by various authors (Happich, Beebe, & Rogers, 1954; Kirk, 1962; Mule & Gonzáles, 1973) and is greater than another value (8 %) referred to as commercial potential (Rowe & Conner, 1979). Taking into account the above and also the relatively high Stiasny number (79.4 %), coupled with the purity value, it might be feasible to use this bark for tannin extraction purposes.

Physical and mechanical tests on deerskin tanned with *S. skinneri* tannins

Table 2 reports the results obtained by performing tests on skin tanned with *S. skinneri* bark (higher quality than *E. compactum*). It can be seen that the tear load value is about twice the minimum required value (Table 3) for leather cuts and three times that of leather for lining and bellows. Also, the tensile strength value exceeds, by about 17 %, the minimum required value and likewise the elongation result is nearly twice the minimum required. The test results for the physical and mechanical characteristics suggest that skin tanned with *S. skinneri* bark could be used in leather cuts, lining and bellows.

CONCLUSIONS

The mineral content was similar in both barks. Hydrolysable tannins were not detected in the bark samples studied. In general, it was found that to maximize the extract yield, the Stiasny number and tannins, the optimum operating conditions were an extraction time of 180 min, particle size of 6.68 mm, 83.5 °C and a solid-liquid ratio of 1:13. The results of the amount of extract, the Stiasny number and the amount of

Pruebas físico-mecánicas en la piel de venado curtida con taninos de *S. skinneri*

En el Cuadro 2 se reportan los resultados obtenidos al realizar los ensayos en el cuero curtido con la corteza de *S. skinneri* (calidad mayor que *E. compactum*). Se puede apreciar que el valor de la resistencia al desgarre supera aproximadamente el doble del valor mínimo requerido (Cuadro 3) para un cuero de corte y el triple en el caso de cuero para forro y fuelle. Asimismo, el valor de la resistencia a la tensión supera, en alrededor de 17 %, el valor mínimo requerido e igualmente el resultado de elongación es mayor en casi el doble al mínimo requerido. Los resultados de las características físico-mecánicas sugieren que la piel curtida con la corteza de *S. skinneri* pudiera ser utilizada en cueros para corte, forro y fuelle.

CONCLUSIONES

El contenido de sustancias minerales en ambas cortezas fue similar. No se detectaron taninos hidrolizables en las muestras de corteza estudiadas. En general, se encontró que para maximizar el rendimiento de extracto, el número de Stiasny y de taninos, las condiciones óptimas de operación fueron tiempo de 180 min, tamaño de partícula de

tannins were higher in the *S. skinneri* bark, as were the results of the evaluation of the tanning quality of the tannins. It was found that the values of the physical and mechanical properties of the skin tanned with the *S. skinneri* bark tannins are greater than the minimum required by the standards. Based on the scope of this research, we conclude that the tannins in *S. skinneri* bark are suitable for use in tanning.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are grateful to Patricia Silva Sáenz and Samuel Ontiveros Alvarado for the botanical identification of the species studied, and the Scientific Research Office of the Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo for supporting project CIC-21.3-JGRQ.

End of English Version

CUADRO 2. Resultados de las pruebas físico-mecánicas aplicadas al cuero curtido con taninos de *S. skinneri*.

Método	Prueba	Unidades	Resultados	Criterio mínimo recomendable
NMX-A-235 (1983)	Resistencia al desgarre	N kg	95.5 ± 2.4 10.0 ± 1.7	*
	Espesor	mm	1.46 ± 0.04	
NMX-A-220 (1982)	Resistencia a la tensión	N·cm ⁻² kg·cm ⁻²	2295.7 ± 42.7 234.1 ± 4.5	1,961.4 200
	Elongación	%	77.5 ± 2.5	40
ISO (2002)	Temperatura de contracción	°C	39 ± 0.7	**

*La prueba de resistencia al desgarre cuenta con los estándares de referencia que aparecen en el Cuadro 3.

**Esta prueba no cuenta con algún estándar o algún otro criterio recomendable de calidad.

TABLE 2. Results of the physical and mechanical tests applied to skin tanned with *S. skinneri* tannins.

Method	Test	Units	Results	Recommended minimum criterion
NMX-A-235 (1983)	Tear load	N kg	95.5 ± 2.4 10.0 ± 1.7	*
	Thickness	mm	1.46 ± 0.04	
NMX-A-220 (1982)	Tensile strength	N·cm ⁻² kg·cm ⁻²	2295.7 ± 42.7 234.1 ± 4.5	1,961.4 200
	Elongation	%	77.5 ± 2.5	40
ISO (2002)	Shrinkage temperature	°C	39 ± 0.7	**

*The tear load test has the reference standards listed in Table 3.

**This test does not have any standards or any other recommended quality criteria.

CUADRO 3. Normas que establecen los valores mínimos de resistencia al desgarre para la utilización de cueros..

Utilización	Norma	Valor mínimo
Cuero para corte	NMX-S-051 (1989)	10 kg
	IMSS (2002)	49.03 N (5 kg)
Cuero para forro	NMX-S-051 (1989)	3 kg
Cuero para fuelle	NMX-S-051 (1989)	3 kg

TABLE 3. Standards establishing the minimum values of tear resistance for the use of leather.

Use	Standard	Minimum value
Leather cuts	NMX-S-051 (1989)	10 kg
	IMSS (2002)	49.03 N (5 kg)
Leather lining	NMX-S-051 (1989)	3 kg
Leather bellows	NMX-S-051 (1989)	3 kg

6.68 mm, 83.5 °C y una relación sólido-líquido de 1:13. Los resultados de la cantidad de extracto, número de Stiasny y de taninos fue mayor en la corteza de *S. skinneri*, así como los resultados de la evaluación de la calidad curtiente de los taninos. Se encontró que los valores de las propiedades físico-mecánicas de la piel curtida con los taninos de la corteza de *S. skinneri* son mayores a los valores mínimos requeridos de acuerdo con las normas. Con base en el alcance de la presente investigación, se estima que la corteza de *S. skinneri* pudiera ser susceptible de aprovechamiento para la extracción de taninos y así usarlos en el proceso de curtido de pieles.

AGRADECIMIENTOS

La identificación botánica de las especies estudiadas se agradece profundamente a la M. C. Patricia Silva Sáenz y al Ing. Samuel Ontiveros Alvarado. A la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo se agradece el apoyo al proyecto CIC-21.3-JGRQ.

REFERENCIAS

Fengel, D., & Wegener, G. (1983). *Wood chemistry, ultrastructure, reactions*. Berlin: Walter de Gruyter & Co.

Garro, G. J., Riedl, B., & Conner, A. H. (1997). Analytical studies on Tara tannins. *Holzforschung*, 51(3), 235-243. doi: 10.1515/hfsg.1997.51.3.235

González, L. R. F., Ochoa, R. G., Guzmán, B. N., & Castañeda, M. E. (1989). Utilización de taninos de corteza de pino en la preparación de adhesivos para vigas laminadas. *UBAMARI*, 16, 18-31.

Gutiérrez-Pulido, H., & De la Vara-Salazar, R. (2004). *Análisis y diseño*

de experimentos. México: McGraw-Hill Interamericana.

Happich, M. L., Beebe, C. W., & Rogers, J. S. (1954). Tannin evaluation of one hundred sixty-three species of plants. *American Leather Chemists Association*, 49(12), 760-773. Obtenido de <http://wyndmoor.arserrc.gov/Page/1954/871.pdf>

Hillis, W. E. (1987). *Heartwood and tree exudates*. USA: Springer-Verlag.

Honorato-Salazar, J. A., & Hernández-Pérez, J. (1998). Determinación de componentes químicos de la madera de cinco especies de encinos del estado de Puebla. *Madera y Bosques*, 4(2), 79-93. Obtenido de <http://www1.incol.edu.mx/myb/resumeness/4.2/pdf/Honorato%20y%20Hernandez%201998.PDF>

Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). (2002). *Especificación técnica industria textil-ropa contractual calzado para médica residente especificaciones y métodos de prueba*. México: Autor.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2011). México en cifras. Huetamo, Michoacán. Consultado 07-12-2011 en www.inegi.org.mx

International Organization for Standardization (ISO). (2002). *ISO 3380. (IULTCS/IUP 16). Leather Physical and mechanical tests - Determination of shrinkage temperature up to 100 degrees C*. Geneva, Switzerland: Autor.

Kirk, O. (1962). *Encyclopedia of chemical technology*. USA: John Wiley & Sons.

Kollmann, F. (1959). *Tecnología de la madera y sus aplicaciones*. Madrid, España: Inst. For. de Invest. y Exp. y el Serv. de la Mad.

López-Ríos, G. F. (1989). *Fitoquímica. Apoyos académicos Núm. 7*. México: Universidad Autónoma Chapingo.

McVaugh, R., & Anderson, W. R. (1987). *La Flora Novo-Galiciana. V. Leguminosae*. USA: University of Michigan.

Mule, E. L., & Gonzáles, E. V. (1973). *Studies on the tannin extracts*

- from the barks of six hardwood species. Philippines: Forpride digest.
- NMX-A-220. (1982). NMX-A-220. Curtiduría-Pruebas físicas del cuero-Evaluación de la resistencia a la tracción, porcentaje de alargamiento debido a una carga determinada y porcentaje de alargamiento en la rotura. México. Obtenido de <http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx/consultas-varias.nmx>
- NMX-A-235. (1983). NMX-A-235. Industria de la curtiduría y del calzado-Pruebas físicas del cuero-Determinación de la resistencia al desgarre. México. Obtenido de <http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx/consultasvarias.nmx>
- NMX-S-051. (1989). NMX-S-051. Zapatos de seguridad. México. Obtenido de <http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx/consultasvarias.nmx>
- Paes, J. B., Diniz, C. E. F., Marinho, I. V., & Lima, C. R. (2006). Avaliação do potencial tanífero de seis espécies florestais de ocorrência no semi-árido brasileiro. *Cerne*, 12(3), 232–238. Obtenido de <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=74412304>
- Pedraza-Bucio, F. E., & Rutiaga-Quiñones, J. G. (2011). Extracto tánico de la madera de palo de Brasil. *Conciencia Tecnológica*, 42, 36–41. Obtenido de <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=94421442007>
- Pizzi, A. (1982). Condensed tannins for adhesives. *Industrial & Engineering Chemistry Product Research and Development*, 21, 359–369. doi: 10.1021/i300007a005
- Romahn de la Vega, C. F. (1992). *Principales productos forestales no maderables de México*. México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Rosales-Castro, M., & González-Laredo, R. F. (2003). Comparación del contenido de compuestos fenólicos en la corteza de ocho especies de pino. *Madera y Bosques*, 9(2), 41–49. Obtenido de <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/617/61790204.pdf>
- Rowe, J. W., & Conner, A. H. (1979). *Extractives in Eastern hardwoods – A review*. Madison, Wisconsin, USA: Forest Products Laboratory Forest Service, U.S. Department of Agriculture. Obtenido de <http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgtr/fplgtr18.pdf>
- Scalbert, A., Monties, B., & Janin, G. (1989). Tannins in wood: Comparison of different estimation methods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 37(5), 1324–1329. doi: 10.1021/jf00089a026
- Standley, C. P. (1961). *Trees and shrubs of Mexico*. Washington, D. C.: Smithsonian Institution.
- Technical Association of the Pulp and Paper Industry (TAPPI). (2000a). *TAPPI test methods T 211 om-93. Ash in Wood and Pulp*. Atlanta: Autor.
- Technical Association of the Pulp and Paper Industry (TAPPI). (2000b). *TAPPI test methods T 264 cm-97. Preparation of Wood for Chemical Analysis*. Atlanta: Autor.
- Waterman, P. G., & Mole, S. (1994). *Methods in ecology. Analysis of phenolic plant metabolites*. USA: Blackwell Scientific Publications.
- Wessmann, G., Villalvazo, J., & Meier, D. (1980). *Química y tecnología de las sustancias extraíbles de la madera*. Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara.