

## Extracto Tánico de la Madera de Palo de Brasil

Investigación

M. C. Fabiola Eugenia Pedraza-Bucio, Dr. José Guadalupe Rutiaga-Quñones

Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Apartado Postal 580, C.P. 58000 Morelia, Michoacán, México.

pbucio@umich.mx, rutiaga@umich.mx

### Resumen

Se obtuvo tanino de la madera de Palo de Brasil (*Haematoxylon brasiletto*) mediante extracción acuosa con las siguientes condiciones de operación: tamaño de partícula 6.68mm, tiempo 120min, temperatura 87°C y relación de sólido-líquido 1:15. Se preparó un adhesivo a base de urea, añadiendo diferentes cantidades del tanino (0, 5, 10, 20 y 30%). También se formuló el adhesivo utilizando tanino comercial de la madera de Quebracho (*Schinopsis lorenzii*). Con los adhesivos tanino-urea se unieron piezas de madera de encino (*Quercus laurina*) y se determinó su resistencia a la tensión. La máxima resistencia a la tensión se obtuvo al adicionar 10% de tanino.

**Palabras clave:** *Haematoxylon brasiletto*, maderas tropicales, taninos, adhesivo tanino-urea, resistencia a la tensión.

### Abstract

Tannin was obtained of Palo de Brasil wood (*Haematoxylon brasiletto*) by aqueous extraction with the following operating conditions: 6.68mm particle size, time 120min, temperature 87°C and solid-liquid ratio 1:15. An adhesive is prepared from urea, by adding different amounts of tannin (0, 5, 10, 20 and 30%). The adhesive was also made using commercial tannin from Quebracho wood (*Schinopsis lorenzii*). With the tannin-urea adhesives joined pieces of oak wood (*Quercus laurina*) and determined the tensile strength. The maximum tensile strength was obtained by adding 10% tannin.

**Key words:** *Haematoxylon brasiletto*, tropical woods, tannin, tannin-urea adhesive, tensile strength.

### Introducción

Los taninos son sustancias polifenólicas que se dividen en taninos hidrolizables y taninos condensados, estos últimos son los más importantes económicamente. El tipo y el contenido de tanino varía, por factores diversos como la edad, especie, condiciones del árbol y localización, así como la parte del árbol que se analice [1]. Los taninos han tenido diversos usos, como son: en

la elaboración de productos químicos, como mordiente y fijador en la industria textil, en la fabricación de tintas, en productos farmacéuticos, como agente clarificador en la elaboración del vino, se emplea además como antidiarreico, cicatrizante y otras aplicaciones en medicina [2]. Así como también en la formulación de adhesivos con mezclas de formaldehído, floculantes para suspensiones de arcilla en tratamientos de agua [3, 4, 5] y como anticorrosivos del acero al carbón [6]. Su utilización puede ser muy amplia, como en el área biomédica, en las que se aprovechan las propiedades antimicrobianas, antioxidantes, antiinflamatorias y anticancerígenos. El uso tradicional de estos fenoles vegetales ha sido en el curtido de pieles y en la formulación de adhesivos [7, 8]. El objetivo del presente trabajo fue extraer taninos de la madera de *Haematoxylon brasiletto* Karst (Palo de Brasil), para formular un adhesivo con dicho tanino y resina ureica y evaluar la resistencia a la tensión en madera de *Quercus laurina*.

### Materiales y métodos

#### Colecta y preparación del material

De la especie *Haematoxylon brasiletto* Karst (Palo de Brasil) (Figura 1) colectada en la localidad El Copalito, municipio de Tacámbaro, Michoacán, México, se obtuvieron muestras de madera (Figura 2). Dicha localidad se ubica al centro del Estado con coordenadas 19°14' de latitud norte y 101°28' de longitud oeste, a 1,640 msnm, su clima es tropical y templado con lluvias en verano, tiene una precipitación pluvial anual de 1,451.6 mm y temperaturas que oscilan entre 8.8 a 26.9°C [9].



Figura 1. Árbol *Haematoxylon brasiletto*



**Figura 2.** Muestra de madera de *H. brasiletto*.  
Zona oscura: duramen. Zona clara: albura.

De la rodaja de estudio se separó la albura y el duramen. Estas muestras se convirtieron en astillas y se tamizaron, separando la fracción de malla 3 (6.68mm) que se dejó secar al aire libre, después se determinó el por ciento de humedad [10] y se almacenó en bolsas de plástico selladas. Los ensayos se realizaron por duplicado.

### Extracción de taninos

Para la extracción de taninos se utilizaron las siguientes condiciones, probadas con anterioridad [11]: tamaño de partícula 6.68mm, tiempo 120min, temperatura 87°C y relación de sólido-líquido 1:15. Para la extracción de taninos se utilizaron 5.0g de astillas un sistema estático de extracción acuosa en un matraz Erlenmeyer de 250mL, en baño María. Terminada la extracción el extracto frío se filtró sobre papel filtro de porosidad media y el filtrado se aforó en un matraz volumétrico de 100mL [11].

#### Extracto total

50 mL del filtrado se depositaron en un crisol de porcelana y se sometió a calentamiento en estufa de secado a 105°C hasta sequedad. El residuo que quedó es el extracto total y se calculó por gravimetría.

#### Taninos condensados

El volumen restante, 50mL, se hicieron reaccionar con 5mL de formaldehído en medio ácido (2.5mL de HCl) bajo reflujo durante 30 minutos. Ya fría la solución se filtró aplicando vacío y el filtrado se secó en estufa a 105°C hasta sequedad. El residuo que quedó son taninos condensados (No. de Stiasny) y se calculó por gravimetría.

#### Taninos hidrolizables

Para determinar la presencia de taninos hidrolizables se aplicó una prueba cualitativa: a 10mL del filtrado de la prueba de taninos condensados se adicionaron 1.0mL

de solución de sulfato férrico al 1% y 0.5g de acetato de sodio. La aparición de un color azul violeta indica la presencia de estos taninos.

### Evaluación de la calidad curtiente de los taninos

Se pesaron 100g de astilla de duramen de *H. brasiletto* y se colocaron en un vaso de precipitado a baño María y se aplicaron las mismas condiciones de extracción, anteriormente descritas, a excepción de que el método fue dinámico, con agitación constante. Al finalizar la extracción, la solución se filtró en papel de porosidad mediana y se colectó en un matraz aforado. El extracto fue evaluado siguiendo las técnicas de ALCA (por sus siglas en inglés: American Leather Chemist Asociation) [12], como a continuación se describe.

#### Extracto total

Esto se realizó de igual manera, como se indicó con anterioridad.

#### Solubles totales

Se filtraron 250mL del extracto en un equipo de microfiltración, del cual se tomaron 50mL y se colocaron en una cápsula de porcelana, evaporándose a sequedad en estufa a 105°C. El residuo obtenido, solubles totales, se calculó gravimétricamente.

#### Material no curtiente

75mL de extracto se colocaron en un matraz Erlenmeyer de 250mL y se adicionaron 6.5g de polvos de piel cromada, con tiempo de reacción de 20 minutos, con agitación constante. Posteriormente se filtró a vacío. Nuevamente se tomaron 75mL del extracto y el proceso se repitió. De la solución filtrada se tomaron 50mL y se colocaron en una cápsula de porcelana, para determinar igualmente el residuo por evaporación. A este residuo se le llama material no curtiente, o no taninos.

#### Determinación de taninos y pureza

Para determinar la cantidad de taninos y su pureza se efectuaron los siguientes cálculos:

$$\text{Taninos (\%)} = \text{sólidos solubles} - \text{material no curtiente}$$

$$\text{Pureza de taninos (\%)} = (\text{taninos/sólidos solubles}) \times 100$$

### Determinación de la calidad de la resina ureica

Se determinó el pH a una temperatura de 25°C con un potenciómetro marca HANNA, modelo pH 211. La viscosidad (V) se midió en un viscosímetro Brookfield, Modelo RVF-100, Serie 73 245 a una temperatura de 25°C. El contenido de sólidos (CS) se determinó por diferencia de peso. El tiempo de gelado (TG) de la resina utilizada se midió a una temperatura de 94°C, las mezclas tanino-resina fueron evaluadas de igual manera. Para determinar el tiempo de gelificación se colocó en un tubo de ensaye la mezcla adhesiva a baño

María, a una temperatura de 94°C. Cada 3 minutos se introducía un alambre de cobre con una espiral en la punta en el tubo de ensaye, hasta que fraguara el adhesivo y así determinar el tiempo de curado de cada mezcla de adhesivo.

#### Formulación del adhesivo tanino-urea

Para comparar el desempeño del adhesivo de tanino de Pablo de Brasil (Tanino PB) se utilizó un tanino comercial de Quebracho (Tanino Q) que presentó las siguientes propiedades básicas: polvo fino color marrón claro, pH en solución acuosa de 6.5 a 6.9 y 8% de humedad.

Para la evaluación del adhesivo tanino-urea, se aplicó un diseño experimental factorial 2x4 [13], teniendo como factores y niveles los siguientes:

Factor A: tipo de tanino (Tanino PB y Tanino Q).

Factor B: cantidad de tanino (0, 5, 10, 20, 30%).

La variable de respuesta fue la resistencia a la tensión. Para realizar la comparación de medias del efecto significativo se aplicó el método de la mínima diferencia significativa (LSD) [13]. El nivel de confianza con el que se analizaron los datos fue del 95% y los resultados se procesaron con el programa Statgraphics Plus versión 4.

#### Evaluación de la resistencia a la tensión

Para evaluar el efecto de la resina tanino-urea, sobre la resistencia de la tensión en probetas de madera elaboradas de acuerdo a la norma D 897-72 [14], con la variante de que la madera empleada fue de *Quercus laurina* y no la madera de maple, como indica la Norma. Se utilizaron 9 probetas para cada mezcla, con un contenido de humedad de 12%, la cantidad aplicada de adhesivo fue 0.02g/cm<sup>2</sup>. El ensayo de resistencia a la tensión de las probetas se realizó en una Máquina Universal marca Shimadzu (Figura 3), que tiene una capacidad de 10,000kg. La velocidad de desplazamiento que se utilizó para los ensayos fue de 3mm/min.

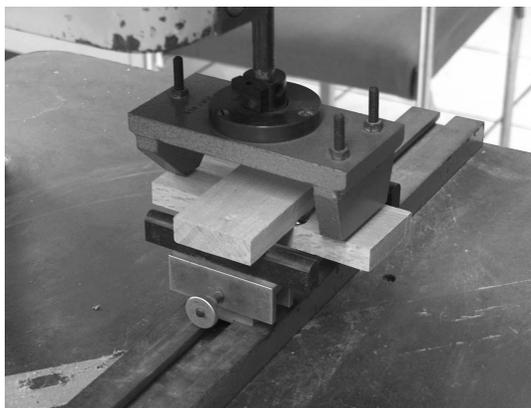


Figura 3. Realización del ensayo.

## Resultados y discusión

#### Extracción de taninos

La humedad de las muestras de albura y de duramen fue de 8.0 y 7.9%, respectivamente. En la madera de albura no se detectó la presencia de taninos, lo que concuerda con la literatura que indica que los taninos son frecuentes en duramen y en corteza [1]. Con las condiciones de extracción para el caso del duramen se obtuvieron los siguientes resultados: 7.6% de extracto total, 79.3% de No. de Stiasny y 6.2% de taninos.

La cantidad de extracto total es comparable con el obtenido, también mediante extracción acuosa, en corteza de *Pinus leiophylla* (7.35%) [15] y de corteza de *Eucalyptus robusta* (7.76%) [11]. Por otra parte, el No. de Stiasny calculado en este estudio indica un contenido relativamente alto de poliflavonoides o taninos condensados reactivos [16], que pueden ser susceptibles de reaccionar con formaldehído en medio ácido [17, 18] y es similar al obtenido en corteza de *Pinus leiophylla* (80.0%) [15]. Con respecto a la cantidad de taninos el valor aquí obtenido es comparable con el reportado para la corteza de *Pinus leiophylla* (5.88%) y de *P. duranguensis* (6.44%) [15].

#### Evaluación de la calidad curtiente de los taninos

Los resultados para el duramen en esta evaluación fueron los siguientes: 16.7% de extracto total, 16.8% de sólidos solubles, 10.0% de material no curtiente, 6.8% de tanino y pureza de 40.5%. El contenido de taninos obtenido en esta prueba es superior al rango encontrado en muestras de una mezcla de albura y de duramen en diferentes especies de encino (1.17% en *Quercus laurina* y 3.46% en *Q. affinis*) [19].

La cantidad de tanino encontrada en *H. brasiletto* es menor al valor considerado como potencial comercial de 8% [20], sin embargo, por el relativamente alto valor del No. de Stiasny (79.3%), pudiera ser conveniente purificar los taninos para incrementar su pureza, además de realizar ensayos directamente en muestras de piel y observar los resultados obtenidos y concluir sobre su aplicación como material curtiente.

#### Determinación de la calidad de la resina ureica

Los resultados del análisis de la resina ureica aparecen en la Tabla 1, lo que en general coincide con especificaciones industriales [21].

En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos para la viscosidad (V) a una temperatura de 25°C y el tiempo de gelado (TG) a 94°C para el Tanino PB y para el Tanino Q.

Análisis	Especificaciones	Resultados
pH	8.0 – 8.4	8.3
V (cP)	180 - 250	296
CS (8%)	65 - 67	67
TG (min)	60 - 100	120

Tabla 1. Resultados del análisis de la resina

Cantidad de tanino (%)	Tanino PB		Tanino Q	
	V (cP)	TG (min)	V (cP)	TG (min)
0	204	74.53	204	74.53
5	250	120	300	100
10	220	110	210	95
20	200	110	180	95
30	150	90	150	90

Tabla 2. Resultados de Viscosidad (V) y Tiempo de Gelado (TG)

La adición de tanino, tanto de Pablo de Brasil (Tabla 2, Figura 4) como de Quebracho (Tabla 2, Figura 5) tiene prácticamente el mismo efecto sobre la viscosidad (V) y el tiempo de gelado (TG) en el adhesivo formulado con la resina ureica. Sin embargo, el efecto del tanino del Palo de Brasil (V.PB) sobre la viscosidad del adhesivo presentó mejor ajuste ( $R^2 = 0.85$ ) que para el caso del tanino de Quebracho (V.Q) ( $R^2 = 0.53$ ) como se aprecia en la Figura 4. Para el caso del tiempo de gelado, el mejor ajuste fue para el Tanino de Quebracho (TG.Q) ( $R^2 = 0.67$ ) en comparación al obtenido para Tanino de Palo de Brasil ( $R^2 = 0.60$ ), como se observa en la Figura 5.

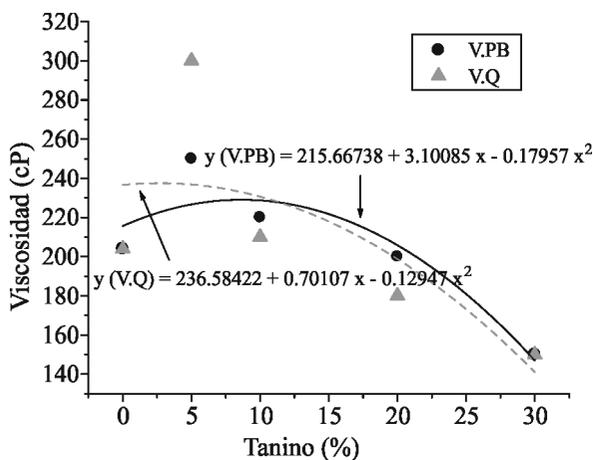


Figura 4. Comportamiento de la viscosidad para el adhesivo Tanino-Urea.

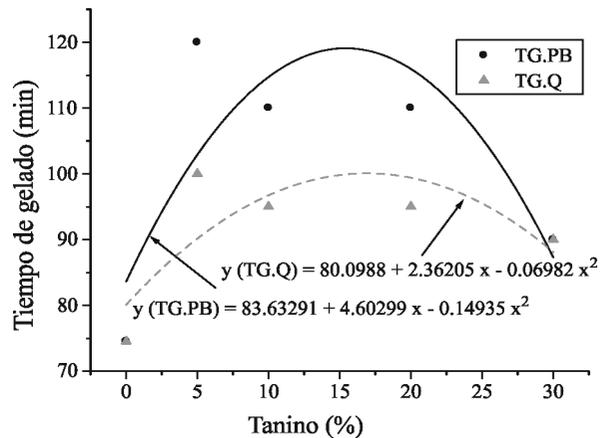


Figura 5. Comportamiento del tiempo de gelado para el adhesivo Tanino-Urea.

### Evaluación de la resistencia a la tensión

Los adhesivos preparados con las diferentes cantidades de tanino añadido a la resina ureica, utilizados para unir las piezas de madera, generaron los siguientes resultados de resistencia a la tensión.

En relación al tipo de tanino, el análisis de varianza con un valor  $p$  (0.5417), mayor al valor fijado (0.05), indica que no hay diferencia estadísticamente significativa sobre el efecto de la resistencia a la tensión, como se aprecia en la gráfica de medias (Figura 6), es decir, estadísticamente se obtiene la misma resistencia a la tensión al usar el Tanino PB (54.4kg) o el Tanino Q (52.6kg). Esto significa que el tanino de Palo de Brasil pudiera utilizarse como adhesivo en lugar del tanino de Quebracho.

En relación a la cantidad de tanino adicionada a la resina ureica, el resultado del análisis de varianza indica con un valor  $p$  (0.0000), menor al valor fijado (0.05), que si hay diferencia estadísticamente significativa sobre el efecto de la resistencia a la tensión, como se aprecia en la gráfica de medias (Figura 7). Adicionar 30% de tanino ya no es costeable, pues la resistencia a la tensión decrece. El valor mayor de resistencia a la tensión se obtuvo con 10% (64.1kg) y 20% (65.4kg) de tanino añadido a la resina ureica, siendo valores estadísticamente iguales (Figura 7), por lo que se sugeriría utilizar 10%.

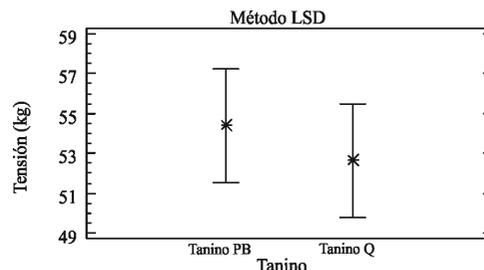
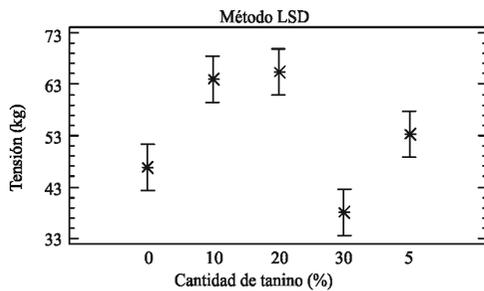


Figura 6. Efecto de la especie sobre la resistencia a la tensión



**Figura 7.** Efecto de los taninos sobre la resistencia a la tensión

### Conclusiones

Solamente en el duramen de *Haematoxylon brasiletto* se encontraron taninos condensables, en la albura no.

No se encontró diferencia estadísticamente significativa en la resistencia a la tensión, al formular el adhesivo a base de urea con Tanino PB o con Tanino Q.

Se encontró diferencia estadísticamente significativa en la resistencia a la tensión, debida a la cantidad de tanino adicionada a la resina ureica.

Con 10% de tanino se obtuvo la máxima resistencia a la tensión en las probetas de madera ensayadas.

Con base a este estudio, el tanino obtenido del duramen de Palo de Brasil pudiera ser utilizado para formular un adhesivo tanino-urea.

Para buscar una aplicación del tanino del Palo de Brasil como material curtiente, se considera necesario hacer estudios para maximizar el rendimiento e incrementar su pureza, además de realizar las pruebas directamente en piel.

### Agradecimientos

Al Sr. Pedro Albores se agradece la donación del material de estudio. A la empresa Rexcel, S. A. de C. V., la donación de la resina ureica y el tanino comercial de Quebracho. A la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo el apoyo al proyecto JGRQ-CIC-21.3, dentro del cual se desarrolló el presente trabajo.

### Referencias

[1] Fengel, D., Wegener, G., (1983), *Wood: chemistry, ultrastructure, reactions*. Walter de Gruyter. Berlin.

[2] López, M. E., (1993), Primeros datos sobre el empleo de corteza de pino tratada para el control de malas hierbas. *Acta del Congreso 1993 de la sociedad española de Malherbología*. Madrid. Pp 272-275.

[3] Pizzi, A., (1982), Condensed tannins for adhesives. *Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Dev.* (21): 359 – 369.

[4] Hergert, H. J., (1989), Condensed tannic in adhesives: introduction and historical perspectives. In: Hemingway RW et al. (Ed.) *Adhesives from renewable resources*. Washington: American Chemical Society, p. 155-171.

[5] Rosales Castro, M., (1987), Determinación del peso molecular de taninos y composición química en cortezas de dos leguminosas. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara. México.

[6] Sorinas González, L., (1998), Utilización de un residual de la industria forestal para el tratamiento anticorrosivo del acero al carbón. Parte 1: Estado del arte en el uso de taninos para el tratamiento del acero oxidado. *IV Taller de la Cátedra de Medio Ambiente*. Instituto Superior de Ciencias y Tecnología Nuclear. <http://puma.sskii.gu.se/cubataller7/IVtaller/Trat17.html>, visitado el 13 de noviembre de 2010.

[7] Garro, G. J., Riedl, B., Conner, A. H., (1997), Analytical studies on Tara tannins. *Holzforchung* 51(3): 235-243.

[8] Romahn de la Vega, C. F., (1992), *Principales productos forestales no maderables de México*. Universidad Autónoma Chapingo. México.

[9] INEGI, (2011), México en Cifras. Tacámbaro, Michoacán. Disponible en: [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx), visitado el 14 de marzo de 2011.

[10] TAPPI (2000), Tappi test methods. Tappi Press. Atlanta. T 264 cm-97. Preparation of Wood for Chemical Analysis.

[11] Pedraza Bucio, F. E., (2006), Composición química de la corteza de 4 especies de eucalipto y evaluación de las propiedades de sus extractos tánicos. Tesis de Maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 136p.

[12] Wessmann, G., Villalvazo, J., Meier, D., (1980), Química y Tecnología de las Sustancias Extraíbles de la Madera. Instituto de Madera, Celulosa y Papel “Ing. Karl Augustin Grellmann”. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México.

[13] Gutiérrez Pulido, H., de la Vara Salazar, R., (2004), *Análisis y diseño de experimentos*. McGraw-Hill Interamericana. México.

[14] ASTM, (2000), *Annual book of ASTM standards*. (Designation D 897-72, Reapproved 1972). West Conshohocken, PA. EUA.

[15] 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.
- [16] Wissing, A., (1955), Utilization of Bark. *Svensk. Papperstiding* 58: 745-750.
- [17] Yazaki, Y., Gu, R., Lin, Y., Chen, W., Nguyen, K., (1993), Analysis of black wattle (*Acacia mearnsii*) tannins- Relationships among the hidepowder, the Stiasny and the ultraviolet (UV) methods. *Holzforschung* 47(1): 57-61.
- [18] Yazaki, Y., Hillis, E. W., (1980), Molecular size distribution of radiata pine bark extracts and its effect on properties. *Holzforschung* 34: 125-130.
- [19] 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.
- [20] Rowe, J. W., Conner, A. H., (1979), Extractives in Eastern hardwoods – e review. General Technical Report FPL 18. USDA-FS-FPL-GTR. 67p.
- [21] Villanueva Antonio (Entrevistado, Rexcel, S. A. de C. V.); Fabiola Pedraza (Entrevistador); Resinas ureicas y tanino de quebracho (tema de la entrevista), 14 de enero de 2011; Zitácuaro, Mich.

**Artículo recibido:** 22 de julio de 2011

**Aceptado para publicación:** 1 de noviembre de 2011