

Durabilidad natural de la madera de pino chuncho (*Shizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke) a la acción de dos hongos de pudrición

Natural durability of pino chuncho wood (*Shizolobium amazonicum* Huber, ex Ducke) against the action of two rot fungi

Haydeé M. Ramos León¹, Florencio Trujillo Cuellar², Deysi Guzmán Loayza³
y Martín Araujo Flores²

Resumen

En el presente trabajo se determinó la durabilidad natural de la madera de duramen de *Shizolobium amazonicum* (pino chuncho) proveniente de plantaciones forestales de 17 años de edad del Bosque Nacional Alexander von Humboldt en Ucayali, siguiendo los lineamientos de la Norma ASTM D 2017 y de la Norma Técnica Peruana 251.027, empleando madera de *Swietenia macrophylla* (caoba) como testigo de alta durabilidad natural, y madera de *Simarouba amara* (marupa) como testigo de baja durabilidad natural. Para tal efecto se emplearon cultivos puros y frescos de hongos de pudrición blanca *Pycnoporus sanguineus* y *Schizophyllum commune*. Como resultado se obtuvo que la madera de duramen de pino chuncho frente a la acción destructiva de los hongos xilófagos empleados, se clasifique por su durabilidad natural como No Resistente (Clase D), además, se encontró que el hongo *P. sanguineus* causa una mayor destrucción en las maderas de baja durabilidad natural que el hongo *S. commune*. Paralelamente, se realizó un análisis fitoquímico de los extractos de estas maderas, encontrándose que la madera de caoba, de alta durabilidad natural, posee un alto contenido de extractivos como azúcares reductores, saponinas, alcaloides, flavonoides y taninos, y en el caso de las maderas de pino chuncho y marupa, de baja durabilidad natural, poseen un bajo contenido de extractivos, no encontrándose en ellas azúcares reductores ni saponinas; lo cual evidencia una relación directa entre el contenido de extractivos totales en la madera y su durabilidad natural.

Palabras clave: *Shizolobium amazonicum*; durabilidad natural; principios activos; madera; resistencia.

¹ Sub Dirección de Investigación Forestal, Instituto Nacional de Innovación Agraria, Perú.

² Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.

³ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. E-mail: deysig@lamolina.edu.pe

Abstract

In the present research, the natural durability of *Schizolobium amazonicum* (pino chuncho) heartwood from 17-year-old forest plantations of the Alexander von Humboldt National Forest in Ucayali was determined, following the guidelines of ASTM D 2017 and the Peruvian Technical Standard 251.027, using *Swietenia macrophylla* (mahogany) wood as a high natural durability control, and *Simarouba amara* (marupa) wood as a low natural durability control. For this purpose, pure and fresh cultures of white rot fungi *Pycnoporus sanguineus* and *Schizophyllum commune* were used. As a result, the pine wood heartwood against the destructive action of the xylophagous fungi used, is classified by its natural durability as Not Resistant (Class D), in addition, it was found that the fungus *P. sanguineus* causes a greater destruction in woods of low natural durability than the *S. commune* fungus. At the same time, a phytochemical analysis of extracts of these woods was carried out. Mahogany wood, with high natural durability, has a high content of extractives such as reducing sugars, saponins, alkaloids, flavonoids and tannins. Pine wood and marupa wood, with low natural durability, have a low extractive content, and no content of reducing sugars nor saponins; which shows a direct relationship between the content of total extractives in the wood and its natural durability.

Key words: *Schizolobium amazonicum*; natural durability; active ingredients; wood; resistance.

Introducción

El uso de la madera se ve condicionado por su susceptibilidad al deterioro por organismos biológicos, principalmente por hongos e insectos xilófagos. Esta condición puede afectar considerablemente el rendimiento económico y calidad de los productos elaborados, tanto durante su procesamiento como en servicio. La durabilidad natural de la madera es una consecuencia de la presencia de sustancias tóxicas en la madera, ya que estas le confieren resistencia al deterioro biológico. Dichas sustancias naturales llamadas extractivos, se forman en la madera durante el proceso de duraminización y van quedando fijas de manera progresiva en el duramen. El tipo y cantidad de estas sustancias varía según la especie, la edad y condiciones de desarrollo, por lo cual es importante establecer la durabilidad natural de las maderas según estos factores.

Durán y Tuset (1980), manifiestan que la madera de albura y duramen presentan distintas resistencias a los organismos de deterioro; en la albura suele encontrarse sustancias de reserva como azúcares y almidones que la hacen apetecible por los organismos xilófagos,

en cambio en la madera de duramen, según la especie considerada mostrará una mayor resistencia al contener otros tipos de sustancias propias del proceso de duraminización como: aceites, taninos, gomas y sustancias hidrosolubles de alta toxicidad. Al respecto, Kollmann y Coté (1984), señalan que la lignificación de las paredes celulares reducen la susceptibilidad de la madera a la pudrición, dado que la lignina constituye una barrera física para el ataque enzimático sobre los polisacáridos; por lo cual sólo serán capaces de destruirla los organismos que posean enzimas capaces de degradar la lignina o alterar la asociación con los polisacáridos.

Soares (1971) indica que la evaluación de la durabilidad natural y resistencia de la madera a la pudrición en función de la pérdida de leño expresado en porcentaje del peso seco inicial, es muy empleada por ser un método sencillo, rápido, controlable y aplicable en maderas.

Hillis citado por Quinde (1984), define al contenido de extractivos como constituyentes no estructurales de las plantas que pueden ser removidos generalmente con solventes orgánicos neutros. Sobre el contenido de extractivos

en la madera, Trujillo (1985), Yataco (1986), Escuza (1987), González (1981), coinciden en indicar que estos determinan en forma significativa su resistencia a la pudrición y que por otro lado, la densidad de la madera no presenta correlación con la resistencia biológica de las mismas. Asimismo Scheffer y Duncan (1947), manifiestan que las maderas durables presentan un mayor porcentaje de extractivos solubles en alcohol-benceno que las no durables, afirmando que las maderas con más del 5% de extractivos solubles en alcohol-benceno son muy resistentes a la pudrición, siempre y cuando la naturaleza del extracto sea principalmente fenólico.

Según Quinde (1984) citado por Clément (1990), indica que los compuestos extractables de la madera pueden agruparse en metabolitos primarios como: proteínas, ácidos grasos, polisacáridos, etc.; y en metabolitos secundarios como: alcaloides, esteroides, terpenoides, flavonoides, taninos y otros compuestos fenólicos. Encontrándose, en estos últimos los llamados principios activos tóxicos de la madera.

JUNAC (1988), señala que en las maderas de alta durabilidad se encuentran presentes más de veinte compuestos polifenólicos muy tóxicos para los organismos biológicos, entre los cuales destacan los ácidos shiquímico, cinámico y caféico. Por otro lado, Trujillo (1992), al estudiar el índice de resistencia de maderas determinó que los compuestos de naturaleza flavonoide y taninos condensados tienen propiedades fungitóxicas, que afectan al desarrollo de los hongos.

Lock de Ugaz (1994), afirma que un gran porcentaje de los principios activos tóxicos de la planta están comprendidos dentro de los llamados metabolitos secundarios. Asimismo señala, que una serie de métodos han sido desarrollados para el análisis fitoquímico de estos metabolitos, basado en su extracción con solventes apropiado y en la aplicación de pruebas de coloración. Al respecto Valencia (1995), indica que los taninos tienen la propiedad de reaccionar con proteínas formando copolímeros insolubles en agua. Forman precipitados de color azul oscuro o negro verdoso con las sales férricas.

Schizolobium amazonicum Huber., ex Ducke (pino chuncho) es una especie maderable abundante en la Amazonía peruana, de rápido crecimiento, cuya madera tiene un gran potencial de uso industrial en muebles, carpintería, cajonería, entre otros, debido a sus características y propiedades físicas y mecánicas.

Encarnación (1983) señala que *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke (pino chuncho) es una especie que habita en la amazonia brasileña y peruana, encontrándose en ésta última en los departamentos de Loreto y Ucayali. Reynel *et al.* (2003) menciona que en el Perú se encuentra mayormente debajo de los 1200 msnm, en claros de bosques primarios, en bosques secundarios, tempranos y tardíos en la región amazónica. Asimismo, indica que es una especie con tendencia heliófita y de crecimiento rápido, prefiere suelos arenosos a limosos, de fertilidad media a alta, bien drenados, con pedregosidad baja a media. Finalmente señala que esta especie es muy sensible al anegamiento sobre todo cuando es una plántula.

Aróstegui (1974) describe la madera de esta especie de color blanco paja, sin distinción entre albura y duramen, con anillos de crecimiento poco diferenciados; de vetado ausente, con manchas amarillentas o rosado pálido; de superficie lisa al tacto e irregularmente lustrosa; de olor y sabor ausente; textura media; y de grano entrecruzado.

Según CEDISA (2006), la densidad básica de pino chuncho es baja ($0,36 \text{ g/cm}^3$), de baja contracción volumétrica, muy flexible y de resistencia mecánica media a baja. Asimismo, se infiere que debido a sus propiedades, la madera de pino chuncho se puede emplear en cajonería, carpintería y muebles, y que tiene aptitudes de revestimiento para construcciones, juguetería y aeromodelismo. Sin embargo según Aróstegui (1974), esta madera ofrece poca resistencia al deterioro biológico, siendo muy susceptible al ataque de hongos causantes de pudrición e insectos xilófagos, teniendo en consecuencia una baja durabilidad natural. En consecuencia, la determinación de la durabilidad natural de la madera cobra importancia para establecer de manera adecuada los tratamientos condu-

centes a conservar la calidad durante su procesamiento y puesta en servicio.

El presente trabajo tiene por objetivo determinar la durabilidad natural de la madera de duramen de *Schizolobium amazonicum* Huber, ex Ducke (pino chuncho) en base a su resistencia a la acción de deterioro de dos hongos xilófagos, y establecer la influencia del contenido de extractivos en su durabilidad natural.

Materiales y Métodos

Materiales

Estufa, equipo soxhlet.

Muestra

Se prepararon probetas cúbicas de 2 cm de arista de *Schizolobium amazonicum* Huber, ex Ducke (pino chuncho), libres de defectos, las que se llevaron a condición anhidra en estufa con el fin de determinar su peso seco inicial (PSI), posteriormente se humedecieron por inmersión en agua destilada durante 72 horas para luego esterilizarlas en autoclave a 126°C y 1,05 kPa de presión. Se empleó madera de duramen de *Swietenia macrophylla* (caoba) como testigo de alta durabilidad natural y madera de duramen de *Simarouba amara* (marupa) como testigo de baja durabilidad natural. Todas las muestras son de plantaciones forestales de 17 años de edad del Bosque Nacional Alexander von Humboldt en Ucayali.

Pruebas de durabilidad natural

Se emplearon cultivos puros y frescos de los hongos de pudrición blanca *Pycnoporus sanguineus* y *Schizophyllum commune*, los que fueron proporcionados por el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA). Se prepararon cámaras de pudrición empleando frascos de vidrio de 225 ml de capacidad, y se utilizó como sustrato de cultivo 40 ml de extracto de malta agar (EMA) al 1,5% en cada cámara. Se utilizó aproximadamente 1 cm² de micelio de los hongos seleccionados, para inocular las cámaras, luego de 2 semanas de incubación a 27 + 2°C, se colocaron las probetas de madera húmeda y esterilizada, para que finalmente

sean llevadas nuevamente a la cámara de incubación por un periodo de 90 días. Luego de este tiempo se colocaron en estufa hasta peso constante con el fin de determinar el peso seco final (PSF), de acuerdo a la ecuación siguiente:

$$\% PP = (PSI - PSF) * 100 / PSI$$

Donde:

%PP: pérdida de peso (%), PSI: peso seco inicial (g) y PSF: peso seco final (g).

Cuantificación de extractivos totales

Se realizó una extracción con alcohol benceño (1:2) en equipo Soxhlet según los procedimientos de acuerdo a la norma TAPPI - T 204 cm-07, y luego a la misma muestra se la trato con agua caliente siguiendo los lineamientos de la norma TAPPI - T 207 cm-08. El contenido de extractivos totales (se determinaron utilizando la siguiente relación:

$$\% ET = \% EAB + \% EH_2O$$

Donde:

%EAB: extractivos solubles en alcohol benceño (%), %EH₂O: extractivos solubles en agua caliente (%).

Determinación de la solubilidad

Para poder extraer la mayor cantidad de metabolitos presentes en las muestras se determinó el porcentaje de solubilidad de las muestras de acuerdo a la norma NRSP - 309, que se basa en la extracción de las sustancias en agua, alcohol o una mezcla hidroalcohólica, mediante maceración y evaporación hasta sequedad de una alícuota del extracto. Y el porcentaje de la solubilidad se calcula mediante la formula siguiente:

$$S (\%) = (R \cdot 500 - 100) / (M \cdot (100 - H))$$

Donde:

H: humedad de la muestra (%); 500 y 100 factores matemáticos para los cálculos; R: residuo de la muestra (g); M masa de la muestra (g).

Screening fotoquímico

Mediante este procedimiento se identificó metabolitos de acción tóxica presente en las muestras de madera como: alcaloides, saponinas, taninos y flavonoides, siguiendo la metodología de Lock de Ugaz (1994).

Análisis estadístico

Se determinó el promedio, variancia, desviación estándar y coeficiente de variación de la pérdida de peso observada en tres especies forestales, expresados en porcentajes. Para el análisis de variancia de los índices de resistencia de la madera a la pudrición se empleó un arreglo factorial de dos factores: clase de madera y hongo xilófago (3x2) con 10 repeticiones en un diseño completamente randomizado. El ANVA se realizó aplicando la pérdida de peso expresada en porcentaje del peso seco inicial; con un nivel de significación del 1%. Finalmente, con el propósito de evaluar la asociación lineal entre el contenido de extractivos y la pérdida de peso observada en las tres clases de madera, se calculó el coeficiente de correlación y el coeficiente de determinación correspondientes.

Factores de variabilidad	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.01
Clases de madera	2	14714,89	7357,44	321,25	<0,0001
Hongos xilófagos	1	2062,49	2062,49	1146,00	<0,0001
Interacción	2	103,69	516,69	80,48	<0,0001
Error	54	346,69	6,42		
Total	59	18157,44			

Cuadro 2. Análisis de variancia de la pérdida de peso de 3 especies forestales por acción de 2 hongos xilófagos.

Madera	Caoba		Marupa		Pino chuncho	
	<i>S. commune</i>	<i>P. sanguineus</i>	<i>S. commune</i>	<i>P. sanguineus</i>	<i>S. commune</i>	<i>P. sanguineus</i>
Hongo de prueba						
Número de repeticiones	10	10	10	10	10	10
Media (%)	4,53	5,00	26,78	47,00	31,74	46,24
Variancia	0,57	2,02	3,45	9,08	21,75	1,65
Desviación estándar	0,75	1,42	1,86	3,01	4,66	1,28
Coficiente de variación	16,56	28,40	6,95	6,40	14,68	2,77

Cuadro 1. Promedio de pérdida de peso de las tres especies en estudio.

Resultados

Resistencia de la madera a la pudrición

En el Cuadro 1 se presentan los valores promedio de pérdida de peso de las probetas de madera de pino chuncho y de las dos maderas testigo (caoba y marupa). El ANVA se presenta en el Cuadro 2 y en el Cuadro 3 se presenta el ANVA referido a la actividad de cada uno de los hongos sobre las maderas estudiadas.

Clasificación por durabilidad natural

En el Cuadro 4 se muestra la clasificación de las maderas respecto a la durabilidad natural en función de los índices de resistencia de la madera a la pudrición hallados; empleándose para ello la tabla de interpretación de resultados de la Norma ASTM D 2017-05 y lo recomendado por JUNAC (1988).

Cuantificación de extractivos

En el Cuadro 6, se observa los porcentajes de extractivos para las tres maderas ensayadas y en el Cuadro 7 se muestra el análisis de correlación entre el porcentaje de contenido de extractivos y pérdida de peso promedio de las tres especies forestales que han sido atacadas por los dos hongos xilófagos en el estudio. En la Figura 1, se muestra una alta correlación inversa entre el porcentaje de contenido de extractivos y el porcentaje de pérdida de peso promedio que sufren las especies forestales estudiadas a la acción de los hongos xilófagos.

Metabolitos secundarios

En el Cuadro 8 se muestran los resultados del *screening* fitoquímico y para confirmar el tipo de saponina presente en las muestras estudiadas se realizó la prueba de hemólisis en placas de agar-sangre.

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ft 0.01
Efectos simples entre clases de madera con:					
<i>Shizophyllum commune</i>	2	4197,76	2098,88	326,92	<0,0001 **
<i>Pycnoporus sanguineus</i>	2	1155,10	5775,26	899,56	<0,0001 **
Efectos simples entre hongos xilófagos en:					
Caoba	1	1,07	1,07	0,17	0.6851 ns
Marupa	1	2043,84	2043,84	318,35	<0,0001 **
Pino chuncho	1	1050,96	1050,96	163,7	<0,0001 **

Cuadro 3. Análisis de variancia para el estudio de los efectos simples de clases de madera y hongos xilófagos. Donde:** = Altamente significativa.

Madera	Hongos xilófagos		Clasificación
	<i>S. commune</i>	<i>P. sanguineus</i>	General
Caoba	A	A	A
Pino chuncho	C	D	D
Marupa	C	D	D

Cuadro 4. Clasificación de la madera de 3 especies forestales por durabilidad natural en ensayo de solubilidad base a índices de resistencia. Donde: A= Altamente Resistente, B= Resistente, C= Moderadamente Resistente, D= No Resistente.

Madera	Concentración de solvente (%)
Caoba	50
Pino chuncho	70
Marupa	60

Cuadro 5. Prueba de solubilidad.

Madera	Extractivos		
	Alcohol-Benceno (%)	Agua caliente (%)	Total (%)
Caoba	11,54	5,75	17,29
Pino chuncho	1,40	2,07	3,47
Marupa	1,40	0,76	2,16

Cuadro 6. Contenido de extractivos.

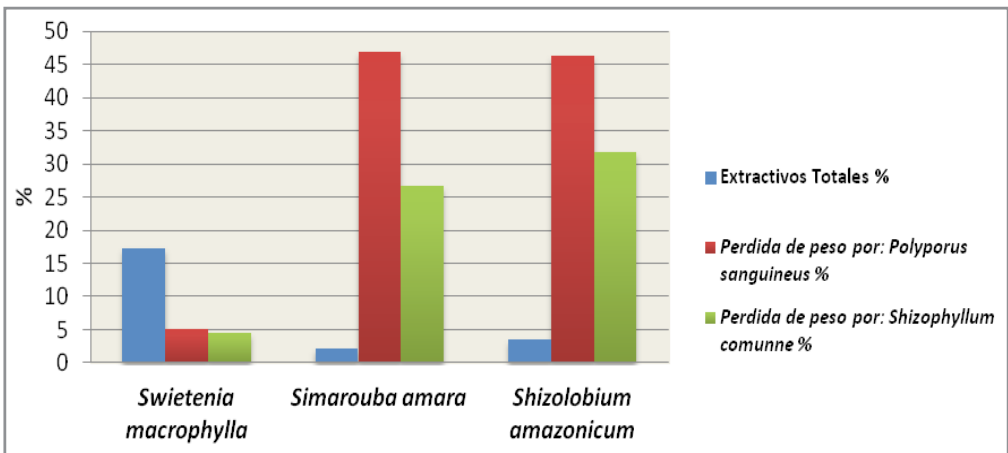


Figura 1. Relación entre el contenido de extractivos y especie forestal (caoba, marupa y pino chuncho).

Madera	%EE	% PP		% Residual
Caoba	17,29	4,76		95,23
Pino chuncho	3,47	38,99		61,01
Marupa	2,16	36,89		63,11
Coef. De correlación r			-0,991171005	
Coef. De Determinación r ²			0,982419962	
Coef. De No determinación 1- r ²			0,017580038	

Cuadro 7. Correlación entre el porcentaje de extractivos y pérdida de peso de las especies forestales. Donde: %EE: Porcentaje de Extractivos; %PP: Porcentaje de Pérdida de peso.

Metabolitos	Reactivo	Madera		
		Caoba	Pino chuncho	Marupa
Alcaloides	Reacción Dragendorff	+++	+	+
	Reacción Mayer	++	++	+++
Flavonoides	Reacción Shinoda	+++	+	+
Saponinas	Prueba de espuma	+++	+	+
	Prueba de Hemólisis	+++	-	-
Taninos	Reacción de Gelatina	++	+	+
	Reacción FeCl ₃	++	++	+

Cuadro 8. Resultados del screening fitoquímico de las maderas. Donde: Precipitado abundante (+++), Turbidez definida (++) , Opalescencia (+) y Ausencia (-).

Discusión

Sobre resistencia de la madera a la pudrición: la pérdida de peso de las probetas de madera pino chuncho es similar al promedio de marupa, pero menor al promedio de caoba. Por otro lado, se aprecia que las pérdidas de peso inducidas por *Pycnoporus sanguineus* en las tres especies forestales son mayores a las generadas por *Shizophyllum commune*. El análisis de ANVA muestra que existen diferencias significativas entre las medias de pérdida de peso de las tres maderas empleadas. Asimismo, los resultados de ANVA del Cuadro 3 indica que existen diferencias significativas entre la actividad de cada hongo xilófago empleado sobre las maderas de estudio, salvo en el caso de caoba, donde no se presentan diferencias significativas entre la actividad de los hongos xilófagos empleados. En consecuencia de lo anterior, *Poliporus sanguineus* causa mayor actividad de deterioro que *Shizophyllum commune*, en maderas de baja resistencia biológica como marupa y pino chuncho.

Sobre la clasificación de la madera por su durabilidad natural en él se observa que las maderas de *Shizolobium amazonicum* (pino

chuncho) y de *Simarouba amara* (marupa) son clasificados en el grupo de maderas No Resistentes (Clase D), mientras que la madera de *Swietenia macrophylla* se clasificó en el grupo de maderas Altamente Resistentes (Clase A) y según los resultados del Cuadro 5 se puede indicar que para cada una de las muestras de maderas se obtuvieron una concentración máxima de sustancias extraídas en diferentes concentraciones de solvente, lo que indica que estas especies contienen metabolitos que afectan la solubilidad del extracto dándole características particulares.

En cuanto a la cuantificación de extractivos se presentó resultados similares entre la madera de pino chuncho y la madera testigo de baja durabilidad natural (marupa), con 3,47% y 2,17% de extractos totales, respectivamente. Estos resultados se encuentran muy alejados de la madera testigo (caoba), considerada de alta durabilidad natural la cual presentó 17,29% de extractos totales; existe una alta correlación inversa entre ambos resultados con un coeficiente de determinación de 98%, lo que significa que cuanto mayor son los porcentajes de extractivos corresponde menor porcentaje de pérdida

de peso. Scheffer y Duncan (1947) mencionan que las maderas durables presentan un mayor porcentaje de extractivos solubles en alcohol-benceno que en las no durables. Afirmando que las maderas con más del 5% de extractivos solubles en alcohol-benceno son muy resistentes a la pudrición; lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Trujillo (1992), quien encontró que el contenido de químicos tóxicos presentes en los extractivos, determina significativamente las cualidades de resistencia de la madera a la pudrición, y por ende influye en la pérdida de peso de la madera bajo la acción de hongos xilófagos. Determinando las cualidades de durabilidad de la madera.

Con los resultados del *screening* fitoquímico se demostró que hay una mayor presencia de alcaloides, flavonoides, saponinas y taninos en el extracto de la madera testigo de alta durabilidad natural (caoba), mientras que en el extracto de la madera testigo de baja durabilidad natural (marupa), al igual que en el extracto de la madera de pino chuncho, sólo se encontraron alcaloides, flavonoides y taninos en menor concentración (presencia de una coloración menos intensa), esto confirma lo estudiado por Coimbra (1994). En la prueba de hemólisis solo dio positivo con el extracto de caoba en la que se obtuvo zonas blanquecinas en la placa lo que indica que caoba presenta saponinas con características tóxicas, lo que no ocurre con las otras dos maderas estudiadas.

Conclusiones

La durabilidad natural de la madera de duramen de la especie *Schizolobium amazonicum* (pino chuncho), frente a la acción destructiva de los hongos xilófagos *Pycnoporus sanguineus* y *Shizophyllum commune*, se clasifica como No Resistente a la pudrición (Clase D).

La presencia de extractivos en la madera afecta la actividad destructiva de los hongos, existiendo una relación directa entre el porcentaje de extractivos totales en la madera y su durabilidad natural, lo cual explica la mayor acción destructiva del hongo *Pycnoporus sanguineus* en relación a la causada por el hongo

Shizophyllum commune como se observó sobre las maderas del tipo Clase D (marupa y pino chuncho).

La poca presencia de metabolitos secundarios presentes en los extractivos del duramen de *Schizolobium amazonicum* (pino chuncho) explica su susceptibilidad a la acción destructiva de los hongos xilófagos empleados al mostrar que no posee sustancias tóxicas comparada con la madera de duramen de *Swietenia macrophylla* (caoba).

Agradecimientos

Laboratorio de Micología del Área de Sanidad Vegetal del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA); al Laboratorio de Pulpa y Papel del Departamento de Industrias Forestales de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNALM.

Bibliografía

- Aróstegui, A. 1974. Características tecnológicas y usos de las maderas de 145 especies del Perú. Lima - Perú.
- ASTM (American Society for Testing and Materials) D 2017-78. 1990. Accelerated laboratory test of natural decay resistance of Woods. Book of Standards, American National standard. 11p.
- ASTM (American Society for Testing and Materials) D 1413-76. 1995. Standard Test Method for Wood Preservatives by Laboratory Soil-Block Cultures.
- CEDISA (Centro de Desarrollo e Investigación de la Selva Alta). 2006. Maderas de bosques secundarios en San Martín. Perú. 16 p.
- Clement, J.L. 1990. Les substances naturelles zinnsecticides des plantes: roles et utilisations dans la lutte contre les ravageurs des cultures. Bois et forêts des tropiques. Sommaire du N° 224; 2^a trimestre; 34-38 p.
- Coimbra, R. 1994. Manual de Fitoterapia. 2da edición, Ed Cejup: Belem.
- Escuza, HPA. 1987. Durabilidad natural de la madera de cinco especies forestales en base a

- su resistencia a la pudrición. Tesis Ing. Forestal. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Encarnación, F. 1983. Nomenclatura de las especies forestales comunes en el Perú. Documento de trabajo (Proyecto PNUD/FAO/PER/81/002); no. 7. Lima, Perú: Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional Forestal y de Fauna.
- Gonzales, F. 1981. Patología Forestal. Notas de clase. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima- Perú. 82 p.
- Kollman, F; Cote, W. 1984. Principles of wood science and technology; solid wood-wood based materials. Berlin. Vol. I-II.
- INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, Perú). 1996. Valor tóxico y permanencia de preservadores de la Madera en condiciones de laboratorio. Norma ITINT-EC 251.027, re-editado en 1996.
- JUNAC (Junta Nacional del Acuerdo de Cartagena). 1988. Manual del Grupo Andino para la preservación de las maderas Junta Acuerdo de Cartagena- Comunidad Económica Europea. Bogotá. 368p.
- Lock de Ugaz, O. 1994. Investigación fitoquímica. Segunda edición. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú. 300p.
- Quinde, A. 1984. Fundamentos de química de la madera. UNALM. Dpto. Académico de Química. Lima-Perú. 165 p.
- Reynel, C; Pennington, R; Pennington, T; Flores, C; Daza, A. 2003. Árboles útiles de la Amazonía Peruana. Manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies. Perú.
- Scheffer, T; Duncan, C. 1947. The decay resistance of certain Central American and Ecuatorian woods. *Tropical Woods* 92(1): 1-240.
- Soares, C. 1971. Métodos de avaliação du resistencia de madeira ao ataque de fungos xilófagos. Sao Paulo-Brasil. *Preservacao de Madeiras* 2(1): 27-47.
- TAPPI (Technical Association of the Pulp and Paper Industry). 2007. Classical Method T 204 cm-07 Solvent extractives of Wood and pulp. USA.
- TAPPI (Technical Association of the Pulp and Paper Industry). 2008. Classical Method T 207 cm-08. Water Solubility of Wood and Pulp. USA.
- Trujillo, F. 1985. Durabilidad natural de ocho especies forestales del Perú en medio nutritivo natural. Tesis Ing. Forestal Lima, Perú, PACF-UNALM. 151 p.
- Trujillo, F. 1992. Índice de resistencia de la madera de cinco especies forestales a la acción de 2 hongos xilófagos. Tesis, Escuela de Postgrado. 94 p.
- Valencia, C. 1995. Fundamentos de fitoquímica. Editorial Trillas. Ciudad de México, México. 235 p.
- Yataco, P. 1986. Durabilidad natural de la madera de Madre de Dios a la acción de tres hongos xilófagos. Lima, Perú, PACF-UNALM. 108 p.

Presentado: 10/02/2016

Aceptado: 19/12/2016