

TEMA: NUEVAS TENDENCIAS PARA EL DESARROLLO FORESTAL NACIONAL

DURABILIDAD NATURAL DE DOS ESPECIES FORESTALES A LA ACCION DE DOS HONGOS XILOFAGOS Y SU RELACIÓN CON SUS PRINCIPIOS BASICOS ACTIVOS

Haydeé Miriam Ramos León¹, Deysi Guzmán Loayza,² Florencio Trujillo Cuellar²

mramos@inia.gob.pe

ftrujillo@lamolina.edu.pe

(1) Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario/ Programa de Innovación Agraria Forestales/ Avenida La Molina 1981, La Molina/ Lima, Perú/ Perú

(2) Facultad de Ciencias Forestales, Universidad nacional Agraria La Molina, Perú.

Palabras claves: *Durabilidad natural, extractivos, principios activos tóxicos, madera.*

Resumen

En el país, las especies forestales Caoba (*Swietenia macrophylla* G., King) y Marupa (*Simarouba amara*) se distribuyen ampliamente en la Amazonía peruana, son especies que presentan un valor económico en el mundo de ebanistería de lujo por lo que se considera como alternativa de uso al mercado local, nacional e internacional, dado que la demanda actual de la madera caoba viene generando problemas relacionado con la deforestación, afectando al medio ambiente. La madera es susceptible al ataque de agentes biológicos que afectan en el producto. Esta prestación de servicio puede afectar el rendimiento y la calidad dependiendo de la agresividad de los microorganismos; por lo que es necesario la implementación de estudios sobre los agentes biológicos que afectan a la madera, siendo de importancia para la determinación de la durabilidad natural de la madera (independientemente a las propiedades anatómicas y fisicomecánicas). En tal sentido el presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar la durabilidad natural de las especies Marupa (*Simarouba amara*) y Caoba (*Swietenia macrophylla* G. King), en base a su resistencia a la acción de dos hongos xilófagos (*Schizophyllum commune* y *Polyporus sanguineus*) y la influencia del contenido de extractos. Los resultados muestran que la caoba presentó una alta resistencia a la degradación por los hongos xilófagos (Altamente Durable-A), Sin embargo la marupa no mostró resistencia a la degradación (No durable-D). Asimismo, se observó una relación inversa entre el contenido de extractos con respecto a la pérdida de peso de Caoba y Marupa, encontrándose un mayor contenido de extractos, el porcentaje de pérdida de peso es menor, el cual fue ocasionado por la pudrición de la madera. El análisis fitoquímico cualitativo, identifico en la caoba metabolitos secundarios como alcaloides, flavonoides, saponinas y taninos, explican su gran resistencia a la degradación de los hongos xilófagos, mientras en Marupa presento alcaloides, saponinas y taninos en menor grado, lo que explica la escasa resistencia que tiene frente a la acción de los hongos xilófagos.

Introducción

La Amazonía peruana, nos ofrece una variedad de especies maderables que se aprovechan actualmente o que son potencialmente comerciales, los árboles varían ampliamente en sus propiedades químicas, físicas, mecánicas y aptitud de usos, y para ello el aprovechamiento se

hace selectivo y crea presión en pocas especies teniendo como resultado un bosque con grandes claros y docenas de árboles dañados, por tal motivo se viene realizando estudios en propiedades naturales que tienen las especies maderables, una de ellas es su resistencia al ataque de microorganismos como agentes destructores como son los hongos xilófagos que causan pudrición.

La pudrición de la madera es una de las mayores causas de deterioro microbiológico que ocasiona fallas estructurales de manera rápida, sobre elementos de madera en servicio (Mora y Encinas, 2001). Uno de los más importantes y potentes organismos de pudrición de la madera, es el hongo de pudrición blanca dentro del grupo se encuentran *Schizophyllum commune* y *Polyporus sanguineus*.

Por consiguiente es de suma importancia el conocimiento de su durabilidad natural. La cual depende del tipo y cantidad de extractivos, que varían entre especies y aún entre individuos de una misma especie de acuerdo con la edad y las condiciones en la que se desarrollan.

En tal sentido el presente trabajo de investigación plantea determinar la durabilidad natural de las especies en base a su resistencia a la acción de dos hongos xilófagos y la influencia del contenido de extractivos, para ello se evaluó la resistencia de la madera de las especies *Swietenia macrophylla* y *Simarouba amara* a la acción de los hongos *Schizophyllum commune* y *Polyporus sanguineus*. Asimismo se evaluó el contenido total de extractos de las dos especies forestales y realizar la marcha fitoquímica de los extractos.

Materiales y Métodos

Prueba de resistencia de la madera a la pudrición

Se tomó como referencia a las Normas Técnicas ANSI/ASTM D2017-90 reeditada en 1990: Standard method of Accelerated Laboratory test of Natural Decay Resistance of Woods, e INDECOPI 251.027 de 1972, reeditada en 1996: Valor tóxico y permanencia de preservadores de la madera en condiciones de laboratorio; los cuales se realizarán en los siguientes pasos:

Las probetas (*Simarouba amara* y *Swietenia macrophylla*) para el ensayo fueron obtenidos de plantaciones con 17 años de antigüedad, proveniente del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt (Ucayali). Las probetas preparadas fueron de 8 cm³ (2x2x2cm).

Hongos xilófagos, se aislaron 2 hongos de la pudrición blanca, las cuales fueron colectados en Oxapampa, donde se identificaron a *Polyporus sanguineus* y *Schizophyllum commune*, son especies relacionadas al grupo de los Basidiomicetos. Estos fueron cultivados en agar extracto de malta (1.5%), para ello se tomó 1 cm² de micelio de cada uno de los hongos para el cultivo (Fig. 1). Los ensayos de exposición con los hongos xilófagos y las probetas fueron realizado en el laboratorio de Micología del área de Sanidad Vegetal del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), las muestras fueron incubadas a temperatura constante (26 °C) por un periodo de tres meses (Fig. 2), posteriormente se evaluó el porcentaje de pérdida de peso ocasionada por los hongos de pudrición blanca (%PP= (PSI-PSF)*100/PSI).

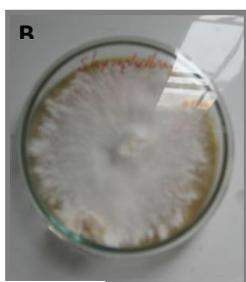
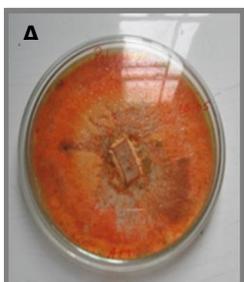


Fig.1 Micelio de hongos xilófagos (A) *P. sanguineus* (B) *S. commune*

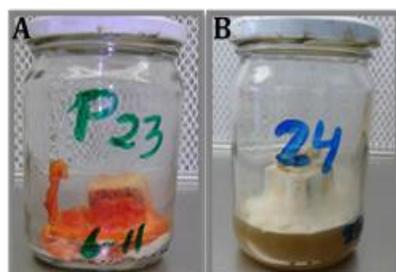


Fig. 2 Probetas de madera atacadas por (A) *P. sanguineus* (B) *S. commune*

Los resultados fueron interpretados según Norma técnica ANSI /ASTM D 2017-90 (Cuadro 1)

Cuadro 1 Tabla de clasificación de la durabilidad natural en base a índices de resistencia

| Promedio de Pérdida de Peso (%) | Índice de Resistencia al hongo Xilófago | Clasificación Durabilidad natural |
|---------------------------------|---|-----------------------------------|
| 0-10 | Altamente Resistente | A |
| 11-24 | Resistente | B |
| 25-44 | Moderadamente Resistente | C |
| ≥ 45 | No Resistente | D |

Contenido de extractivos en la madera

Se realizó dos tipos de extracción de alcohol benceno y agua destilada

a) Extracción en alcohol – benceno (Según Norma TAPPI T OS-599)

Se extrajo con equipo soxhlet el volumen de alcohol - benceno (1:2), la muestra fue transformada aserrín (2g) el porcentaje se calculó $(PS1-PS2/PS1)100$

b) Extracción en agua caliente (Norma TAPPI T- 207-om-88)

Se preparó 2 g. de aserrín previamente extraído en alcohol: benceno, con 100 mL de agua destilada y refrigerante en reflujo, manteniendo en ebullición el agua por 5 horas aproximadamente. El porcentaje se calculó $(PS2-PS3/PS2)100$.

El contenido de extractivo total se calculó $\%AB+\%E H_2O$

Análisis fitoquímico preliminar de los extractivos de la madera

Para la detección de compuestos orgánicos como metabolitos secundarios presentes en los extractos de la madera se realizó una marcha bioquímica, para ello se se determinó la solubilidad para cada una de las muestras y luego se realizó las pruebas de identificación por coloración a la gota en base a los ensayos mencionados.(Fig. 3)

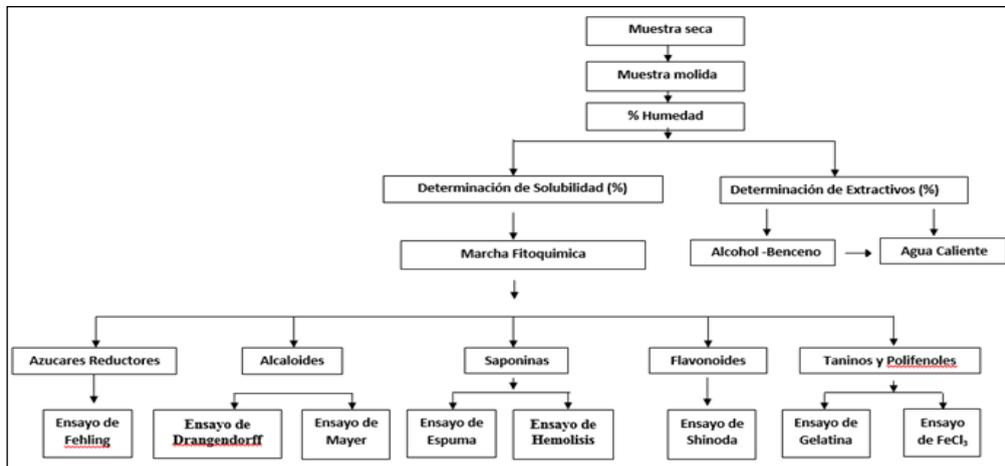


Fig. 3 Diagrama de Flujo del proceso para el Análisis Fitoquímico

a) Ensayo de solubilidad: metodología basada en la nrsp309

Se realizó mediante maceración y evaporación hasta sequedad de una alícuota del extracto. El porcentaje de sustancias solubles en base anhidra (S) se calculó mediante la fórmula $(500R/M (100-H)) 100$

Análisis estadístico

Se determinó el promedio, variancia, desviación estándar y coeficiente de variación de la pérdida de peso observada en tres especies forestales, los valores se expresaron en porcentajes.

a) Diseño experimental

El análisis de variancia (ANVA) 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 (2x2) con 10 repeticiones en un diseño completamente al randomizado. El ANVA se realizó aplicando la pérdida de leño expresada en porcentaje del peso seco inicial; con un nivel de significación del 1%.

b) Análisis de correlación simple

Con la finalidad de evaluar la asociación lineal entre el contenido de extractivos y resistencia con la pérdida de leño observada en las dos clases de Madera, se calculó el coeficiente de correlación y el coeficiente de determinación correspondientes.

Resultados y Discusiones

Resistencia de la madera a la pudrición

La resistencia de la madera en las dos especies forestales frente a la acción enzimática de los hongos xilófagos empleados, fue evaluada en función de la pérdida de peso observada en probetas de madera y expresada en porcentaje del peso seco inicial de las mismas.

Perdida de leño de las probetas de madera

Los valores promedio de pérdida de leño en las probetas de madera de las dos especies forestales por acción de los hongos xilófagos *Shizophyllum commune* y *Polyporus sanguineus*. Se observa una pérdida de peso en las probetas de madera de Caoba son menores que en Marupa. El cuadro 2 muestra a su vez el coeficiente de variabilidad de los valores de pérdida de leño de las dos clases de madera por acción de los dos hongos xilófagos empleados, el cual tiende a ser mayor en maderas con menor pérdida de peso. Se aprecia también que las pérdidas de leño inducidas por *Polyporus sanguineus* en las dos especies forestales son mayores a las generadas por el *Shizophyllum commune*. (Cuadro 2 y Fig. 4)

Cuadro 2 Promedio de pérdida de peso de las dos maderas en estudio

| Parámetros | <i>Shizophyllum commune</i> | | <i>Polyporus sanguineus</i> | |
|---------------------------|-----------------------------|--------|-----------------------------|--------|
| | Caoba | Marupa | Caoba | Marupa |
| Número de observaciones | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Media (%) | 4,53 | 26,78 | 5,00 | 47,00 |
| Variancia | 0,57 | 3,45 | 2,02 | 9,08 |
| Desviación estándar | 0,75 | 1,86 | 1,42 | 3,01 |
| Coefficiente de variación | 16,56 | 6,95 | 28,40 | 6,40 |

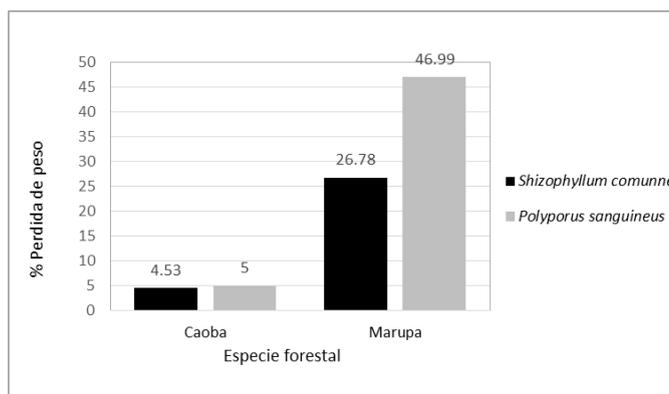


Fig.4 Pérdida de peso de especies forestales a la acción de hongo xilófago

Al respecto el ANVA presentado en el cuadro 3 muestra que las diferencias en pérdida de leño entre las 2 maderas son altamente significativas en la interacción hongo por especie forestal con relación al porcentaje de pérdida de peso de la especie.

Cuadro 3 ANVA de la pérdida de peso de las dos maderas en estudio

| Fuentes de variabilidad | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Fc | Ft 0.01 |
|-----------------------------|--------------------|-------------------|----------------|--------|------------|
| <i>Shizophyllum commune</i> | 2 | 4197,76 | 2098,88 | 326,92 | <0,0001 ** |
| <i>Polyporus sanguineus</i> | 2 | 1155,10 | 577,56 | 899,56 | <0,0001 ** |
| Caoba | 1 | 1,067 | 1,067 | 0,17 | 0,6851 |
| Marupa | 1 | 2043,84 | 2043,84 | 318,35 | <0,0001 ** |

El ANVA de los efectos simples del cuadro 4 nos indica que dichas diferencias altamente significativas se encuentran presentes tanto bajo la acción del *Polyporus sanguineus* como la de *Shizophyllum commune*. Las diferencias altamente significativa se da en la especie de marupa, mientras que la Caoba mostró menores pérdidas, por lo que queda comprobada la mayor actividad del *Polyporus sanguineus* (Rengifo, 1990), sobre el *Shizophyllum commune*.

Cuadro 4 ANVA – Efectos simples entre clases de hongos xilófagos y maderas estudiadas

| Fuentes de variabilidad | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Fc | Ft 0.01 |
|-----------------------------|--------------------|-------------------|----------------|--------|------------|
| <i>Shizophyllum commune</i> | 2 | 4197,76 | 2098,88 | 326,92 | <0,0001 ** |
| <i>Polyporus sanguineus</i> | 2 | 1155,10 | 5775,26 | 899,56 | <0,0001 ** |
| Caoba | 1 | 1,067 | 1,067 | 0,17 | 0,6851 |
| Marupa | 1 | 2043,84 | 2043,84 | 318,35 | <0,0001 ** |

** : Altamente significativa

Clasificación de la madera por durabilidad natural en base su resistencia a la pudrición

La clasificación de las maderas respecto a la durabilidad natural en función de los índices de resistencia de la madera a la pudrición; empleándose para ello la tabla de interpretación de resultados de la Norma ASTM D 2017-90 (Cuadro 1). En él se observa que la madera de *Simarouba amara* presenta menor resistencia a la pudrición y es clasificada en el grupo “D” No Durable, estos resultados coinciden con lo determinado por Pino (2002) y Avalos (2011) respectivamente; mientras que la madera de *Swietenia macrophylla* mostró mayor resistencia a la pudrición clasificándose en el grupo “A” Altamente Durable. (Cuadro 5)

Cuadro 5 Clasificación por durabilidad natural de las maderas estudiadas

| Especie Forestal | Hongos Xilófagos | | Clasificación General |
|------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| | <i>Shizophyllum commune</i> | <i>Polyporus sanguineus</i> | |
| Caoba | A | A | A |
| Marupa | C | D | D |

A: Altamente Durable B: Durable C: Moderadamente Durable D: No Durable

Ensayo de solubilidad

La marcha Fitoquímica se realizó en los extractos determinados, mediante el ensayo de solubilidad se determinó el solvente hidro-alcohólico concentra la mayor cantidad de metabolitos extraídos, asimismo las dos especies presentan diferente solubilidad. La concentración del solvente indicó que la composición de las maderas Caoba y Marupa son relativamente diferentes en cuanto a la presencia de metabolitos. (Cuadro 6)

Cuadro 6 Solubilidad de muestras de las maderas estudiadas

| Especie Forestal | Solvente hidroalcohólico Concentración (%) |
|--------------------------------------|---|
| <i>Swietenia macrophylla</i> (Caoba) | 50 |
| <i>Simarouba amara</i> (Marupa) | 60 |

Determinación de extractivos

Se aprecia que caoba en relación a la marupa contiene mayor porcentaje de extractivos tanto en alcohol - benceno como en agua caliente, con 11,54% y 5,75% respectivamente. (Cuadro 7 y Fig. 5)

Cuadro 7 Contenido de extractivos de las maderas estudiadas

| Especie Forestal | Contenido de extractivo | | Total (%) |
|------------------|-------------------------|---------------|-----------|
| | Alcohol – Benceno (%) | Agua caliente | |
| Caoba | 11,54 | 5,75 | 17,29 |
| Marupa | 1,40 | 0,76 | 2,16 |

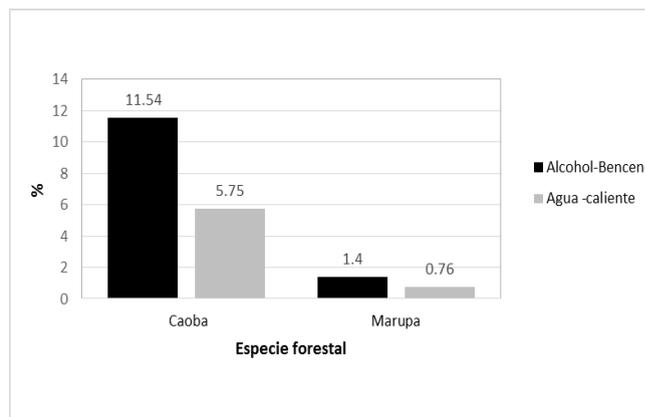


Fig. 5 Contenido de extractivo por ensayo

El análisis de correlación entre el porcentaje de contenido de extractivos y la pérdida de peso promedio de las dos especies forestales que han sido atacadas por los dos hongos xilófagos en estudio, se ve una alta correlación inversa entre ambos con un coeficiente de determinación del 98%, tal como indica Trujillo (1992), quien encontró que el contenido de químicos tóxicos presentes en los extractivos influyen significativamente en las cualidades de resistencia de la madera a la pudrición y por ende en los valores y tendencias de los porcentajes de pérdida de peso de la madera bajo la acción de hongos xilófagos. Los resultados obtenidos tienen similitud con los obtenidos de Viitanen et al. (1997) quien encontró una relación directa entre la resistencia de la madera y el contenido de extractivos en diversas especies de Larix sp en un rango de 3,2% - 20,5%, demostrando que a menores niveles de extractivos menor es la resistencia de la madera y viceversa. (Cuadro 8)

Cuadro 8 Correlación entre el contenido de extractivo total y pérdida de peso de probetas

| Parámetros | Especie Forestal | | |
|---|------------------|--------|--------------|
| | Caoba | Marupa | |
| % Contenido de extractivo total | 17,29 | 2,16 | |
| % Pérdida de peso de probeta | 4,765 | 36,89 | |
| % Peso residual de probeta | 95,235 | 63,11 | |
| Coef. De correlación r | | | -0,991171005 |
| Coef. De Determinación r ² | | | 0,982419962 |
| Coef. De No determinación 1- r ² | | | 0,017580038 |

se aprecia gráficamente la alta correlación inversa indicada en el cuadro 8 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, al respecto Trujillo (1992)

señala que el contenido de extractivos solubles en alcohol - benceno determinan las cualidades de la durabilidad de la madera brindándole mayor resistencia a la pudrición, al determinar que cuanto mayor es el contenido de extractivos solubles en alcohol - benceno menor es la pérdida de peso por pudrición. Scheffer y Duncan (1947) mencionan que las maderas durables de Malasia 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 en el presente estudio. (Fig. 6)

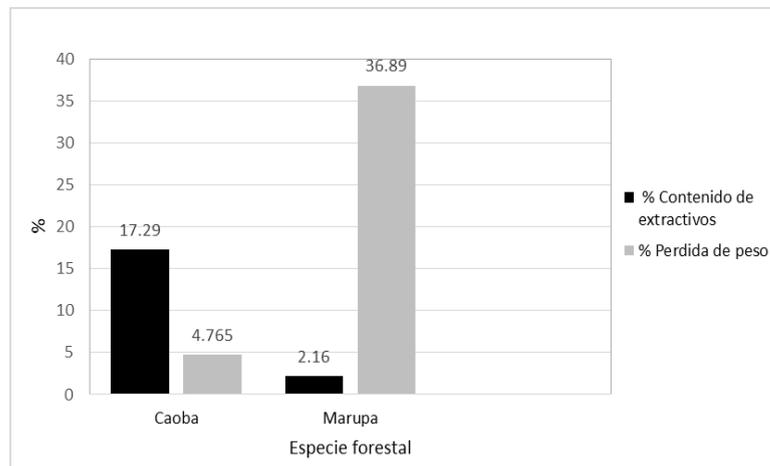


Fig. 6 Correlación inversa entre el porcentaje de contenido de extractivos y el porcentaje de pérdida de peso promedio

Marcha fitoquímica

Se ha desarrollado una serie de métodos para la detección cualitativa de los diferentes constituyentes químicos, basados en la extracción de estos con el solvente determinado por el ensayo de solubilidad. Los resultados obtenidos en los extractos de las especies en estudio se aprecian en el cuadro 9, hay mayor presencia de alcaloides, según Lara (1999) las plantas que contengan alcaloides este metabolito secundario están protegidas frente al ataque de insectos debido al sabor amargo que estos le proporcionan. Los resultados indican que la Caoba presenta una mayor presencia de alcaloides que contribuyen a su reconocida resistencia biológica.

Con respecto a la presencia de flavonoides; en Caoba se observó mayor presencia con respecto a la marupa, con una coloración rojo intenso; podría tratarse de flavonas, flavonoles, flavononoles y/o flavanonas, aunque no se puede descartar la presencia de isoflavononas, chalconas y/o auronas las que no dan coloración frente a la reacción de Shinoda (Lock, 1994). Sin embargo es importante mencionar que también las isoflavonas son sustancias producidas por las plantas como respuesta a una infección por un agente patógeno, generalmente de naturaleza fúngica, lo que estaría demostrando que la Caoba pudiera presentar este tipo de metabolito tanto en el árbol vivo como en el árbol muerto (Bruneton, 2001). En el extracto de marupa se observó un ligero cambio de coloración, lo que nos indica que pudiera existir una

baja presencia de flavonoides y por lo tanto, aparentemente estos no contribuyen a la resistencia biológica de la madera de Marupa frente a los hongos usados en este experimento.

El ensayo de hemólisis y la formación de espuma, cuando resultan positivos en una muestra vegetal (extracto, fracción o sustancia pura) permiten establecer que la muestra contiene saponosidos en general. La sola prueba de espuma positiva no es concluyente para determinar la presencia de saponinas. Bruneton (2001) menciona que los saponosidos son hemolíticos, esta propiedad se le atribuye a su interacción con los esteroides de la membrana eritrocitaria, la interacción induce a un aumento de la permeabilidad de la membrana y movimiento de iones, el sodio y el agua entran, el potasio sale, la membrana explota, permitiendo de este modo la salida de la hemoglobina. Lo que explicaría la respuesta positiva de la Caoba en el ensayo de hemólisis; así mismo menciona que no todos los saponosidos son o son poco hemolíticos, lo que explicaría el resultado positivo en la prueba de la espuma para Marupa y un resultado negativo en el ensayo de hemólisis para estas dos especies.

En la identificación de fenoles y/o taninos, Caoba dio una coloración roja intensa lo cual indica que presenta compuestos fenólicos, mientras que el extracto de Marupa dio un color marrón claro lo que también indica la presencia de compuestos fenólicos (Lock, 1994). La presencia de taninos detectada por esta prueba nos explica la resistencia a la pudrición, para Caoba dado que estos inhiben la actividad de enzimas fúngicas (Cartwright y Findlay, 1958). Mientras que en Marupa se observó ligera presencia de estos compuestos, lo que confirma su menor resistencia.

Cuadro 9 Resultados de marcha Fitoquímica de las especies forestales

| Metabolitos | Reactivo | Especie Forestal | |
|---------------------|----------------------------|------------------|--------|
| | | Caoba | Marupa |
| Alcaloides | Reacción Dragendorff | +++ | + |
| | Reacción Mayer | ++ | +++ |
| Flavonoides | Reacción Shinoda | +++ | + |
| Azúcares reductores | Reacción de Fehling | +++ | - |
| Saponinas | Prueba de espuma | +++ | + |
| | Prueba de Hemólisis | +++ | - |
| Taninos | Reacción de Gelatina | ++ | + |
| | Reacción FeCl ₃ | ++ | + |

Presencia: abundante (+++); regular (++); poca (+); Ausencia o no detectado (-)

Conclusión

Las maderas *Swietenia macrophylla* King y *Simarauba amara*, frente a la acción destructiva de los hongos xilófagos (*Polyporus sanguineus* y *Shizophyllum comunne*) se clasifican por durabilidad natural como “altamente resistente” y “no resistente” respectivamente.

Los hongos presentaron un comportamiento destructivo diferente en estas dos especies, así el *Polyporus sanguineus* fue más agresivo que *Shizophyllum comunne*.

La madera de *Swietenia macrophylla* King presentó un alto porcentaje de extractivos solubles en alcohol - benceno en comparación al de la madera de *Simarauba amara*, por lo que se evidencia su alta resistencia a la pudrición blanca.

El extracto *Swietenia macrophylla* king presenta metabolitos como alcaloides, flavonoides, saponinas y taninos, cuyas propiedades fungicidas explican su gran resistencia a la pudrición. Mientras que en el extracto de *Simarauba amara* se identificaron alcaloides, flavonoides y taninos en menor grado, lo que explica su escasa resistencia frente a la acción de los hongos xilófagos.

Literatura citada

Avalos, D.A. 2011. Estudio de la durabilidad natural de diez especies maderables de Ucayali. PROYECTO PD 512/08 Rev.2 (I). Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral (AIDER)

Akhtar, M.; Blanchette, R.; Kent, T. 1997. Advances in Biochemical Engineering/ Biotechnology, "Fungal Delignification and Biomechanical Pulping of wood". Vol 57: 159-195.

ASTM (American Society for Testing and Materials) 1990. Standard Method of accelerated laboratory test of natural decay resistance of woods. Norma técnica ANSI/ASTM D2017-78, reeditada en 1990.

Bruneton, J. 2001. Farmacognosia. Fotoquímica. Plantas medicinales. Segunda edición. Zaragoza - España. 1100p

Cartwright, K; Findlay W. P. 1958. Decay of Timber and its Preservation. Forest Products Research Laboratory. 301p.

Duran F; Tuset, R. 1980. Manual de maderas Comerciales, Equipos y Procesos de Utilización. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo-Uruguay. 690 p.

Encarnación, F. 1983. Nomenclatura de las especies forestales comunes en el Perú. Proyecto PNUD/PER/81/002. Documento de trabajo N° 7. 149 p.

Espinoza García, Francisco 2001. La diversidad de los metabolitos secundarios y la teoría de la defensa vegetal. En Relaciones químicas entre organismos. Editado por: Ana Anaya et al. Plaza y Valdes. Ciudad de México, México, pp.231-250.

Flores, M. 2003. "CURSO DE BOTÁNICA SISTEMÁTICA: Apuntes Teóricos y Prácticos". Universidad Nacional de la Amazonía Peruana – Departamento de Flora. 1 ed. Iquitos – Perú. 126p

Gálvez, A.N. 2001. Determinación de la composición química de madera de pino insigne (*Pinus radiata* D. Don) sometida a la acción de dos hongos de pudrición blanca. 60 p. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, Santiago, Chile.

García ESteben, L.; Palacios De Palacios, P.; Guindeo Casasús, A.; Peraza Oramas, C. 2003. "La Madera y su Anatomía. Editorial Mundi – Prensa. Primera Edición. Madrid – España. 2003. 327 p.

Gonzales, R. 1970. Durabilidad natural de 53 especies forestales de Yurimaguas. Revista Forestal del Perú. 4 (1-2): 50-74 p.

Lara K. 1999. Estudio de Alternativas para el Desamargado de Chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet). Tesis de Doctor en química. Riobamba-Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Pp 187-189

Lock De Ugaz; Olga 1994. Investigación Fitoquímica. Segunda edición. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.300p.

Mora, N. y O. Encinas 2001. Evaluación de la durabilidad natural e inducida de *Pterocarpus acapulcensis*, *Tabebuia serratifolia* y *Pinus caribaea*, en condiciones de laboratorio. Revista forestal venezolana.

Pino, R. 2002. Durabilidad natural de tres maderas de diferentes edades a la acción de tres hongos xilófagos. Tesis Ing. Forestal. Lima-Perú, UNALM. 103p

Quinde, A.A. 1984. Fundamentos de Química de la Madera. UNA-La Molina. Dpto. Académico de Química. Lima-Perú. 165p.

Rengifo R, J. 1990. Durabilidad Natural de la Madera de Nueve Especies Forestales de la Familia Bombacaceae. Tesis Ing. Forestal. Lima-Perú, UNALM.134p.

Scheffer T.C.; Duncan C.G. 1947. The decay Resistance of Certain Central American and Ecuatorian Woods. Tropical Woods 92(1): 1-240.

Sing, A.P. & Kim, Y.S., 1997. Biodegradation of Wood in wet environments: a review. The International research group of Wood Preservation. Document N° IRG/ WP 97-10217.

Trujillo C.F. 1985. Durabilidad Natural de Ocho Especies Forestales del Perú en Medio Nutritivo Natural. Tesis Ing. Forestal Lima, Perú, PACF UNALM. 132 -151p.

Trujillo C.F. 1992. Índice de resistencia de la madera de cinco especies forestales a la acción de 2 hongos xilófagos Tesis, Escuela de Post – Grado 94 p.

Viitanen, H., L. Pajanen, P.Saranpaa Y P. Vitaniemi. 1997. Durability of larch (*Larix* sp) Wood against brownrot fungi. The International Research Group on Wood Preservation. Document núm. IRG/WP/97-10228.