

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS DE LOS RECURSOS

NATURALES RENOVABLES



**“DURABILIDAD NATURAL EN MADERAS DE *Miconia
barbeyana Cogniaux, Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don y
Schizolobium amazonicum (Huber) Ducke A LA
ACCION DE LOS HONGOS *Polyporus versicolor* L. ex
Fr Y *Heterobasidium annosum* (Fr.) Karst**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

MENCIÓN FORESTALES

LAURA CECILIA GARCÍA BRANCACHO

Tingo María – Perú

2008

H20

G25

García Brancacho, Laura C.

Durabilidad Natural en Maderas de *Miconia barbeyana Cogniaux*, *Jacaranda copaia* (Aubl.) D.Don y *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke a la Acción de los Hongos *Polyporus versicolor* L.ex Fr Y *Heterobasidium annosum* (Fr.) Karst. Tingo María, 2007

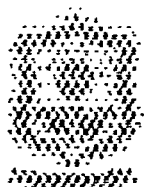
64 h.; 24 cuadros; 14 fgrs.; 60 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Recursos Naturales Renovables Mención: Forestales) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables.

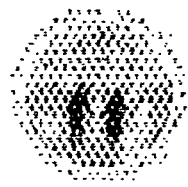
MICONIA BARBEYANA COGNIAUX / ESPECIES FORESTALES / HONGOS

/ DURABILIDAD / DISEÑO EXPERIMENTAL / BRUNAS / TINGO MARÍA

/ RUPARUPA / LEONCIO PRADO / HUÁNUCO / PERÚ.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María - Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 19 de setiembre de 2007, a horas 04:00 p.m. en la Sala de Conferencias de Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la tesis titulada:

**“DURABILIDAD NATURAL EN MADERAS DE
Miconia barbeyana Cogniaux, *Jacaranda copaia* (Aubl.)
D. Don y *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke A LA
ACCION DE LOS HONGOS *polyporus versicolor* L. ex Fr
Y *Heterobasidium annosum* (Fr.) Karst**

Presentado por la Bachiller: **LAURA CECILIA GARCIA BRANCACHO**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“MUY BUENO”**.

En consecuencia la sustentante queda apta para optar el Título de **INGENIERO en RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, mención **FORESTALES**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título correspondiente.

Tingo María, 19 de setiembre de 2007

Ing. M.Sc. **RICARDO OCHOA CUYA**
Presidente



Ing. **MANUEL BRAVO MORALES**
Vocal

Ing. M.Sc. **LADISLAO RUIZ RENGIFO**
Vocal

Ing. **JORGE LUIS VERGARA PALOMINO**
Asesor

DEDICATORIA

*A mis padres César García y
Hermelinda Brancacho por su amor,
dedicación y abnegado sacrificio.*

*A mi hermana Carolina García
con cariño, por su constante apoyo y
aliento para cristalizar una de mis
metas.*

*A mi querida sobrinita Danielita
que con humildad siga el ejemplo de
superación.*

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva "alma mater" de mi formación profesional, llevaron a la culminación de mi carrera profesional en sus aulas.

A los docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, quienes contribuyeron en mi formación académica.

Al Ing. Jorge Luís Vergara Palomino por su valiosa colaboración como patrocinador del presente trabajo de investigación.

A Erwin Quispe Janampa por su apoyo incondicional para la culminación del presente trabajo.

A la Clínica de Diagnóstico de la Universidad Nacional Agraria La Molina, por brindarme las muestras para la realización del presente estudio.

A todas aquellas personas que en forma directa e indirecta colaboraron para la culminación del presente trabajo.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Madera.....	3
2.2. Durabilidad natural.....	3
2.2.1. Métodos de determinación.....	6
2.3. Agentes destructores de la madera.....	7
2.3.1. Hongos.....	7
2.3.2. Clasificación de los hongos según tipo de pudrición.....	8
2.3.3. Factores que influyen en el desarrollo de los hongos.....	10
2.3.4. Efectos causados sobre la madera.....	11
2.4. Normalización.....	12
2.5. Características de los hongos xilófagos.....	14
2.5.1. <i>Polyporus versicolor</i> L ex Fr.....	14
2.5.2. <i>Heterobasidium annosum</i> (Fr) Karst.....	15
2.6. Descripción taxonómica de las especies forestales.....	16
2.6.1. <i>Miconia barbeyana</i> Cogniaux.....	16
2.6.2. <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl) D. Don.....	18
2.6.3. <i>Schizolobium amazonicum</i> (Huber) Ducke.....	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
3.1. Lugar de ejecución.....	22

3.2.	Materiales y equipos	22
3.2.1.	Madera.....	22
3.2.2.	Hongos xilófagos	23
3.2.3.	Medio de cultivo	24
3.2.4.	Cámara de pudrición.....	24
3.2.5.	Equipos y herramientas de campo.....	24
3.2.6.	Equipos para preparación de probetas de madera	24
3.2.7.	Equipos para preparación de medio de cultivo	25
3.2.8.	Reactivos químicos y otros	25
3.2.9.	Para el registro de información	26
3.3.	Métodos y procedimiento	26
3.3.1.	Preparación de probetas de madera de las especies forestales en estudio.	26
3.3.2.	Preparación del medio de cultivo	27
3.3.3.	Preparación de las cámaras de pudrición.....	27
3.3.4.	Acondicionamiento de probetas.....	28
3.3.5.	Cálculo de la pérdida de peso	28
3.3.6.	Determinación de extractivos.....	30
3.3.7.	Cálculo de la densidad básica	30
3.3.8.	Análisis estadísticos.....	31
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1.	Cultivos de hongos.....	33
4.2.	Pérdida de peso de las probetas de madera.....	34
4.3.	Porcentaje de extractivos – Densidad básica.....	37

4.4.	Resistencia natural a la pudrición.....	41
4.5.	Análisis estadístico.....	44
4.5.1.	Estadísticos descriptivos.....	44
4.5.2.	Análisis de correlaciones	45
4.5.3.	Análisis grafico de dispersión	47
4.5.4.	Comparación de promedios.....	51
4.5.5.	Análisis de variancia	53
V.	CONCLUSIONES.....	55
VI.	RECOMENDACIONES.....	57
	ABSTRACT	58
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
	ANEXOS.....	64

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
3. Criterios para la interpretación de resultados y clasificación de maderas con respecto a su resistencia natural a la pudrición	29
4. Crecimiento de los hongos sobre las probetas de madera al finalizar el ensayo.....	34
5. Porcentaje de pérdida de peso promedio por árbol de <i>Miconia barbeyana</i> , bajo la acción del hongo <i>Polyporus versicolor</i> L. ex Fr y <i>Heterobasidium annosum</i> (Fr.) Karst.....	35
6. Porcentaje de pérdida de peso promedio por árbol de <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl) D. Don, bajo la acción del hongo <i>Polyporus versicolor</i> L. ex Fr y <i>Heterobasidium annosum</i> (Fr.) Karst.....	36
7. Porcentaje de pérdida de peso promedio por árbol de <i>Schizolobium amazonicum</i> (Huber) Ducke, bajo la acción del hongo <i>Polyporus versicolor</i> L. ex Fr y <i>Heterobasidium annosum</i> (Fr.) Karst.....	36
8. Porcentaje de extractivos y densidad básica de las probetas de madera de <i>Miconia barbeyana</i> , <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl) D. Don y <i>Schizolobium amazonicum</i> (Huber) Ducke.	39
9. Clasificación de la resistencia natural de las especies <i>Miconia barbeyana</i> Cogniaux, <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl) D. Don y <i>Schizolobium amazonicum</i>	

(Huber) Ducke a la acción del hongo <i>Polyporus versicolor</i> L. ex Fr y <i>Heterobasidium annosum</i> (Fr.) Karst.....	43
10. Estimación de parámetros estadísticos descriptivos de pérdida de peso.	45
11. Resultados de análisis de correlación.....	46
12. Análisis gráfico de dispersión.....	47
13. Prueba de comparación de medias de muestras relacionadas.....	52
14. Resultados de análisis de varianza para diseño de bloque completo al azar.....	53
15. Contenido de humedad de la especie <i>Miconia barbeyana Cogniaux</i>	71
16. Contenido de humedad de la especie <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl) D. Don...	72
17. Contenido de humedad de la especie <i>Schizolobium amazonicum</i> (Huber) Ducke.....	73
18. Densidad básica (g/cm ³) de la especie de <i>Miconia barbeyana Cogniaux</i> .	74
19. Densidad básica (g/cm ³) de la especies <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl) D. Don	75
20. Densidad básica (g/cm ³) de la especie <i>Schizolobium amazonicum</i> (Huber) Ducke.....	76
21. Contenido de porcentaje de extractivos de las especies de <i>Miconia barbeyana Cogniaux</i> , <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl) D. Don y <i>Schizolobium amazonicum</i> (Huber) Ducke.	77
22. Porcentaje de pérdida de peso de la especie <i>Miconia barbeyana</i> a la acción del hongo <i>Polyporus versicolor</i> L. ex Fr y <i>Heterobasidium annosum</i> (Fr.) Karst.....	78

23. Porcentaje de pérdida de peso de la especie *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don a la acción del hongo *Polyporus versicolor* L. ex Fr y *Heterobasidium annosum* (Fr.) Karst79
24. Porcentaje de pérdida de peso de la especie *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke a la acción del hongo *Polyporus versicolor* L. ex Fr y *Heterobasidium annosum* (Fr.) Karst80

ÍNDICE DE FIGURAS

Cuadro	Página
1. Porcentaje de pérdida de peso de <i>Miconia barbeyana</i> Cogniaux, <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl) D. Don y <i>Schizolobium amazonicum</i> (Huber) Ducke.....	37
2. Densidad básica de <i>Miconia barbeyana</i> Cogniaux, <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl) D. Don y <i>Schizolobium amazonicum</i> (Huber) Ducke por individuo.	40
3. Porcentaje de extractivos de <i>Miconia barbeyana</i> Cogniaux, <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl) D. Don y <i>Schizolobium amazonicum</i> (Huber) Ducke por individuo.....	40
4. Dispersión de la nube de puntos densidad básica Vs. porcentaje de extractivos.....	48
5. Dispersión de la nube de puntos densidad básica Vs porcentaje de pérdida de peso a la acción del hongo <i>Polyporus versicolor</i> L. ex Fr.	48
6. Dispersión de la nube de puntos densidad básica Vs porcentaje de pérdida de peso a la acción del hongo <i>Heterobasidium annosum</i> (Fr.) Karst	49
7. Dispersión de la nube de puntos porcentaje de extractivos Vs porcentaje de pérdida de peso a la acción del hongo <i>Polyporus versicolor</i> L. ex Fr. .	49

8.	Dispersión de la nube de puntos de porcentaje de extractivos Vs porcentaje de pérdida de peso a la acción del hongo <i>Heterobasidium annosum</i> (Fr) Karst.	50
9.	Tumba del árbol	68
10.	Obtención de trozas	68
11.	Obtención de probetas de madera.....	69
12.	Sepas pura de los Hongos <i>Polyporus versicolor</i> L. Ex Fr y <i>Heterobasidium annosum</i> (Fr) Karst	69
13.	Cámara de pudrición durante cuatro meses	70
14.	Retiro de probetas de madera de la cámara de pudrición	70

RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue realizado en los laboratorios de fitoquímica, microbiología y nutrición de la Universidad Nacional Agraria de la Selva; utilizando madera de las especies forestales *Miconia barbeyana* Cogniaux, *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don y *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke extraídos del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS). Además de emplear dos cepas puras de hongos xilófagos el *Polyporus versicolor* L. ex Fr, que produce la degradación de la lignina (pudrición blanca) y el *Heterobasium annosum* (Fr.) Karst, que produce la degradación de celulosa (pudrición parda). Para la interpretación de los resultados se tuvo como referencia la norma ASTM D2017-71: Standard Method of Accelerated Laboratory Test of Natural Decay Resistance of Woods.

Los resultados obtenidos en cuanto a durabilidad natural de la madera de *Miconia barbeyana* Cogniaux tiene una clasificación de madera no resistente al ataque del hongo *Polyporus versicolor* L. ex Fr y moderadamente resistente a la acción del hongo *Heterobasium annosum* (Fr.) Karst. En cuanto a la especie *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don se determinó como madera no resistente al ataque de los hongos en mención y la especie *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke se clasifica como moderadamente resistente al ataque del hongo *Polyporus versicolor* L. ex Fr y resistente al *Heterobasium annosum* (Fr.) Karst.

Asimismo se determinó el contenido de porcentaje de extractivos en las especies forestales *Miconia barbeyana* Cogniaux, *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don y *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke con valores promedios de 3.06, 2.78 y 3.82 %, respectivamente; el cual influye en forma indirecta en la pérdida de peso con una correlación significativa a un nivel de significación de 0.01 de probabilidad. De igual manera la densidad básica promedio de las especies, fue de 0.44, 0.32 y 0.53 (g/cm³), respectivamente; notándose que la densidad básica influye indirectamente en la pudrición de las maderas y la pérdida de peso (%) de las especies, resultando una correlación significativa a un nivel de 0.01.

I. INTRODUCCIÓN

En nuestro país, los bosques tropicales representan una valiosa riqueza al contar con una alta diversidad de especies forestales maderables, esto faculta como consecuencia la problemática de utilización y comercialización de un gran número de especies forestales de nuestros bosques.

La madera por ser un material orgánico, está sujeta a distintos tipos de deterioro por diversos agentes de origen biológico influenciados a su vez por numerosos factores de variada índole. Sin duda entre éstos los problemas de biodeterioro son los más importantes, tanto para árboles en pie como para productos forestales. Estas anomalías (acción de agentes biológicos) son cada vez de mayor incidencia por el creciente uso de madera proveniente de nuestros bosques.

La resistencia al biodeterioro de las diferentes especies forestales varía enormemente, incluso de un individuo a otro o respecto a la posición de la madera dentro del tronco. Por esta razón, es importante conocer la resistencia de las maderas frente al ataque de determinados hongos de pudrición con el fin de determinar el efecto que estos organismos puedan provocar.

Todas las especies de una u otra forma son de mucha importancia para un país, por lo que es necesario que su aprovechamiento debe ser orientado con criterios técnicos en la correcta utilización de los productos forestales. Es

así que el presente trabajo permitirá clasificar a las especies en estudio de acuerdo a su durabilidad natural, con los propósitos de ser utilizadas en la industria maderera, y contribuir en su buen aprovechamiento y comercialización.

La presente investigación tiene como objetivos:

– Determinar la resistencia al ataque de los hongos xilófagos *Polyporus versicolor* L. ex Fr y *Heterobasidium annosum* (Fr) Karst de las especies forestales *Miconia barbeyana* Cogniaux, *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don y *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke.

– Determinar la influencia del porcentaje de extractivos en la resistencia a la pudrición de las especies forestales *Miconia barbeyana* Cogniaux, *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don y *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke.

– Determinar la influencia de la densidad básica en la resistencia a la pudrición de las especies forestales *Miconia barbeyana* Cogniaux, *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don y *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Madera

Según JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA (1988), la madera por ser un material orgánico, está sujeta a la destrucción por diversos agentes, por lo que su vida útil estará determinada por factores inherentes a su naturaleza, como la diferencia en durabilidad entre albura y duramen, o que las maderas densas y oscuras son más durables, otro de los factores es las condiciones de servicio, así las maderas son más susceptibles de ser atacadas en condiciones cálidas y húmedas, esta susceptibilidad aumenta cuando la madera entra en contacto con el suelo.

GONZALEZ (2001) manifiesta que la calidad de la madera generalmente se relaciona con el color y la densidad de la especie forestal lo cual se cumple bastante bien en las maderas coníferas, pero no es exacto en la masa leñosa de las latifoliadas donde se han encontrado numerosas excepciones.

2.2. Durabilidad natural

Según JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA (1988), la durabilidad natural comprende aquellas características de resistencia que posee la madera sin tratamiento frente al ataque de hongos, insectos, perforadores marinos y otras influencias. La mayoría de las maderas tienen una durabilidad diferente frente a los diversos organismos que la pueden degradar. La mayor o menor

durabilidad de una madera depende del mayor o menor contenido de resinas, taninos, aceites, etc. que impregnan sus tejidos.

INDECOPI (1996) define como madera durable a la madera resistente al ataque de agentes biológicos destructores, bajo ciertas condiciones de servicio específico, y a la madera no durable como toda madera que ofrece poca o ninguna resistencia a la acción de agentes destructores en las condiciones normales de servicio, la cual afecta las propiedades de la madera.

JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA (1988) menciona que el termino durabilidad se refiere a la capacidad natural de la madera para resistir el ataque de agentes biológicos y no biológicos. Asimismo considera que la preponderante participación de los hongos sobre los otros agentes destructores, la durabilidad se define como la resistencia de la madera a la pudrición o acción micótica.

GONZALEZ (2001) manifiesta que la durabilidad natural de la madera es la capacidad de resistir el ataque de agentes biológicos, como hongos, insectos, perforadores marinos, entre otros; o agentes no biológicos, como el fuego, humedad, desgaste mecánico, acción de ácidos o la degradación causada por efectos climáticos. Asimismo indica que los ensayos de durabilidad se refieren mayormente a la acción destructiva de los hongos o de los insectos, los que se puede realizar en pruebas aceleradas de laboratorio o pruebas definitivas de campo, de larga duración.

Según TRUJILLO (1992), basándose en estudios anteriores, concluyó que el contenido de químicos tóxicos determina significativamente las

cualidades de resistencia de la madera a la pudrición, sin embargo no encontró correlación aceptable con la densidad básica.

NICHOLAS (1973) indica que la densidad u otras características físicas de la madera no afectan apreciablemente la resistencia a la pudrición; la alta resistencia a la pudrición es asociada al mayor peso de muchas maderas duras tropicales, pero realmente es debido a los extractivos presentes en estas maderas.

La densidad de la madera no es un factor determinante de la resistencia de la madera a la pudrición, indicando asimismo que cuando se da esta relación es por que la densidad está relacionada directamente con el porcentaje de extractivos (ESCUZA, 1987).

GONZALES (1992) basado en estudios realizados sobre la durabilidad natural de la madera, manifiesta que, el contenido de extractivos determina en forma significativa su resistencia a la pudrición; presentando correlación con la resistencia de la misma

La resistencia natural de la madera frente al ataque de hongos es muy importante desde el punto de vista económico y tecnológico. Su conocimiento permite prevenir importantes pérdidas causadas por la susceptibilidad de la madera al ataque de los hongos xilófagos, además de generar nuevas posibilidades de uso, lo que permite diferentes alternativas para su comercialización (KOLLMAN y COTE, 1994).

TRUJILLO (1992) manifiesta que el contenido de químicos tóxicos determina significativamente las cualidades de resistencia de la madera a la

putrefacción, sin embargo no encontró una correlación aceptable con la densidad básica.

2.2.1. Métodos de determinación

JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA (1988) indica que la durabilidad natural de la madera se determina a través de métodos de laboratorio y de campo. También manifiesta que las experiencias alcanzadas hasta el momento indican que, aunque existe diferencias en los resultados, estas dos determinaciones son, en su mayor aporte, equivalentes y por eso aceptadas en todo el mundo. Asimismo, manifiesta que el método de laboratorio o pruebas aceleradas es eficaz y proporciona mejores resultados.

GONZALEZ (1979) indica que en las pruebas aceleradas de durabilidad natural de la madera, los hongos xilófagos se encuentran en ventajas para atacar a la madera, puesto que se les otorga humedad relativa adecuada, temperatura óptima, abundante oxígeno y alimento disponible para poder desarrollarse, por estas razones los resultados de la prueba en mención posee un alto porcentaje de seguridad estadística, mientras que las pruebas definitivas en campo, debido a la posibilidad de un mayor error humano y a las variaciones climáticas, pueden generar resultados inexactos.

Las pruebas aceleradas de laboratorio también pueden usarse para evaluar, en las mismas condiciones, la resistencia en productos de madera o en otros materiales orgánicos a la pudrición por hongos xilófagos, empleando hongos agresivos. Para el caso de maderas blandas o coníferas se sugiere usar *Lenzites trabea* Pers ex Fr. y *Poria monticola* Murr, asimismo recomienda

para el caso de maderas duras o tropicales *Lenzites trabea* Pers ex Fr. y *Polyporus versicolor* L. ex Fr (ASTM, 1978).

CARTWRIGHT y FINDLAY (1958) indican que la validez de los ensayos de laboratorio están plenamente respaldados por la Sociedad Americana de Prueba de Materiales (ASTM) y la Asociación Americana de Preservadores de la Madera (AWPA), con sus respectivas normas para ensayos de resistencia de la madera a la pudrición, las cuales son coincidentes. Por otro lado afirman que la evaluación de la durabilidad natural y resistencia de la madera a la pudrición en función a la pérdida de leña expresado en porcentaje del peso seco inicial, es muy empleada por ser un método sencillo, rápido y aplicadas en maderas susceptible con gran deterioro.

2.3. Agentes destructores de la madera

2.3.1. Hongos

Los hongos se reproducen por cuerpos microscópicos llamados esporas, equivalentes a las semillas en las plantas, pero mucho más pequeñas (micrones) y usualmente reproducidas en gran número. En condiciones adecuadas de humedad, la espora germina dando origen a una *hifa*, que en conjunto forman una trama de tejido conocida como *micelio*. Una vez que el hongo ha desarrollado suficiente micelio, forma cuerpos fructíferos (esporóforos) en el que se producirán nuevas esporas, para así completar el ciclo. La clasificación de los hongos está basada en las diversas formas de los cuerpos fructíferos, que generalmente se desarrollan en la superficie externa del sustrato en donde el hongo crece (FINDLAY, 1967).

MORRIS et al P. DICKINSON, D. & CALVER, B (1992) señala que la reproducción de los hongos que causan la pudrición de la madera puede ser sexualmente por medio de esporas y asexualmente por medio de conidias, ambos requieren de condiciones como temperatura, humedad, luz, pH y alimento adecuado para germinar y desarrollar colonias. En el laboratorio los hongos forman su estructura fácilmente y con rapidez ya que se controla los factores climáticos.

KING (1980) indica que los hongos consumen alimentos orgánicos e inorgánicos. Los elementos inorgánicos incluidos en el sustrato artificial son: fósforo, potasio, nitrógeno, sulfuro y magnesio, y en menor proporción: fierro, cobre, zinc y boro. El extracto de malta – agar es el mas recomendado para las investigaciones científicas de pudrición de la madera, debido a que es rico en azúcares.

NICHOLAS (1973) manifiesta que la pudrición causada por los hongos es caracterizado por tres rasgos principales: un deterioro profundo y extendido en la madera, la resistencia se encuentra por debajo de lo normal, y la madera adquiere una coloración anormal.

2.3.2. Clasificación de los hongos según tipo de pudrición

JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA (1988) indica que la madera está compuesta por dos sustancias fundamentales que son la lignina y la celulosa, cuando los hongos se destruyen la lignina producen la pudrición blanca y cuando destruye la celulosa producen pudrición parda o marrón, si existe una alteración simultanea de ambas sustancias se produce una

podrición mixta. En la podrición blanca la madera se vuelve fibrosa y se parte con facilidad, mostrando arista angulosa en la zona de fractura, mientras que en la podrición parda la madera se desmenuza y resquebraja en sentido transversal a la fibra y por eso se le llama podrición cúbica. Generalmente se le asocia la podrición blanca con un sustrato de madera de latifoliadas y la podrición parda a las coníferas. Los hongos lignívoros o de podrición degradan preferencialmente uno o más componentes de la madera causando tres tipos de podrición, conocidas como podrición blanda, podrición café y podrición blanca.

Los hongos que causan podrición café exhiben preferencia por celulosas y hemicelulosas, en cambio los causantes de podrición blanca son los únicos capaces de atacar todos los componentes de la pared de las células. La podrición blanda es de menor importancia debido a que se desarrolla generalmente a nivel superficial (KUHAD y SINGHET, 1997).

Los hongos lignícolas pueden clasificarse en tres grupos de acuerdo a la naturaleza de su desarrollo en la madera y al tipo de deterioro que ocasionan. Los hongos lignívoros son los más importantes y son capaces de desintegrar las paredes de la célula y, por lo tanto, cambiar las características físicas y químicas de la madera; tal desorganización de la materia da lugar al estado llamado podrición. En cambio, los hongos de mancha y los de mohos suelen alimentarse de los compuestos orgánicos fácilmente digeribles almacenados en la madera y con frecuencia ejercen escasa o nula influencia sobre las propiedades de ésta. Los primeros causan coloraciones que pueden

clasificarse como defectos, mientras que los mohos colorean pocas veces la madera, excepto en la superficie (HUNT y GARRAT, 1952).

GONZALES (1981) menciona que; los hongos que utilizan a la lignina como fuente de alimentación, causan la podredumbre blanca, y los que degradan la celulosa causan la podredumbre negra, también llamada parda, y que además existe una combinación de ambas para dar lugar a la pudrición mixta.

2.3.3. Factores que influyen en el desarrollo de los hongos

Para desarrollarse los hongos requieren de ciertas condiciones de humedad, temperatura, oxígeno, alimento y el valor de pH. Así mismo se señala que la humedad es necesaria para la germinación de las esporas, secreción de enzimas, absorción y transporte de sustancias nutritivas y toda la actividad vital de los hongos de pudrición (RODRIGUEZ, 1976).

El contenido ideal de humedad se sitúa por encima del punto de saturación de las fibras, entre 30 y 50% según (DURAND, 1980).

Asimismo, se indica que la madera con un contenido de humedad menor a 20% se puede considerar inmune al ataque (JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA, 1988).

La temperatura óptima para el desarrollo de los hongos se encuentra entre 20 y 35°C, a menos de 0°C los hongos entran en dormancia; por encima de la temperatura máxima tolerable el hongo muere, así lo indica (RODRIGUEZ, 1976).

La cantidad de aire necesaria para que se dé la pudrición equivale a más del 20 % de volumen de la madera (JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA, 1988).

Respecto a las condiciones nutricionales necesarias para el crecimiento de los hongos señalan que los hongos se alimentan de sustancias de reservas almacenadas en las cavidades, representadas por azúcares y almidones (RODRIGUEZ, 1976).

En relación al valor de pH manifiesta que la germinación de esporas y el crecimiento de micelio dependen en forma considerable del valor pH, las maderas presentan un valor de pH a 5 y se sabe que los valores óptimos para el desarrollo del hongo están entre 5 y 6 es decir, ligeramente ácido (JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA, 1988).

2.3.4. Efectos causados sobre la madera

FINDLAY (1967) menciona que los efectos de la pudrición de la madera se pueden clasificar en dos tipos, químicos y físicos. Dentro de los cambios químicos se puede mencionar la transformación de la celulosa en glucosa por acción de las enzimas hidrolíticas de los hongos, y la descomposición de la lignina mediante enzimas oxidativas, provocando pudrición café, blanca y blanda.

Según FINDLAY (1967) dentro de los efectos físicos se pueden mencionar los siguientes:

Pérdida de densidad: la madera atacada se vuelve más liviana producto de la destrucción de la sustancia leñosa por el hongo, quien emite dióxido de

carbono y agua durante su respiración, lo cual se ve reflejado en la pérdida de peso.

a. Pérdida de resistencia: en etapas tempranas de pudrición la resistencia mecánica de la madera (específicamente a la flexión dinámica) puede reducirse considerablemente. Los hongos de pudrición café provocan una disminución más rápida en la mayoría de las propiedades de resistencia que aquellos que producen pudrición blanca.

b. Aumento de permeabilidad: la madera atacada absorbe líquido y se satura mucho más rápido que la madera no atacada por hongos; posiblemente las pequeñas perforaciones hechas por las hifas del hongo en la pared celular permiten escapar al aire, facilitando así la entrada de agua.

c. Luminosidad: algunos hongos pueden hacer que la madera en la que ellos crecen se vuelva luminiscente y brille en la oscuridad con una luz pálida azulada.

d. Aumento de la susceptibilidad al ataque de insectos: la madera que ha sido debilitada por pudrición es mucho más rápidamente atacada por ciertos insectos perforadores de madera, que la madera sana. Existen, en efecto, muchos insectos que pueden vivir sólo en madera que está parcialmente atacada por hongos de pudrición.

2.4. Normalización

ASTM (1990) uniendo sus experiencias con la norma ANSI, crea la Norma Técnica ANSI/ASTM D 2017 – 90: Standard Method Of. Accelerated Laboratory Test of Natural Decay Resistance of Woods, para la evaluación de

la pudrición natural producidas por hongos en madera o productos de madera, estas pruebas aceleradas de laboratorio se deben ensayar en cubos de madera sobre suelo cubierto por una tira de alimentación de madera susceptible al ataque de hongos, colocados en frascos como cámaras de pudrición. La evaluación de resultados, se hará mediante la pérdida de peso del material leñoso, para lo cual se establecieron cuatro categorías para clasificar la madera por su resistencia a la pudrición: Altamente resistente (A); Resistente (B); Moderadamente resistente (C) y No resistente (D).

INDECOPI (1996) reeditó la Norma Técnica ITINTEC 251.027 de 1972 titulado: Valor Tóxico y Permanencia de Preservadores de la madera en Condiciones de Laboratorio. Esta Norma Técnica trata todo lo relacionado para disminuir el ataque de los enemigos xilófagos, y en especial de los hongos. También incluye una descripción del ensayo donde recomienda usar hongos de comprobada acción xilófaga, que tengan tolerancia a las sustancias químicas preservadoras, cultivados bajo condiciones de laboratorio. Indica además que cualquier modificación en el procedimiento debe ser explicada.

EATON y HALE (1993) manifiestan que entre los métodos de laboratorio con Basidiomycetes, existen dos corrientes muy generalizadas, el método americano y el método europeo. El método americano, usa el suelo como medio de soporte para el crecimiento de los hongos en los bloques de madera tratados. Mientras que el método europeo utiliza extracto de malta agar como medio estándar para cualquier cultivo. Ambos métodos el americano y el europeo intentan simular las condiciones de servicio que pueden prestar las maderas evaluadas.

2.5. Características de los hongos xilófagos

2.5.1. *Polyporus versicolor* L ex Fr

División	:	Eumycota
Subdivisión	:	Basidiomycotina
Clase	:	Basidiomycetes
Subclase	:	Hymenomycetes
Orden	:	Aphylophorales
Familia	:	Polyporaceae
Nombre científico	:	<i>Polyporus versicolor</i> L ex Fr
Sinonimia	:	<i>Coriolus versicolor</i> Quel <i>Trametes versicolor</i> (L. ex Fr)

Según GONZALES (1970), indica que esta especie es considerada como sub cosmopolita encontrándose distribuida en climas tropicales y sub tropicales del mundo (Australia, Canadá, India y otros países más incluyendo Perú). Ataca a maderas en estacionamiento, inicialmente se muestra una podredumbre insignificante, que posteriormente se vuelve más fuerte logrando la descomposición de la madera, es comúnmente saprofito. Este hongo ocasiona la degradación de la lignina, es decir la pudrición blanca. Asimismo menciona que el basidiocarpo de este organismo es anual, pero puede sobrevivir hasta dos años. El cuerpo fructífero queda adosado a la superficie de la madera, es de consistencia carnosa, dura o corchosa, llega a medir unos 10 cm de ancho, delgado y muy resistente de color marrón rojizo – anaranjado. A

nivel de laboratorio las colonias crecen en forma abundante a 25 °C de temperatura, cubriendo en su totalidad las probetas de madera en los ensayos de durabilidad natural.

Según GONZALES (1979), indica que la madera afectada por este tipo de hongo es decolorada, pero conserva su forma y volumen, mostrando hacia afuera rajaduras contraídas por las que a veces asoma un micelio color blanquecino, en algunos casos la madera presenta paredes de color canela la cual se conoce como línea de pudrición negra de gran desarrollo en la albura.

2.5.2. *Heterobasidium annosum* (Fr) Karst

División	:	Eumycota
Subdivisión	:	Basidiomycotina
Clase	:	Basidiomycetes
Subclase	:	Hymenomycetes
Orden	:	Aphylophorales
Familia	:	Polyporaceae
Nombre científico	:	<i>Hetrobasidium annosum</i> (Fr) Karst
Sinonimia	:	<i>Fomes annosus</i> (Fr) Cooke

GONZALEZ (1970) manifiesta que la distribución de esta especie es principalmente en el Norte de la zona templada, también se encuentra en Australia, Nueva Zelanda, Sudáfrica y el oeste Indio, además de registrarse también en el Perú. Por otro lado considera a esta especie importante por el ataque a las maderas confieras y latifoliada, produciendo la pudrición negra. En

caso de coníferas, el primer síntoma de infección se manifiesta por una coloración rojiza – púrpura acompañada de rayas según el huésped. En latifoliadas, la pudrición es destructiva tipo prismático, caracterizada por un fuerte ataque concentrado principalmente sobre la celulosa, dejando un residuo carbonífero formado por la lignina mas o menos inalterada, el cual puede desintegrarse fácilmente. Asimismo indica que el cuerpo fructífero se forma por lo general en la base de los árboles, siendo de tamaño variable, con apariencia arrugada y coriáceo, tornándose leñosos con el paso del tiempo. Presenta superficie aterciopelada en etapa joven, convirtiéndose en marrón rojizo pulido y lustroso, oscureciéndose con el tiempo, siendo su margen restante blanquecino. La especie es perenne, es decir que cada año produce una nueva capa himenial en estratos.

Presenta buen comportamiento en laboratorio, sobre el medio extracto de malta – agar a 24 – 27 °C de temperatura, desarrollando micelio a los pocos días. Por su alto grado de agresividad se emplea con frecuencia en evaluaciones toximétricas de preservadores y en pruebas de durabilidad natural de la madera (GONZALEZ, 1970).

2.6. Descripción taxonómica de las especies forestales

2.6.1. *Miconia barbeyana Cogniaux*

Según Cronquist, citado por MOSTACERO (2002):

Clase	:	MAGNOLIOPSIDA
Subclase	:	ROSIDAE
Orden	:	MYRTALES

Familia	:	MELASTOMATACEAE
Genero	:	<i>Miconia</i>
Especie	:	<i>barbeyana</i>
Nombre científico	:	<i>Miconia barbeyana Cogniaux</i>
Nombre común	:	“Paliperro”

a. Ecología y distribución

Especie ampliamente distribuida en América Tropical. En el Perú se encuentra en los bosques primarios, bosques secundarios de la Amazonia peruana entre los 500 y 2500 m.s.n.m (ALAYA, 2003).

b. Descripción dendrológica de la especie

El paliperro es un árbol de hasta 15 m de altura y de unos 30 cm de diámetro, con fuste recto y pocas ramas. Corteza externa lisa de color verdosa, presenta hojas simples opuestas, inflorescencia en panículas terminales de 6 cm de longitud por 4 cm de diámetro con numerosas flores hermafroditas de unos 6 mm de longitud. Frutos en bayas de color morados, semillas piramidales a ovoides generalmente lisas, registrándose flor en septiembre y frutos en octubre – noviembre (GASCON, 2002).

c. Descripción de la madera

Según DETIENNE (1983), manifiesta que en estudios realizados del genero *Miconia*, describe que la madera presenta un color beige a marrón – rojizo, poros difusos, solitarios y en racimos. Puntuaciones radiovasculares

generalmente idénticas en tamaño a los intervasculares, pero mas largas, fibras con puntuaciones simple.

d. Características tecnológicas.

Densidad básica (gr/cm ³)	:	0.537
Contracción volumétrica (%)	:	12.069
Contracción radial (%)	:	5.799
Contracción tangencial (%)	:	10.42

2.6.2. *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don

Clase	:	MAGNOLIOPSIDA
Subclase	:	ROSIDAE
Orden	:	SCROPHULARIALES
Familia	:	BIGNONIACEAE
Genero	:	<i>Jacaranda</i>
Especie	:	<i>copaia</i>
Nombre científico	:	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D
Nombre común	:	“Huamansamana”

a. Ecología y distribución.

Especie distribuida en el Perú se encuentra en los departamentos de Amazonas, Huanuco, Loreto, Madre Dios, Pasco, San Martín y Ucayali, entre 0 y 1500 m.s.n.m (PROMPEX, 2000).

b. Descripción dendrológica de la especie

AROSTEGUI (1974) menciona que la huamansamana es un árbol de hasta 45 m de altura, con fuste recto y cilíndrico, raíces engrosadas. La copa esta formada por pocas ramas casi verticales y hojas compuestas. La Corteza externa es rugosa de color gris claro, mientras la corteza interna de color blanco, se oscurece bastante en contacto con el aire.

c. Descripción de la madera.

El tronco recién cortado presenta las capas externas de madera (albura) de color marrón muy pálido y las capas internas (duramen) de color similar a la albura, no observándose entre ambas capas contraste del color. Suele presentar decoloración producida por hongos. En madera seca, la albura se toma a color blanco rosáceo 8/2 7.5YR y el duramen a marrón pálido 7/4 10YR (PROMPEX, 2000).

d. Características tecnológicas

Densidad básica (g/cm ³)	:	0.31.
Contracción tangencial (%)	:	8.20
Contracción radial (%)	:	5.40
Contracción volumétrica (%)	:	13.90
Relación T/R	:	1.50

La huamansamana es una madera de densidad baja, blanda y liviana, de fácil aserrio, de fácil secado, se recomienda secar en forma artificial en

horario de secado de T5-C3 para evitar deformaciones. Tiene durabilidad natural baja (PROMPEX, 2000).

2.6.3. *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke

Clase	:	MAGNOLIOPSIDA
Subclase	:	ROSIDAE
Orden	:	FABALES
Familia	:	CAESALPINACEAE
Genero	:	Schizolobium
Especie	:	amazonicum
Nombre científico	:	<i>Schizolobium amazonicum</i>
Nombre común	:	“Pashaco”

a. Ecología y distribución.

Según REYNEL (2003), manifiesta que la especie se encuentra distribuida en el Perú, en los departamentos de Amazonas, Huanuco, Madre Dios, San Martín a un nivel de 1200 m.s.n.m, asimismo indica que es una especie con tolerancia heliófita de rápido crecimiento, presente en bosques secundarios tempranos y tardíos, además de encontrarse en claros de bosques primarios.

b. Descripción dendrológica de la especie

El pashaco es un árbol que alcanza hasta 35 m de altura, con fuste recto y cilíndrico, con un diámetro de hasta 1 m. raíces engrosadas. La copa es

alargada y abierta formada por hojas compuestas bipinnadas, alternas. (REYNEL, 2003).

c. Descripción de la madera.

PROMPEX, (2000) menciona que la madera es suave y liviana, muestra poco diferencia entre la albura que presenta un color blanco cremoso y el duramen que es de coloración café rojizo pálido, de olor y sabor no distintivos. Presenta granos entrecruzados y de textura gruesa.

d. Características tecnológicas

Densidad básica (g/cm ³)	:	0.49
Contracción tangencial (%)	:	4.80
Contracción radial (%)	:	4.56

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en el Área de Tecnología y Aprovechamiento de la Madera y en los laboratorios de Microbiología y Fotoquímica de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y contó con la colaboración de la Micoteca de la Clínica de Diagnóstico (UNALM), quien proporcionó los hongos xilófagos debidamente identificados.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Madera

Las probetas utilizadas en este estudio fueron obtenidas de las especies de *Miconia barbeyana* Cogniaux, *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don y *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke extraídos del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS), ubicada en el departamento de Huánuco, provincia de Leoncio Prado, zona que se encuentra dentro de la formación ecológica de bosque muy húmedo Premontano Sub Tropical (bhm – PST).

La identificación estuvo a cargo del herbario forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables (UNAS) y el herbario forestal de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM).

Cuadro 1. Especies forestales en estudio

Nº	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
1	Paliperro	<i>Miconia barbeyana Cogniaux</i>	MELASTOMATACEAE
3	Huamansamana	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl) D. Don	BIGNONIACEAE
2	Pashaco	<i>Schizolobium amazonicum</i> (Huber) Ducke	CAESALPINACEAE

3.2.2. Hongos xilófagos

Para la presente investigación se utilizaron dos hongos xilófagos causantes de podredumbre. Estos se encuentran dentro de la siguiente clasificación taxonómica:

DIVISIÓN	:	Eumycota u Hongo verdadero
SUBDIVISION	:	Basidiomycotina
CLASE	:	Basidiomycetes
SUBCLASE	:	Hymenomycetes
ORDEN	:	Aphylophorales
FAMILIA	:	Polyporaceae

Los hongos utilizados Fueron:

- *Polyporus versicolor* L. ex Fr
- *Heterobasidium annosum* (Fr.) Karst. Clínica de Diagnosis (UNALM, 2003).

3.2.3. Medio de cultivo

Se utilizó el sustrato estándar Agar – Malta (EMA) al 2%, empleado para el cultivo de los hongos típicos de la madera, cuya composición es:

- Agar – agar : 15 gr.
- Extracto de malta : 20 gr.
- Dextrosa : 20 gr.
- Peptona : 6 gr.
- Agua destilada : 1000 ml

3.2.4. Cámara de pudrición

De acuerdo a las Normas Técnicas ANSI/ASTM D 2017 – 78 e INDECOPI 251.027, se utilizaron frascos de vidrio de 200 ml de capacidad para facilitar el desarrollo de los hongos.

3.2.5. Equipos y herramientas de campo

- Motosierra
- Cámara fotográfica
- Cinta diamétrica
- Prensa botánica
- Tijera de podar

3.2.6. Equipos para preparación de probetas de madera

- Sierra circular
- Garlopa eléctrica
- Lija para madera

- Libreta de campo
- Balanza eléctrica de 0.1 gr de precisión
- Estufa con termostato regulable 103 ± 3 °C
- Autoclave de esterilización
- Campana desecadora
- Bandeja y pinzas de metal para el manipuleo de probetas

3.2.7. Equipos para preparación de medio de cultivo

- Autoclave de esterilización
- Balón de fondo plano
- Balanza analítica
- Cocina eléctrica
- Espátulas
- Frascos de vidrio
- Luna de reloj
- Mecheros de alcohol
- Mascarillas
- Tapones de algodón
- Varillas de vidrio

3.2.8. Reactivos químicos y otros

- Benceno
- Alcohol de 96°
- Agua destilada
- Papel de filtración rápida de 90 mm de diámetro

- Pesafiltros
- Placas petri
- Probetas de 250 y 500 ml
- Vasos de precipitación de 250 ml y 1000 ml
- Material de protección (mandil, mascarilla, protector de ojos, guantes, mascara para gases)

3.2.9. Para el registro de información

- Formularios y útiles de escritorio
- Computadora

3.3. Métodos y procedimiento

Para determinar la durabilidad natural se utilizó madera de las especies anteriormente mencionadas, se tomó como muestra de 3 árboles por especie: Como referencia se utilizó las Normas Técnicas ASTM D 2017-62T, e INDECOPI 251.027 para lo cual realizó los siguientes pasos:

3.3.1. Preparación de probetas de madera de las especies forestales en estudio.

Se preparó probetas de 2x2x2 cm libre de defectos (nudos, grietas, rajaduras), convenientemente orientadas. Se emplearon 10 probetas por árbol, 05 por hongo y 30 por especie forestal. Se determinó el peso seco inicial (PSI) mediante secado al horno por 24 horas a 103°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) hasta peso constante, y luego se esterilizó en húmedo a 110 °C y 1 Kg/cm² de presión por 15 minutos.

Cuadro 2. Probetas de madera para los ensayos de durabilidad

Especies forestales		Número de probetas			
		Contenido de Humedad	Densidad Básica	Durabilidad natural	Total por especie
<i>Miconia</i>	<i>barbeyana</i>	10	10	10	30
<i>Cogniaux</i>					
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl) D.		10	10	10	30
Don					
<i>Schizolobium amazonicum</i>		10	10	10	30
(Huber) Ducke					

3.3.2. Preparación del medio de cultivo

El medio de cultivo utilizado es el extracto Malta - Agar, a una concentración de 2%, el cual fue preparado evitando contaminaciones esterilizando el medio circundante. Los cultivos se mantuvieron a temperatura ambiente en placas petri y tubos de ensayo por un periodo de cuatro semanas de desarrollo. La inoculación a la cámara de pudrición se realizó tomando una porción de micelio (1 cm² aproximadamente) de cada uno de los hongos con ayuda de pinzas esterilizadas.

3.3.3. Preparación de las cámaras de pudrición

En las botellas de vidrio previamente esterilizadas se adicionaron 20 ml de extracto agar - malta. Posteriormente las botellas fueron colocadas en

posición vertical para la solidificación del medio, el conjunto se esterilizó (120°C y 1 Kg/cm² de presión por 20 minutos), luego se realizó la inoculación de los hongos asépticamente mediante anzas esterilizadas desde la placa petri cultivadas previamente a la superficie de agar de los frascos.

Las cámaras de pudrición, ya inoculadas, fueron encubadas a 25±1°C durante un periodo de 4 semanas, tiempo en que el hongo en estudio formó una capa de micelio desarrollada sobre la superficie del medio.

3.3.4. Acondicionamiento de probetas

Las probetas de madera para el ensayo fueron acondicionadas. Seguidamente se pesaron con exactitud de 0.01 g obteniéndose el peso inicial para posteriormente colocar en cada frasco (cámara de pudrición).

Después de cuatro semanas, se colocó la probeta de madera esterilizada con la sección transversal sobre el manto miceliar del hongo y se cultivó durante tres meses.

3.3.5. Cálculo de la pérdida de peso

Esto se realizó luego que las probetas de madera fueran retiradas de las cámaras de pudrición para luego ser sometidas a una limpieza general del material fungoso de su superficie, tras la cual fueron llevadas al horno a 103 ± 1 °C por un espacio de 24 horas hasta peso constante. El porcentaje de pérdida de peso de cada probeta se calculó empleando la siguiente relación:

$$\%PP = \frac{PSI - PSF}{PSI} * 100 \quad (1)$$

Donde:

PSI: peso seco inicial (g).

PSF: peso seco final (g).

%PP: pérdida de peso (%)

100: Factor de conversión de porcentaje

La interpretación de los resultados para la clasificación de las especies se realizó de acuerdo a lo indicado en la norma ANSI/ASTM D2017-71, como se indica en el siguiente cuadro.

Cuadro 3. Criterios para la interpretación de resultados y clasificación de maderas con respecto a su resistencia natural a la pudrición

Promedio de Pérdida de peso (%)	Promedio de Peso residual (%)	Grado de Resistencia al hongo	Clasificación de la madera
< 10	90 - 100	Altamente resistente	A
11 -24	76 - 89	Resistente	B
25 - 44	56 - 75	Moderadamente resistente	C
> 45	55 ó menos	No resistente	D

3.3.6. Determinación de extractivos

Para la determinación de extractivos, se realizó, utilizando como solvente el alcohol benceno basado en la norma TAPPI T 05-59, el cual indica la siguiente relación:

$$\% E = \frac{(W_m * K - W_{mse})}{W_m * K} * 100 \quad (2)$$

Donde:

% E : Porcentaje de extractivos

W_{mse}: Peso de la muestra después de la extracción

W_m : Peso de la muestra

K : Masa constante

3.3.7. Cálculo de la densidad básica

Para el cálculo de la densidad básica se determinó mediante la norma ITINTEC 251.011, quien indica la siguiente relación:

$$DB = \frac{PSh}{Vs} \quad (3)$$

Donde:

DB: densidad básica (g/cm³)

PSh: peso seco al horno (g)

Vs: volumen saturado (cm³)

3.3.8. Análisis estadísticos

El análisis estadístico está basado en el Diseño de Bloques Completo al Azar, considerando las tres especies forestales como bloques. Se determinó el promedio, desviación estándar y el coeficiente de variabilidad del porcentaje de pérdida de peso.

La variable en estudio es la pérdida de peso porcentual de las unidades experimentales. Este análisis nos permite determinar si existe diferencias significativas entre la pérdida de peso causada por los hongos xilófagos. Luego se realizó una prueba de comparación de promedios T Student, para el cálculo de esta prueba se usó un nivel de significación del 5% ($\alpha = 0.05$).

Los coeficientes de correlación entre los porcentajes promedios totales de pérdida de peso y porcentajes de extractivos y densidad básica de las especies forestales evaluadas se determinó a un nivel de significación del 5%.

La medida del grado de correlación se determinó por coeficiente de correlación y su valor está dada por la siguiente fórmula (CALZADA, 1982)

$$r = \frac{\sum XY - (\sum X - \sum Y)/n}{\sqrt{(\sum X^2 - (\sum X)^2/n)(\sum Y^2 - (\sum Y)^2/n)}} \quad (4)$$

Donde:

X : Variable independiente.

Y : Variable dependiente.

N : Número de observaciones.

Asimismo

r^2 : Coeficiente de determinación.

$1 - r^2$: Coeficiente de no determinación.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de un periodo de incubación de tres meses en la cámara de pudrición de las probetas de madera de *Miconia barbeyana Cogniaux*, *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don y *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke fueron expuesta a la acción destructiva de los hongos xilófagos *Polyporus versicolor* L. ex Fr y *Heterobasium annosum* (Fr.) Karst; para determinar la durabilidad natural. A continuación se presenta la información registrada:

4.1. Cultivos de hongos

En el Cuadro 4, se indica la actividad de crecimiento que tuvieron las colonias puras de los hongos sobre las probetas de madera; el *Polyporus versicolor* L. ex Fr cubrió bien las probetas y la actividad de crecimiento fue de buena a notable, destacando su crecimiento debido a su origen tropical.

En cuanto al comportamiento mostrado por el hongo *Heterobasidium annosum* (Fr.) Karst desarrolló un micelio uniforme, sobre las probetas de madera, pero en ciertos casos esta actividad aparentemente fue paralizada y/o reducida a un ligero crecimiento fungoso, estos datos son corroborados por GONZALES (1970) quien manifiesta que este tipo de hongo tiene origen en los Estados Unidos, atacando principalmente a coníferas.

Cuadro 4. Crecimiento de los hongos sobre las probetas de madera al finalizar el ensayo

Especie Forestal	Hongos Xilófagos	
	<i>Polyporus versicolor</i> L. ex Fr	<i>Heterobasidium annosum</i> (Fr.) Karst
<i>Miconia barbeyana</i> Cogniaux	XXX	XXX
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl) D. Don	XXXX	XXX
<i>Schizolobium amazonicum</i> (Huber) Ducke	XXX	XX

Donde: XX = Ligero desarrollo fungoso sobre las probetas; XXX = Buen desarrollo fungoso sobre las probetas; XXXX = Notable desarrollo fungoso sobre las probetas

4.2. Pérdida de peso de las probetas de madera

En los cuadros 5, 6 y 7, se muestra los porcentajes de pérdida de peso promedio de madera de las especies forestales: *Miconia barbeyana* Cogniaux, *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don y *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke por la acción de dos cepas puras de hongos xilófagos: *Polyporus versicolor* L. ex Fr y *Heterobasidium annosum* (Fr.) Karst

Indicando que el mayor porcentaje de pérdida de peso presenta la especie *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don (73.06%), y un 31.43% de pérdida de peso la especie *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke bajo la acción del hongo xilófago *Polyporus versicolor* L. ex Fr En cuanto a la acción del hongo *Heterobasidium annosum* (Fr.) Karst, éste presentó un mayor porcentaje de

pérdida de peso la especie *Jacaranda copaia* en un 71.63% y registrando un 18.11% de pérdida de peso la especie *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke. Esta variabilidad de promedios se debe a que la mayor o menor durabilidad de una madera varia según la especie y depende del mayor o menor contenido de resinas, taninos, aceites, etc. que impregnan sus tejidos conocidas como extractivos, que actúan como preservantes naturales, tal como lo indica GONZALES (2001) y TRUJILLO (1992); además, mencionan que la durabilidad natural de la madera es la capacidad para resistir el ataque de agentes biológicos, como hongos, insectos, perforadores marinos, entre otros; o agentes no biológicos, como el fuego, humedad, desgaste mecánico, acción de ácidos o la degradación causada por efectos climáticos. También indica que los ensayos de durabilidad se refieren mayormente a la acción destructiva de los hongos o de los insectos, los que se puede realizar en pruebas aceleradas de laboratorio o pruebas definitivas de campo, de larga duración.

Cuadro 5. Porcentaje de pérdida de peso promedio por árbol de *Miconia barbeyana*, bajo la acción del hongo *Polyporus versicolor* L. ex Fr y *Heterobasidium annosum* (Fr.) Karst

Hongos	Árbol N°	PSI	PSF	%PP
<i>Polyporus versicolor</i> L. ex Fr	1	6, 854	3, 062	55, 33
	2	6, 566	3, 208	51, 14
	3	6, 830	3, 598	47, 32
<i>Heterobasidium annosum</i> (Fr.) Karst	1	6, 846	4, 638	32, 25
	2	6, 582	3, 382	48, 62
	3	6, 974	4, 938	29, 19

Cuadro 6. Porcentaje de pérdida de peso promedio por árbol de *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don, bajo la acción del hongo *Polyporus versicolor* L. ex Fr y *Heterobasidium annosum* (Fr.) Karst

Hongos	Árbol N°	PSI	PSF	%PP
	1	3,426	1,460	57,38
<i>Polyporus versicolor</i> L. ex Fr	2	3,510	1,160	66,95
	3	3,824	1,030	73,06
<i>Heterobasidium annosum</i> (Fr.)	1	3,370	1,460	56,68
	2	3,584	1,390	61,22
Karst	3	3,772	1,070	71,63

Cuadro 7. Porcentaje de pérdida de peso promedio por árbol de *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke, bajo la acción del hongo *Polyporus versicolor* L. ex Fr y *Heterobasidium annosum* (Fr.) Karst

Hongos	Árbol N°	PSI	PSF	%PP
	1	4,690	3,090	34,12
<i>Polyporus versicolor</i> L. ex Fr	2	5,796	3,748	35,33
	3	3,398	2,330	31,43
<i>Heterobasidium annosum</i> (Fr.)	1	6,846	3,428	25,51
	2	6,582	4,820	18,11
Karst	3	6,974	2,752	22,70

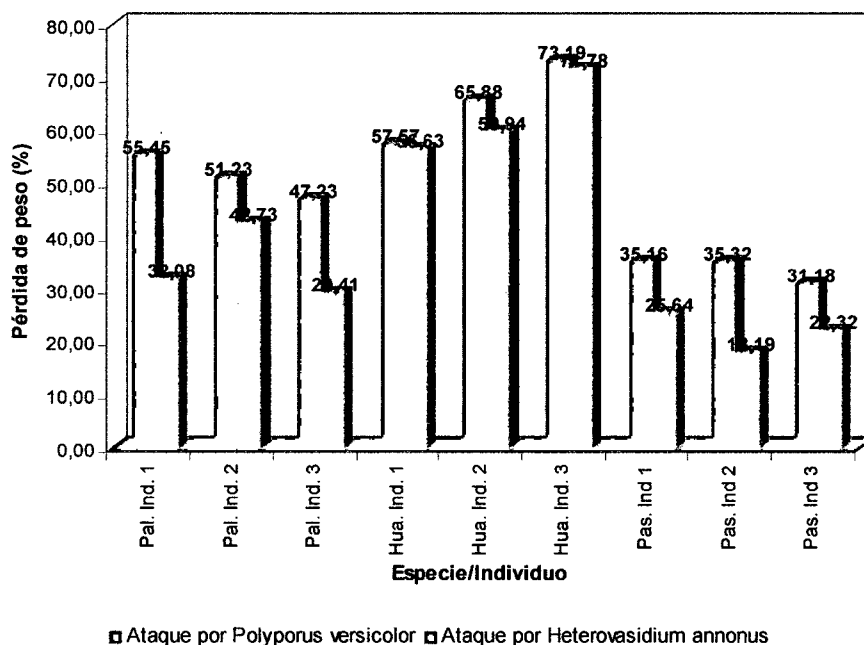


Figura 1. Porcentaje de pérdida de peso de *Miconia barbeyana* Cogniaux, *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don y *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke

4.3. Porcentaje de extractivos – Densidad básica

En el Cuadro 8, se presenta los porcentajes de extractivos solubles en alcohol benceno. Asimismo se indica la densidad básica de las maderas de las especies forestales en estudio, determinado según la Norma ITINTEC 251.011.

La especie *Miconia barbeyana* Cogniaux presentó un porcentaje de extractivo promedio de 3,06. Con relación a la especie *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don presentó un menor valor de porcentaje de extractivos (2,78) conllevando a una mayor pérdida de peso, mientras que la especie *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke, presentó mayor contenido de extractivos y menor pérdida de peso. TRUJILLO (1992) manifiesta que basándose en estudios anteriores, en la cual analizó los componentes químicos

y su densidad básica, concluyó que el contenido de químicos tóxicos determina significativamente las cualidades de resistencia de la madera a la pudrición, sin embargo no encontró una correlación aceptable con la densidad básica.

Con referencia a la densidad básica la *Miconia barbeyana Cogniaux* y el *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke, presentan una densidad media, mientras la *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don presento una densidad baja, de acuerdo a la Norma ITINTEC 251.011. NICHOLAS (1973) indica que la densidad u otras características físicas de la madera no afectan apreciablemente la resistencia a la pudrición; la alta resistencia a la pudrición es asociada al mayor peso de muchas maderas duras tropicales, pero realmente es debido a los extractivos presentes en estas maderas. Otros investigadores señalan que la densidad de la madera no es un factor determinante de la resistencia de la madera a la pudrición, indicando asimismo que cuando se da esta relación es por que la densidad esta relacionada directamente con el porcentaje de extractivos (ESCUZA, 1987).

Por otro lado, GONZALES (1992) indica en otros estudios realizados sobre la durabilidad natural de la madera, encontraron que el contenido de extractivos determina en forma significativa su resistencia a la pudrición; presentando correlación con la resistencia de la misma.

Cuadro 8. Porcentaje de extractivos y densidad básica de las probetas de madera de de *Miconia barbeyana*, *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don y *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke.

Especie forestal	Árbol N°	% Extractivos	DB (g/cm ³)	Clasificación de la DB
	1	3,06	0,44	
<i>Miconia barbeyana</i> Cogniaux	2	3,04	0,43	M
	3	3,07	0,45	
Promedio		3,06	0,44	
	1	2,86	0,31	
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl) D. Don	2	2,77	0,29	B
	3	2,71	0,35	
Promedio		2,78	0,32	
	1	3,98	0,54	
<i>Schizolobium amazonicum</i> (Huber) Ducke	2	3,79	0,52	M
	3	3,69	0,53	
Promedio		3,82	0,53	

Donde: M = Maderas de densidad media B = Maderas de densidad baja

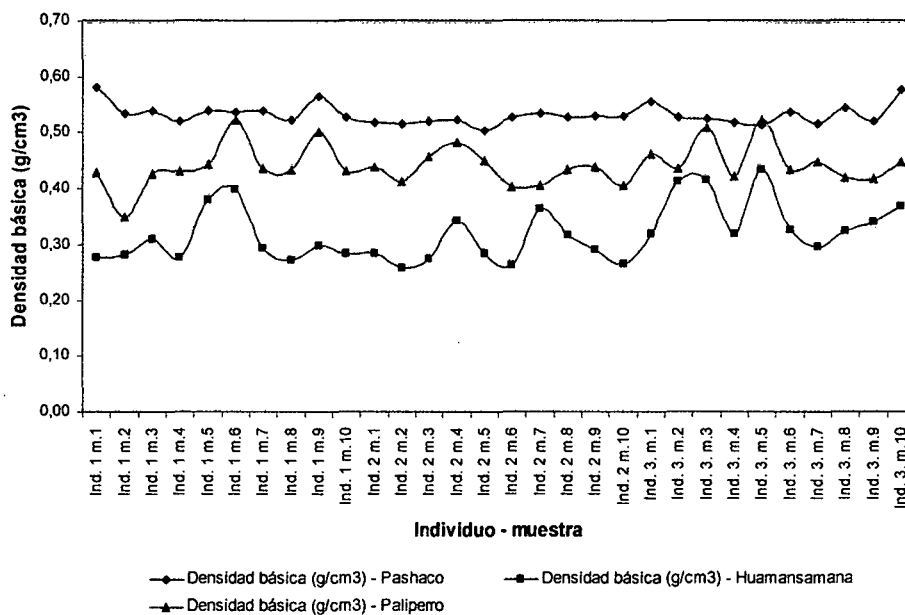


Figura 2. Densidad básica de *Miconia barbeyana* Cogniaux, *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don y *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke por individuo.

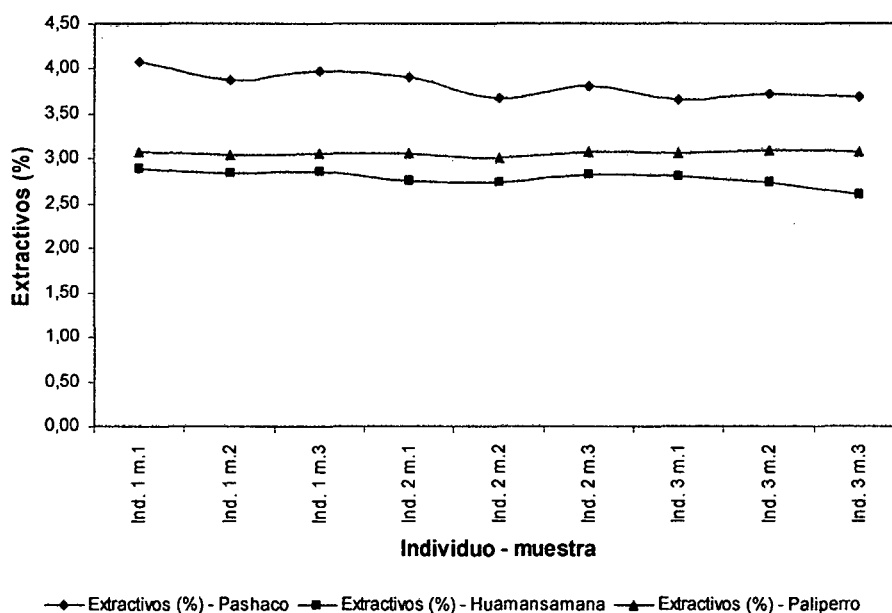


Figura 3. Porcentaje de extractivos de *Miconia barbeyana* Cogniaux, *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don y *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke por individuo.

4.4. Resistencia natural a la pudrición

En el Cuadro 9, se presenta la clasificación de la resistencia natural de las maderas *Miconia barbeyana Cogniaux*, *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don y *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke, a la acción de los hongos xilófagos *Polyporus versicolor* y *Heterobasidium annosum*, obtenida en base a la tabla de interpretación de la norma ASTM D 2017- 71.

Asimismo en el cuadro en mención, se aprecia que la especie *Miconia barbeyana Cogniaux*, tiene una clasificación de madera no durable (D) al presentar porcentaje promedio de pérdida de peso 51,308% frente a la acción del hongo *Polyporus versicolor* L. ex Fr y un porcentaje promedio de pérdida de peso de 34, 74% al ataque del hongo *Heterobasidium annosum* (Fr.) Karst.

Según VAZQUES (2006), la *Miconia barbeyana Cogniaux* se clasifica según su durabilidad natural como madera no durable.

En cuanto a la especie *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don de acuerdo a la durabilidad natural encontrada le corresponde el calificativo de madera no durable frente a la acción de los dos hongos xilófagos con porcentaje promedio de pérdida de peso que fluctúan entre 62,78% y 65,54% respectivamente.

Asimismo se aprecia que la especie *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke obtuvo un porcentaje promedio de pérdida de peso de 33,89% a la acción del hongo *Polyporus versicolor* L. ex Fr presentando una clasificación de moderadamente resistente (C) y frente a la acción del *Heterobasidium annosum* (Fr.) Karst obtuvo un calificativo de resistente (B) con porcentaje promedio de pérdida de peso de 22,05%. Uno de los fundamentos es que en

las pruebas aceleradas de durabilidad natural de la madera, los hongos xilófagos se encuentran en ventajas para atacar a la madera, debido a que se les otorga humedad relativa adecuada, temperatura óptima, abundante oxígeno y alimento disponible para poder desarrollarse, por estas razones los resultados de la prueba en mención posee un alto porcentaje de seguridad estadística, mientras que las pruebas definitivas en campo, debido a la posibilidad de un mayor error humano y a las variaciones climáticas, pueden generar resultados inexactos (GONZALEZ , 1979).

Cuadro 9. Clasificación de la resistencia natural de las especies *Miconia barbeyana Cogniaux, Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don y *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke a la acción del hongo *Polyporus versicolor* L. ex Fr y *Heterobasidium annosum* (Fr.) Karst

N° DE INDIVIDUOS	Paliperro				Huamansamana				Pashaco			
	<i>Polyporus versicolor</i>	Clasific.	<i>Heterobasidium annosum</i>	Clasific.	<i>Polyporus versicolor</i>	Clasific.	<i>Heterobasidium annosum</i>	Clasific.	<i>Polyporus versicolor</i>	Clasific.	<i>Heterobasidium annosum</i>	Clasific.
1	50,35	D	37,76	C	47,08	D	69,19	D	42,40	C	24,47	C
	58,02	D	32,85	C	61,42	D	60,11	D	44,58	D	31,60	C
	57,00	D	23,67	C	62,86	D	64,05	D	25,60	C	21,64	B
	52,42	D	22,99	C	61,41	D	45,51	D	28,25	C	28,41	C
	59,45	D	43,15	C	55,06	D	44,29	D	34,96	B	22,11	B
2	44,19	C	42,64	C	76,94	D	56,52	D	37,85	C	15,36	B
	47,06	D	39,74	C	52,23	D	80,00	D	34,44	C	22,41	B
	54,56	D	65,35	D	65,32	D	55,88	D	43,46	C	14,72	B
	57,55	D	44,29	D	87,18	D	56,25	D	31,93	C	20,14	B
	52,82	D	21,65	B	47,71	D	51,04	D	28,93	C	18,33	B
3	42,84	C	23,75	C	56,96	D	72,97	D	36,29	C	36,68	C
	50,50	D	23,11	C	81,18	D	67,77	D	33,24	C	23,00	B
	42,68	C	39,04	C	77,78	D	80,87	D	25,08	C	15,82	B
	49,45	D	36,83	C	69,53	D	75,34	D	32,96	C	20,34	B
	50,68	D	24,32	B	80,47	D	61,93	D	28,35	C	15,76	B
PROMEDIO	51,30	D	34,74	C	65,54	D	62,78	D	33,89	C	22,05	B
DESVEST	5,46		12,01		12,8		11,55		6,21		6,27	
CV	0,11		0,35		0,2		0,18		0,18		0,28	

4.5. Análisis estadístico

4.5.1. Estadísticos descriptivos

Con la ayuda del paquete SPSS, se obtuvieron los resultados del análisis estadístico en primera instancia los parámetros estadísticos descriptivos, valores en pérdida de peso de las tres especies estudiadas que van de 14,72 a 87,18 % es el caso del *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke con el *Heterobasidium annosum* (Fr) Karst y *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don con el hongo *Polyporus versicolor* L. Ex Fr, respectivamente. También se pudo determinar las medias del porcentaje de pérdida de peso de cada especie, por el ataque de los dos hongos xilófagos; valores como 65,54 % de pérdida en peso para la especie de *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don con el hongo *Polyporus versicolor* L. Ex Fr, hace notar la baja durabilidad natural que posee; por el contrario un valor mínimo de 22,05 %, se pudo observar que para la especie del *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke atacado por *Heterobasidium annosum* (Fr) Karst (Cuadro 10).

Al realizar una comparación de las medias de las especies por individuo se observó que el hongo *Polyporus versicolor* L. Ex Fr, es el más agresivo al degradar más las muestras estudiadas.

Cuadro 10. Estimación de parámetros estadísticos descriptivos de pérdida de peso.

	N	Mínimo	Máximo	Media		Desv. tip.
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error típico	Estadístico
%PP-Pashaco - H2	15	14.72	36.67	22.0521	1.61806	6.26672
%PP-Pashaco - H1	15	25.08	44.58	33.8874	1.60291	6.20803
%PP-Paliperro - H2	15	21.65	65.35	34.7426	3.10046	12.00803
%PP-Paliperro - H1	15	42.69	59.45	51.3039	1.40899	5.45701
%PP-Huamansamar - H2	15	44.29	80.87	62.7829	2.98277	11.55221
%PP-Huamansamar - H1	15	47.08	87.18	65.5421	3.30389	12.79592
N válido (según lista)	15					

4.5.2. Análisis de correlaciones

En el presente análisis, se obtuvo los coeficientes de correlación que existe entre las variables determinadas, dando lugar a la cuantificación de la asociación lineal que existe entre dos variables; usando un nivel de significación de 0,01 de probabilidad, asimismo se pudo determinar valores de 0,905 correlacionando porcentaje de extractivos Vs. densidad básica, 0,709 a diferencia de los coeficientes de correlación -0,858 y -0,807 que existieron, entre extractivos con la pérdida de peso a la acción del *Polyporus versicolor* L. Ex Fr y *Heterobasidium annosum* (Fr) Karst respectivamente, alcanzando una significación estadística de 0,01. Por otro lado, valores de -0,857 y -0,879 fueron los coeficientes de correlación entre densidad básica y porcentaje de pérdida de peso frente a la acción micótica del *Polyporus versicolor* L. Ex Fr y porcentaje de pérdida de peso a la acción del *Heterobasidium annosum* (Fr) Karst; alcanzando una significación estadística a un nivel de 0,01 de probabilidad (Cuadro 11).

Cuadro 11. Resultados de análisis de correlación

Correlaciones

		DB (g/cm3)	Humedad (%)	Extractivos (%)	Celulosa (%)	PP - H1 (%)	PP - H2 (%)
DB (g/cm3)	Correlación de Pearson	1	-.094	.905**	.878**	-.857**	-.879**
	Sig. (bilateral)		.642	.000	.000	.000	.000
	N	27	27	27	27	27	27
Humedad (%)	Correlación de Pearson	-.094	1	-.104	-.233	.174	.146
	Sig. (bilateral)	.642		.607	.241	.385	.467
	N	27	27	27	27	27	27
Extractivos (%)	Correlación de Pearson	.905**	-.104	1	.709**	-.858**	-.807**
	Sig. (bilateral)	.000	.607		.000	.000	.000
	N	27	27	27	27	27	27
Celulosa (%)	Correlación de Pearson	.878**	-.233	.709**	1	-.751**	-.838**
	Sig. (bilateral)	.000	.241	.000		.000	.000
	N	27	27	27	27	27	27
PP - H1 (%)	Correlación de Pearson	-.857**	.174	-.858**	-.751**	1	.827**
	Sig. (bilateral)	.000	.385	.000	.000		.000
	N	27	27	27	27	27	27
PP - H2 (%)	Correlación de Pearson	-.879**	.146	-.807**	-.838**	.827**	1
	Sig. (bilateral)	.000	.467	.000	.000	.000	
	N	27	27	27	27	27	27

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

4.5.3. Análisis gráfico de dispersión

En el cuadro 12, la dispersión de los datos, fueron analizados mediante regresión polinómica por ser el modelo que mejor ajusta a los datos; mostrándose los coeficientes de determinación (R2).

Cuadro 12. Análisis gráfico de dispersión

Gráfico N°	Variables	R2	Clasificación
1	Densidad básica Vs Extractivos	0,936	Muy bueno
2	Densidad básica Vs PP – H1	- 0,764	Regular
3	Densidad básica Vs PP – H2	- 0,773	Regular
4	Extractivos Vs PP – H1	- 0,780	Regular
5	Extractivos Vs PP – H2	- 0,705	Regular

Asimismo se indica que el porcentaje de extractivos tiende a variar directamente con la durabilidad natural, e inversamente con los porcentajes promedios totales de pérdida de peso de las especies forestales evaluadas (Figura 7 y 8).

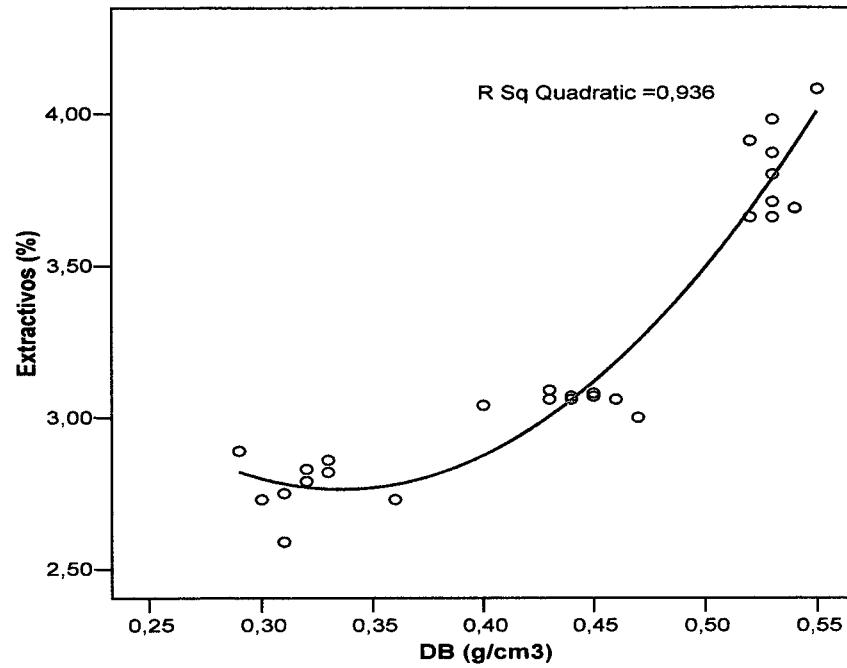


Figura 4. Dispersión de la nube de puntos densidad básica Vs. porcentaje de extractivos

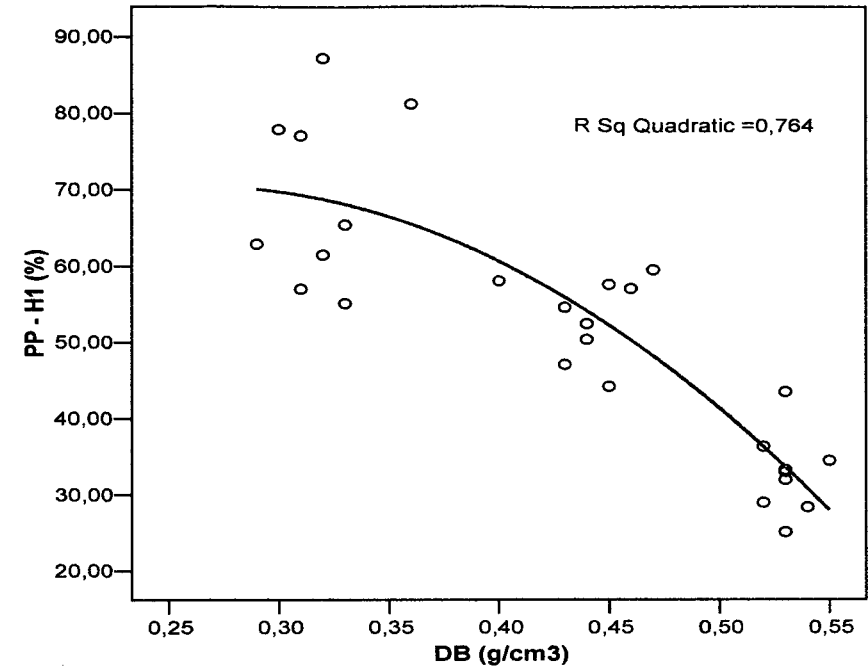


Figura 5. Dispersión de la nube de puntos densidad básica Vs porcentaje de pérdida de peso a la acción del hongo *Polyporus versicolor* L. ex Fr.

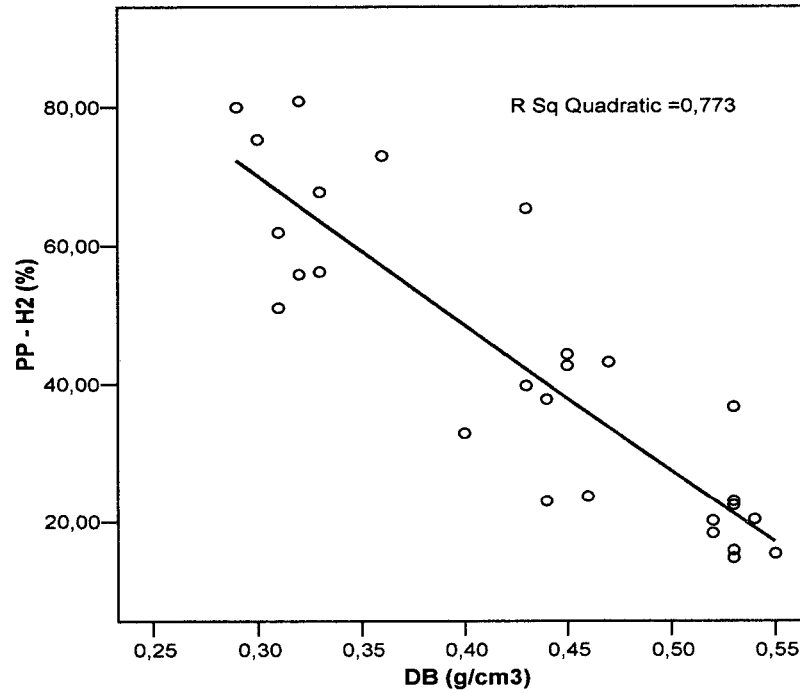


Figura 6. Dispersión de la nube de puntos densidad básica Vs porcentaje de pérdida de peso a la acción del hongo *Heterobasidium annosum* (Fr.) Karst

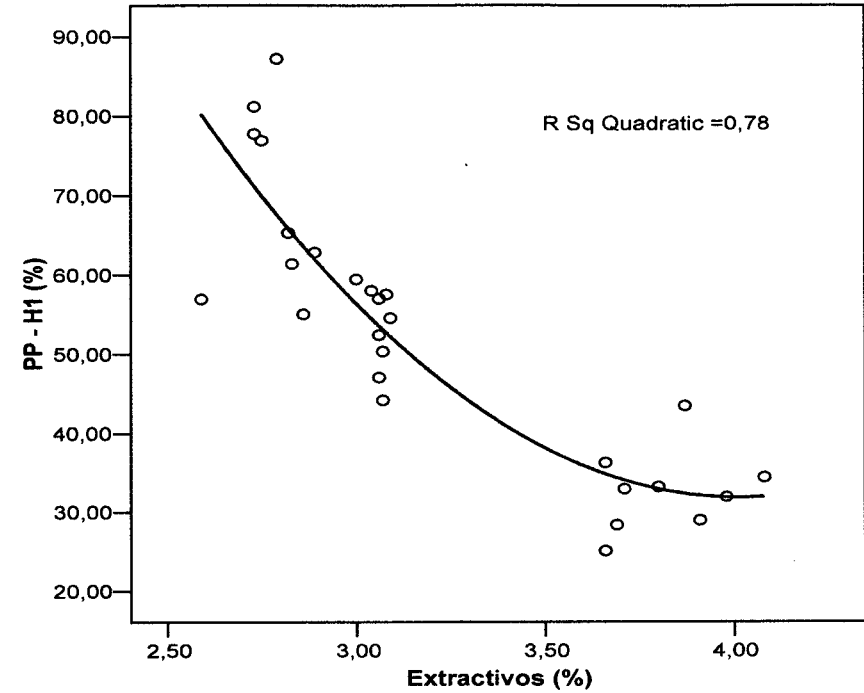


Figura 7. Dispersión de la nube de puntos porcentaje de extractivos Vs porcentaje de pérdida de peso a la acción del hongo *Polyporus versicolor* L. ex Fr.

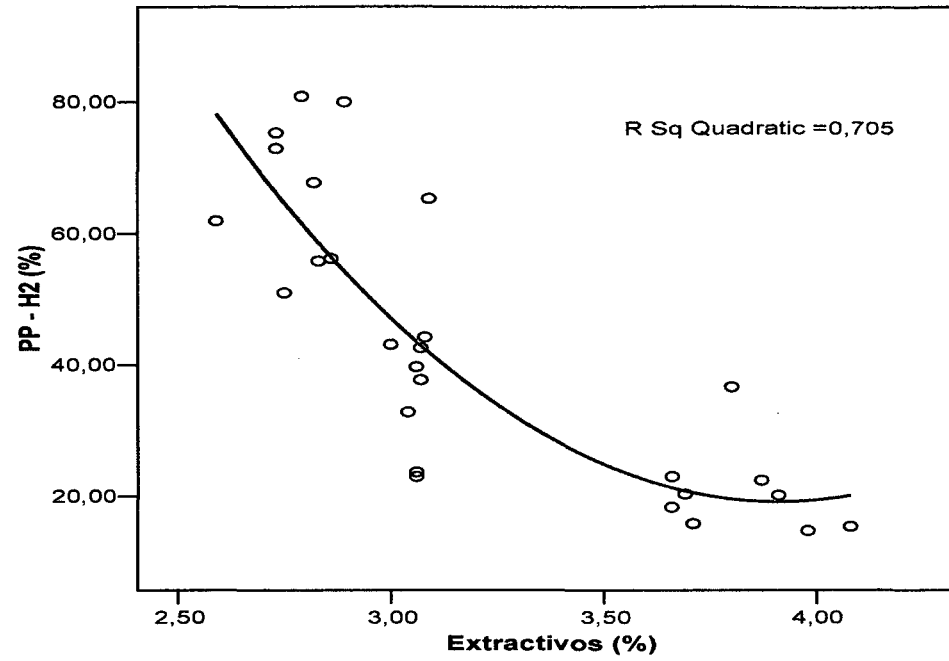


Figura 8. Dispersión de la nube de puntos de porcentaje de extractivos Vs porcentaje de pérdida de peso a la acción del hongo *Heterobasidium annosum* (Fr) Karst.

4.5.4. Comparación de promedios

Al comparar las medias en cuanto a la especie *Miconia barbeyana* Cogniaux atacado por el *Polyporus versicolor* L. Ex Fr y el *Heterobasidium annosum* (Fr) Karst, no se observó significación estadística ya que este valor es menor que el nivel de significación estadístico escogido de 0,05.

A diferencia de la especie *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don, la significación estadística es de 0,528 totalmente mayor que el nivel de significación escogido de 0,05 el cual demuestra que el ataque de los dos hongos xilófagos son iguales (misma susceptibilidad).

En el caso de la especie *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke se determinó un valor muy por debajo del nivel de significación estadística planteado, es decir: que las medias de pérdida de peso de las maderas son diferentes; interpretándose que el comportamiento de las maderas a la resistencia a la pudrición por el ataque de los dos hongos xilófagos es diferente.

Cuadro 13. Prueba de comparación de medias de muestras relacionadas

Prueba de muestras relacionadas

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 %PP-Paliperro - H1 %PP-Paliperro - H2	6.56127	12.59775	3.25272	9.58487	23.53767	5.092	14	.000
Par 2 %PP-Huamansama - H1 - %PP-Huamansama - H1	2.75920	16.50749	4.26222	-6.38234	1.90074	.647	14	.528
Par 3 %PP-Pashaco - H1 %PP-Pashaco - H2	1.83527	7.58726	1.95902	7.63358	6.03695	6.041	14	.000

4.5.5. Análisis de variancia

El Cuadro 14, indica el análisis de variancia del porcentaje de pérdida de peso promedio por árbol de las especies utilizadas en el ensayo, bajo la acción de dos hongos xilófagos. Para el análisis de la inferencia de la acción de los hongos xilófagos y el carácter de susceptibilidad de las maderas de las especies *Miconia barbeyana* Cogniaux, *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don y *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke a la pudrición, se usó un nivel de significación de 0,05 de probabilidad.

Cuadro 14. Resultados de análisis de variancia para diseño de bloque completo al azar.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F. C	Sig.
Hongo Xilófago	19833,86	2,00	9916,931204	51,14	*
Especies	77,12	2,00	38,55960116	0,20	*
Repeticiones	2426,73	9,00	269,6371007	1,39	NS
Error	14738,52	76,00	193,9279325		
Total	37076,24	89,00			

Donde: NS = No significativo/ * = significativo a un nivel de 5% de probabilidad

Asimismo indicamos que existe una significación estadística en cuanto a la acción de los hongos *Polyporus versicolor* L. Ex Fr y *Heterobasidium annosum* (Fr) Karst; es decir, que el efecto que causan en la degradación de las maderas estudiadas, es diferente. Por otro lado se obtuvo una significación estadística en cuanto a la resistencia a la pudrición de las maderas estudiadas, entendiéndose de que la resistencia a la durabilidad natural de las maderas en estudio difiere según la especie.

V. CONCLUSIONES

1. Al evaluar la durabilidad natural de las especies forestales *Miconia barbeyana* Cogniaux, *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don y *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke, a la acción de los hongos xilófagos *Polyporus versicolor* L. Ex Fr y *Heterobasidium annosum* (Fr) Karst, se determinó que la especie de mayor resistencia es el *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke con una pérdida de peso de 22,0% a la acción del hongo *Heterobasidium annosum* (Fr) Karst y 33,8 % a la acción del hongo *Polyporus versicolor* L. Ex Fr; asimismo se determinó que la especie con menor resistencia natural es la *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don con una pérdida de peso promedio de 62,70% a la acción del hongo *Heterobasidium annosum* (Fr) Karst y 65,50% al ataque del hongo *Polyporus versicolor* L. Ex Fr. Encontrándose una diferencia significativa entre las especies de hongos, siendo *Polyporus versicolor* L. Ex Fr el hongo con mayor agresividad a las especies estudiadas.
2. En cuanto a la clasificación de durabilidad natural se encontraron en un rango de no resistente (D) las especies *Miconia barbeyana* y *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don, y moderadamente resistente la especie *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke.
3. Sé determinó el porcentaje de extractivos de las especies forestales *Miconia barbeyana* Cogniaux, *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don y *Schizolobium*

amazonicum (Huber) Ducke con valores obtenidos de 3,06, 2,78 y 3,82 %, respectivamente; esta influye en forma indirecta a la pérdida de peso con una de correlación significativa a un nivel de significación de 0,01 de probabilidad. De igual manera la densidad básica promedio de las especies, fue de 0,44, 0,32 y 0,53 g/cm³, respectivamente; notándose que la densidad básica influye indirectamente en la pudrición de las maderas en el porcentaje de pérdida de peso de las especies, resultando una correlación significativa a un nivel de 0,01.

VI. RECOMENDACIONES

1. Para realizar los ensayos de durabilidad natural de la madera, es necesario, que la Facultad de Recursos Naturales Renovables cuente con un laboratorio especializado.
2. De acuerdo a los resultados obtenidos de durabilidad de las maderas en estudio, se recomienda que sean preservadas para aumentar artificialmente su durabilidad natural para ser utilizadas en la industria.
3. Continuar con estos tipos de estudios, con un mayor número de especies forestales y a diferentes niveles, de tal manera que se obtenga información detallada para la clasificación por resistencia natural de las maderas del Perú.

ABSTRACT

The present work of investigation was made in the laboratories of fitoquímica, microbiology and nutrition of the Agrarian National University of de Forest; using wood of the forest species *Miconia Barbeyana Cogniaux*, *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don and *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke extracted of the Reserved Forest of the Agrarian National University of the Forest (BRUNAS). Besides to use two pure stocks of xilofagos fungithe *Polyporus versicolor* L. ex Fr., that produces the degradation of the lignina (white pudricion) and the *Heterobasium annosum* (Fr.) Karst which produces degrading the cellulose (brown pudricion). For the interpretation of the results Norm ASTM D2017-71 was had like reference: Standard Method of Accelerated laboratory Test of Natural decay Resistance of Woods.

The results obtained as far as natural durability of the wood of *Miconia barbeyana Cogniaux* have a classification of non resistant wood to the attack of the fungus *Polyporus versicolor* L. ex Fr and moderately resistant to the action of the fungus *Heterobasium annosum* (Fr) karst. As far as the species *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don determined as non-resistant wood to the attack of the fungi in mention and the species *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke moderately classifies as resistant and to the attack of the fungus *Polyporus versicolor* L. ex fr resistant and to the *Heterobasium annosum* (Fr.) Karst.

Also the content of percentage of extractive was determined in the forest species *barbeyana* Miconia Cogniaux, *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don and *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke With values averages of 3,06, 2,78 and 3,82%, respectively; which influences in indirect form in the loss of weight with a significant correlation at a level of meaning of 0,01 of probability. Of equal way the basic density average of the species, was of 0,44; 0,32 and 0,53 (g/cm^3), respectively; noticing that the basic density influences indirectly in the pudricion of wood in lost of weight (%) of the species, being a significant correlation at a level from 0,01

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAYA, F. 2003. Taxonomía vegetal gymnosperma y angiosperma de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 349 p.
- AROSTEGUI, A. 1974. Estudios tecnológicos de maderas del Perú. Características y uso de las maderas de 145 especies del país. Documento de trabajo. Lima, Perú. 57p.
- ASTM D 2017-71. 1990. Accelerated laboratory test of natural decay resistance of woods Book of Standards, American National Standard 11p.
- ASTM D 2017-71. 1978. Accelerated laboratory test of natural decay resistance of woods. Book of Standard, American National Standard. 11p.
- BRAVO, M. 1999. Notas de clasificación de las maderas peruanas según sus densidades. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú. 8 p.
- CALZADA, J. 1982. Métodos estadísticos para la investigación, 1 ra. ed. 620 p.
- CARTWRIGHT y FINDLAY, W. 1958. Decay of timber and its preservation Forest Products Research Laboratory. 301p.
- DETIENNE, P. 1983. Atlas de identification des bois de l amazonic et des regions voisines centre Technique Forestier Tropical. Nogent Sur Mam. Francia. 349 p.

- DURAND, R. 1980. Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización. Editorial hemisferio sur. Montevideo, Uruguay. 690 p.
- EATON, R y HALE M. 1993. Wood: decay, pests and protection. London 546 p.
- ESCUZA, H. P. A. 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. 126 p.
- FINDLAY, W. 1967. Timber pest and Diseases Pergamon Press. London. England. 280 p.
- GASCON, 2002. Manual de campo de especies forestales de bosques ribereños en la microcuenca Wra. San Alberto. Oxapampa, Perú. 117 p.
- GONZALES, R. 2001. Patología Forestal. Notas de clases. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina. 82 p.
- GONZALES, F. 1992. Manual de inspección para durmientes de madera nacional preservados 99 p.
- GONZALES, F. 1981. Preservación y secado de la madera UNALM, 71 p.
- GONZALES, F. R. 1979. Pudrición de la madera de diez especies forestales por acción de cinco hongos xilófagos. Tesis para optar el grado de Magíster en la especialidad de Fitopatología. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. 108 p.
- GONZALES, R- 1970. Durabilidad natural de 53 especies forestales de Yurimaguas. Revista Forestal del Perú Vol IV. Nº 1-2. 74p.

- HUNT G. y GARRAT, G. 1952. Preservación de la madera salvat editores, S.A. Barcelona, Madrid. 486 p.
- INDECOPI. 1996. Valor toxico y permanencia de preservadores de la madera en condiciones de laboratorio. Norma ITINTEC 251.017, re-editada en 1996. 11 p.
- JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA .1988. Manual del Grupo Andino para la preservación de maderas. Bogota, Colombia. 405 p.
- KING, B. HENDERSON W. 1980. A bacterial contribution to wood nitrogen. Int. Biodet. Bull. 84 p.
- KOLLMAN, F. y COTE, W. 1994. Principles of wood science and technology; solid wood – wood based materials. Berlin. Vol. I – II. 675 p.
- KUHAD, R. C, SINGHET AL. 1997. Biotechnology in the Pulp and paper industry, microorganisms and their enzymes involved in the degradation of plant fibber cell walls. 125 p.
- MOSTACERO LEON J. MEJIA C. F. y GAMARRA T. 2002. Taxonomía de las fanerógamas útiles del Perú Vol.1. Edit. Nomás Legales S.A.C. 667p.
- MORRIS, P. DICKINSON, D. & CALVER, B. 1992. Biological control of internal decay in scots pine poles: a seven year experiment, International Research Group on Wood preservation. Documento N° IRG/WP/1529-92, 30 p.
- NICHOLAS, D. 1973. Wood deterioration and its preservation by preservative treatments. Tomo I. Syracuse University Press. New York. 185 p.

- PROMPEX. 2000. Maderas del Perú. Catalogo de especies forestales. Proyecto "Promoción de nuevas especies forestales del Perú en el Comercio Exterior". Lima, Perú. 80 p.
- REYNEL CARLOS, R. 2003. Árboles útiles de la Amazonia peruana. Vol. I. Ed. Tarea grafica educativa. 24 p.
- RODRIGUEZ, B. 1976. Tratamiento y conservación de la Madera .Instituto de Ingenieros Civiles de España, Madrid. 153 p.
- TRUJILLO, F. 1992. Índice de resistencia de la madera de cinco especies forestales a la acción de dos hongos xilófagos. Tesis para optar el grado de Magíster Scientiae, Esc. Post – Grado, especialidad de Industrias Forestales. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 110 p.
- VASQUEZ, J. 2006. Evaluación de Durabilidad Natural de la especie Miconia Barneyana Cogniaux a la acción del hongo Ganoderma applanatum a la acción del hongo Ganoderma applanatum. Tesis Ing Recursos Naturales Renovables Tingo María. Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 70 p.

ANEXOS

ANEXO 1. Constancias de determinación Botánica



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
Especialidad de Ciencias Forestales
Área de Manejo Forestal



CONSTANCIA DE DETERMINACION BOTANICA

A solicitud de la señorita: Laura Cecilia García Brancacho se proporciona la identidad de los espécimen indicados los cuales se hallan en el Bosque Reservado.

ZONA DE COLECCIÓN : Bosque Reservado de la
 Universidad Nacional Agraria de la
 Selva Tingo Maria, 660 m.s.n.m.

▪ Nombre Común : **Pashaco**

Nombre Científico: *Schizolobium amozonicum* (Huber)
 Ducke

Familia : CAESALPINACEAE

▪ Nombre Común : **Huamansamana**

Nombre Científico: *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don.

Familia : BIGNONIACEAE

Determinador



WARREN RIOS GARCIA
DOCENTE FRNR-UNAS

Tingo María 16 de abril del 2007



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA



FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES, TEF: 349-3647 ANEXO 203, Fax: 3492041, e-mail:
fcoforestal@lamolina.edu.pe APDO.456 - LA MOLINA LIMA PERU

CONSTANCIA DE DETERMINACIÓN BOTÁNICA

A solicitud de la señora Milena Chuquillanqui Villanueva se proporciona la identidad de los especímenes indicados, los cuales se hallan depositados en el Herbario Forestal (MOL), con la sigla consignada.

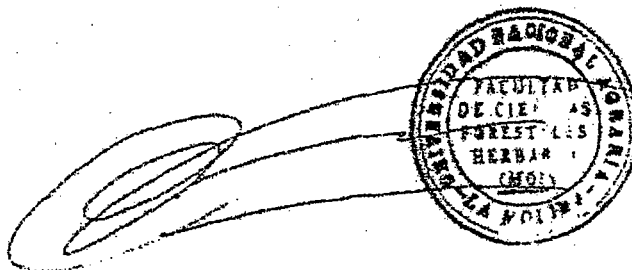
ZONA DE COLECCIÓN : Bosque Reservado de la Universidad Agraria de la Selva
 Tingo María, 640 msnm

Nombre común : "Paliperro"

El Nombre Científico de las 3 muestras botánicas recibidas:

Miconia barbeyana Cogniaux

FAMILIA: Melastomataceae



Determinador :

Carlos Reynel Rodríguez Ph. D.
 Profesor Principal Dpto. Manejo Forestal
 Director del Herbario Forestal UNALM (MOL)

La Molina, 19 de Octubre 2005

* ROGAMOS A LOS USUARIOS DE LOS SERVICIOS DEL HERBARIO FORESTAL (MOL) TENER ESPECIAL CUIDADO EN TRANSCRIBIR CORRECTAMENTE LOS NOMBRES PROPORCIONADOS

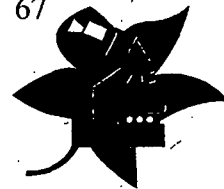


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Clínica de Diagnóstico de Fitopatología y Nematología

Av. La Universidad s/n - La Molina Apdo. 056 L-12
Telefax: 349-6631 - e-mail: clinica@lamolina.edu.pe

67



La Molina, 07 de Febrero de 2007
FI-AF-021-2007 TMG 019
JFT-021

Sr. Ing.
Jorge Vergara
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo Maria
Presente.-

De nuestra consideración:

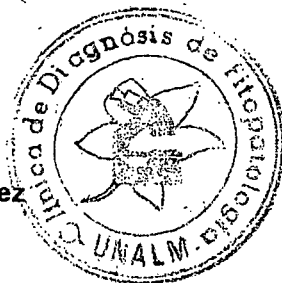
Las cepas de dos hongos basidiomicetos proporcionados el año pasado con fines de investigación corresponden a las especies:

- *Polyporus versicolor*
- *Heterobasidium annosum*

Nos despedimos de ustedes recordándoles que la Clínica de Diagnóstico está a su disposición para cualquier consulta.

Atentamente,


Mg. Sc. Tomás Melgarejo Gutiérrez
COORDINADOR
CLINICA DE DIAGNOSIS



TMG/hmg
c.c. Archivo

ANEXO 2. Fotografías

Figura 9. Tumba del árbol



Figura 10. Obtención de trozas



Figura 11. Obtención de probetas de madera

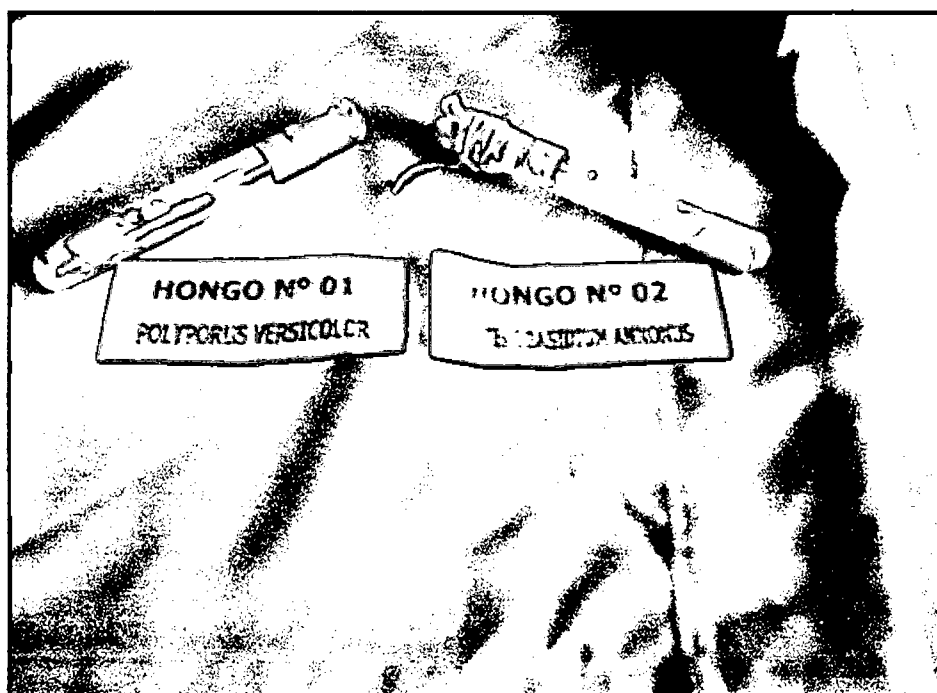


Figura 12. Sepas pura de los Hongos *Polyporus versicolor* L. Ex Fr y *Heterobasidium annosum* (Fr) Karst

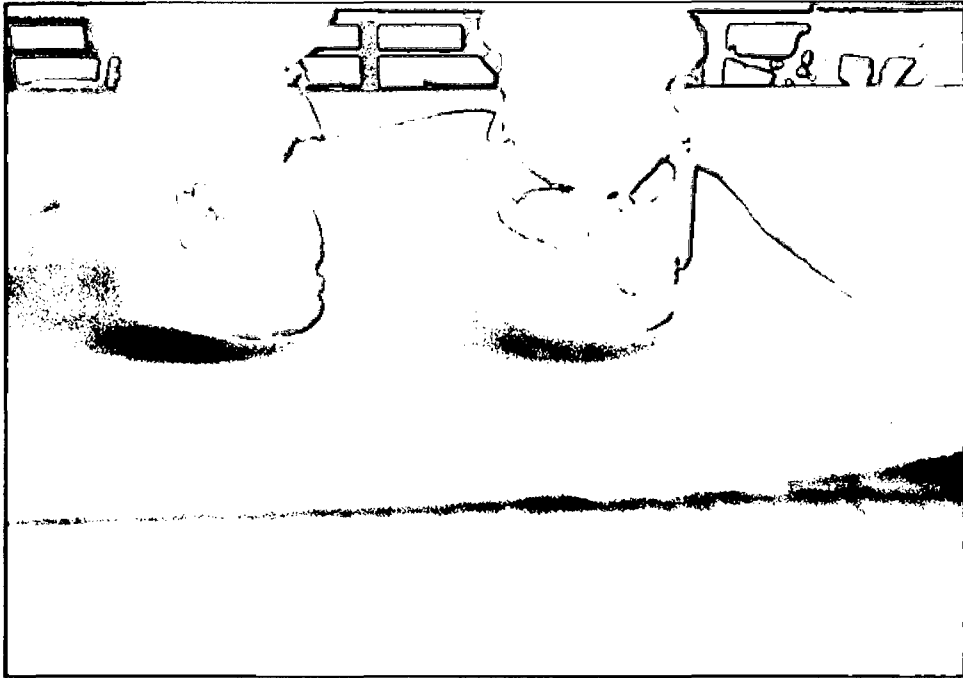


Figura 13. Cámara de pudrición durante cuatro meses



Figura 14. Retiro de probetas de madera de la cámara de pudrición

ANEXO 3. Datos de laboratorio

Cuadro 15. Contenido de humedad de la especie *Miconia barbeyana Cogniaux*.

N°	Paliperro 1				Paliperro 2				Paliperro 3					
	Probetas	Peso H°	PSH	%CH	Probetas	Peso H°	PSH	%CH	Probetas	Peso H°	PSH	%CH		
1	PAL11	5,70	4,87	17,043	PAL21	4,16	3,57	16,527	PAL31	3,96	3,46	14,451		
2	PAL12	6,23	5,44	14,522	PAL22	4,73	4,12	14,806	PAL32	4,16	3,65	13,973		
3	PAL13	5,60	4,75	17,895	PAL23	5,20	4,48	16,071	PAL33	4,55	3,98	14,322		
4	PAL14	4,83	3,97	21,662	PAL24	5,70	4,46	27,803	PAL34	3,70	3,24	14,198		
5	PAL15	5,61	4,73	18,605	PAL25	4,30	3,74	14,973	PAL35	4,26	3,72	14,516		
6	PAL16	6,20	5,31	16,761	PAL26	4,96	4,34	14,286	PAL36	3,93	3,39	15,929		
7	PAL17	5,25	4,44	18,243	PAL27	4,45	3,75	18,667	PAL37	4,15	3,64	14,011		
8	PAL18	6,00	5,14	16,732	PAL28	5,40	4,68	15,385	PAL38	3,90	3,39	15,044		
9	PAL19	5,60	4,71	18,896	PAL29	4,30	3,62	18,785	PAL39	4,00	3,43	16,618		
10	PAL110	6,15	5,29	16,257	PAL210	4,70	4,00	17,500	PAL310	4,40	3,88	13,402		
Promedio				17,662					17,480					14,646

Cuadro 16. Contenido de humedad de la especie *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don

N°	Huamansamana 1				Huamansamana 2				Huamansamana 3			
	Probetas	Peso H°	PSH	%CH	Probetas	Peso H°	PSH	%CH	Probetas	Peso H°	PSH	%CH
1	HUA11	4,14	3,67	12,807	HUA21	3,82	3,34	14,371	HUA31	4,20	3,67	14,441
2	HUA12	4,62	3,99	15,789	HUA22	3,53	3,06	15,359	HUA32	3,40	2,74	24,088
3	HUA13	4,01	3,52	13,920	HUA23	3,20	2,87	11,498	HUA33	3,56	3,10	14,839
4	HUA14	3,70	3,20	15,625	HUA24	3,44	2,97	15,825	HUA34	3,83	3,26	17,485
5	HUA15	3,45	2,98	15,772	HUA25	3,83	3,32	15,361	HUA35	3,79	3,10	22,258
6	HUA16	3,60	3,10	16,129	HUA26	3,91	3,39	15,339	HUA36	4,30	3,72	15,591
7	HUA17	3,70	3,20	15,625	HUA27	3,45	2,98	15,772	HUA37	3,46	2,80	23,571
8	HUA18	4,00	3,48	14,943	HUA28	3,90	3,36	16,071	HUA38	3,67	3,08	19,156
9	HUA19	3,80	3,25	16,923	HUA29	3,86	3,31	16,616	HUA39	4,25	3,61	17,729
10	HUA110	3,40	2,94	15,646	HUA210	3,40	2,86	18,881	HUA310	4,20	3,62	16,022
Promedio				15,318	15,510				18,518			

Cuadro 17. Contenido de humedad de la especie *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke.

N°	Pashaco 1				Pashaco 2				Pashaco 3					
	Probetas	Peso H°	PSH	% CH	Probetas	Peso H°	PSH	% CH	Probetas	Peso H°	PSH	% CH		
1	PAS11	7,60	6,64	14,458	PAS21	7,90	6,84	15,497	PAS31	6,78	5,85	15,897		
2	PAS12	6,82	5,91	15,398	PAS22	7,47	6,49	15,100	PAS32	6,66	5,77	15,425		
3	PAS13	7,56	6,67	13,343	PAS23	7,10	6,15	15,447	PAS33	6,66	5,76	15,625		
4	PAS14	6,70	5,74	16,725	PAS24	7,30	6,29	16,057	PAS34	6,90	6,01	14,809		
5	PAS15	6,73	5,77	16,638	PAS25	6,75	5,82	15,979	PAS35	7,26	6,30	15,238		
6	PAS16	6,27	5,38	16,543	PAS26	8,00	6,94	15,274	PAS36	7,07	6,12	15,523		
7	PAS17	7,20	6,24	15,385	PAS27	7,30	6,34	15,142	PAS37	7,00	6,04	15,894		
8	PAS18	6,50	5,62	15,658	PAS28	6,86	5,96	15,101	PAS38	7,20	6,22	15,756		
9	PAS19	7,45	6,58	13,222	PAS29	6,73	5,82	15,636	PAS39	6,86	5,89	16,469		
10	PAS110	6,71	5,82	15,292	PAS210	7,50	6,51	15,207	PAS310	6,70	5,73	16,928		
Promedio				15,266					15,444					15,756

Cuadro 18. Densidad básica (g/cm³) de la especie de *Miconia barbeyana Cogniaux*.

		Paliperro 1				Paliperro 2				Paliperro 3					
N°	Probetas	Peso	Vol.	Peso	DB	Probetas	Peso	Vol.	Peso	DB	Probetas	Peso	Vol.	Peso	DB
		H°	H°	seco			H°	H°	seco			H°	H°	seco	
1	PAL11	76,02	100,50	43,00	0,43	PAL21	86,91	99,90	43,84	0,44	PAL31	91,01	100,70	46,45	0,46
2	PAL12	84,29	100,90	35,25	0,35	PAL22	84,41	98,20	40,45	0,41	PAL32	85,71	98,70	42,97	0,44
3	PAL13	82,35	100,70	43,00	0,43	PAL23	80,59	98,50	45,03	0,46	PAL33	86,47	98,00	49,87	0,51
4	PAL14	78,01	99,20	42,71	0,43	PAL24	89,15	99,80	48,11	0,48	PAL34	79,62	98,40	41,48	0,42
5	PAL15	89,82	95,20	42,18	0,44	PAL25	78,81	98,00	44,13	0,45	PAL35	86,02	97,90	51,20	0,52
6	PAL16	100,86	101,20	52,78	0,52	PAL26	87,31	98,00	39,51	0,40	PAL36	92,91	98,40	42,51	0,43
7	PAL17	92,11	105,41	45,93	0,44	PAL27	84,78	97,90	39,68	0,41	PAL37	84,65	98,60	44,18	0,45
8	PAL18	76,24	98,40	42,60	0,43	PAL28	83,39	98,90	42,90	0,43	PAL38	91,73	97,50	40,90	0,42
9	PAL19	92,11	98,30	49,20	0,50	PAL29	83,29	99,80	43,77	0,44	PAL39	91,99	99,50	41,52	0,42
10	PAL110	88,43	95,40	41,14	0,43	PAL210	87,63	97,60	39,64	0,41	PAL310	87,78	98,90	44,26	0,45
Promedio		0,440				0,433				0,451					

Cuadro 19. Densidad básica (g/cm³) de la especie *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don

		Huamansamana 1				Huamansamana 2				Huamansamana 3					
N°	Probetas	Peso	Vol.	Peso	DB	Peso	Vol.	Peso	DB	Probetas	Peso	Vol.	Peso	DB	
		H°	H°	seco		H°	H°	seco		H°	H°	seco			
1	HUA11	112,49	104,00	28,68	0,28	HUA21	114,31	106,20	32,50	0,28	HUA31	104,80	99,80	31,82	0,32
2	HUA12	111,41	103,40	29,00	0,28	HUA22	112,76	104,20	28,93	0,26	HUA32	102,62	94,50	38,87	0,41
3	HUA13	97,32	94,10	29,02	0,31	HUA23	104,84	97,20	28,79	0,27	HUA33	110,26	101,90	42,24	0,41
4	HUA14	113,75	104,40	28,88	0,28	HUA24	80,73	95,40	27,62	0,34	HUA34	96,45	100,50	31,91	0,32
5	HUA15	99,95	96,10	36,34	0,38	HUA25	103,79	104,40	29,44	0,28	HUA35	98,15	94,90	41,02	0,43
6	HUA16	104,59	90,10	35,86	0,40	HUA26	105,79	97,50	27,64	0,26	HUA36	102,35	100,10	32,69	0,33
7	HUA17	109,03	103,40	30,30	0,29	HUA27	102,30	94,80	37,14	0,36	HUA37	104,37	99,20	29,34	0,30
8	HUA18	102,71	104,10	28,23	0,27	HUA28	103,97	100,40	32,78	0,32	HUA38	108,88	100,20	32,48	0,32
9	HUA19	103,91	98,80	29,45	0,30	HUA29	103,99	98,50	30,10	0,29	HUA39	99,28	100,20	33,99	0,34
10	HUA110	110,30	101,80	28,90	0,28	HUA210	103,86	98,00	27,36	0,26	HUA310	102,84	97,90	36,04	0,37
Promedio		0,306				0,293				0,355					

Cuadro 20. Densidad básica (g/cm³) de la especie *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke.

N°	Probetas	Pashaco 1				Pashaco 2				Pashaco 3					
		Peso H°	Vol. H°	Peso seco	DB	Probetas	Peso H°	Vol. H°	Peso seco	DB	Probetas	Peso H°	Vol. H°	Peso seco	DB
1	PAS11	108,84	95,10	55,16	0,58	PAS21	101,75	96,50	50,03	0,52	PAS31	110,97	96,40	53,48	0,55
2	PAS12	112,44	96,90	51,80	0,53	PAS22	108,81	96,50	49,72	0,52	PAS32	102,17	97,10	51,14	0,53
3	PAS13	108,69	96,40	51,87	0,54	PAS23	103,13	96,20	50,09	0,52	PAS33	105,00	98,90	51,78	0,52
4	PAS14	108,36	96,40	50,10	0,52	PAS24	107,28	96,90	50,66	0,52	PAS34	101,77	96,00	49,74	0,52
5	PAS15	107,53	96,50	52,07	0,54	PAS25	108,44	98,10	49,49	0,50	PAS35	107,09	97,90	50,11	0,51
6	PAS16	104,75	96,40	51,68	0,54	PAS26	111,43	96,30	50,81	0,53	PAS36	105,18	96,00	51,57	0,54
7	PAS17	106,87	97,40	52,55	0,54	PAS27	101,87	96,10	51,27	0,53	PAS37	101,39	96,40	49,73	0,52
8	PAS18	99,74	96,40	50,39	0,52	PAS28	97,65	95,90	50,55	0,53	PAS38	109,73	97,60	53,04	0,54
9	PAS19	109,92	96,50	54,49	0,56	PAS29	108,70	96,50	51,10	0,53	PAS39	104,65	98,00	50,90	0,52
10	PAS110	100,95	96,50	50,85	0,53	PAS210	97,73	95,10	50,22	0,53	PAS310	109,60	99,70	57,31	0,57
Promedio		0,540				0,523				0,533					

Cuadro 21. Contenido de porcentaje de extractivos de las especies de *Miconia barbeyana Cogniaux*, *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don y *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke.

Especie	Muestra	Peso Kg	peso	%	Promedio
		Muestra	muestra final	Extractivos	Extractivos
Paliperro	PAL11	1,0005	0,843	3,075	3,06
	PAL12	1,0008	0,844	3,044	
	PAL13	1,0006	0,844	3,056	
	PAL21	1,0007	0,856	3,062	3,04
	PAL22	1,0008	0,857	2,998	
	PAL23	1,0006	0,856	3,072	
	PAL31	1,0005	0,857	3,059	3,07
	PAL32	1,0004	0,857	3,087	
	PAL33	1,0005	0,857	3,076	
Huamansamana	HUA11	1,0007	0,825	2,889	2,86
	HUA12	1,0006	0,826	2,831	
	HUA13	1,0003	0,825	2,861	
	HUA21	1,0005	0,756	2,747	2,77
	HUA22	1,0008	0,756	2,734	
	HUA23	1,0006	0,755	2,817	
	HUA31	1,0006	0,779	2,794	2,71
	HUA32	1,0004	0,780	2,733	
	HUA33	1,0004	0,781	2,594	
Pashaco	PAS11	1,0006	0,803	4,078	3,98
	PAS12	1,0001	0,805	3,874	
	PAS13	1,0004	0,804	3,980	
	PAS21	1,0006	0,752	3,908	3,79
	PAS22	1,0004	0,755	3,664	
	PAS23	1,0002	0,753	3,804	
	PAS31	1,0005	0,818	3,656	3,69
	PAS32	1,0008	0,818	3,711	
	PAS33	1,0005	0,818	3,690	

Cuadro 22. Porcentaje de pérdida de peso de la especie *Miconia barbeyana* a la acción del hongo *Polyporus versicolor* L. ex Fr y *Heterobasidium annosum* (Fr.) Karst

N°	Hongo Xilófago	Paliperro 1				Paliperro 1				Paliperro 1			
		PSI (g)	PSF (g)	PP (%)	Clasificación	PSI (g)	PSF (g)	PP (%)	Clasificación	PSI (g)	PSF (g)	PP (%)	Clasificación
1		7,07	5,50	22,21	B	6,63	3,70	44,19	C	6,56	5,20	20,73	B
2		6,55	5,10	22,14	B	6,80	3,60	47,06	D	7,03	5,80	17,50	B
3		6,86	5,60	18,37	B	6,47	2,94	54,56	D	6,63	5,40	18,55	B
4	<i>Polyporus</i>	7,23	4,90	32,23	C	6,36	2,70	57,55	D	7,28	5,60	23,08	B
5	<i>versicolor</i> H1	6,56	4,40	32,93	C	6,57	3,10	52,82	D	6,65	5,70	14,29	B
6		7,23	4,50	37,76	C	6,59	2,90	55,99	D	6,82	5,20	23,75	B
7		6,85	4,60	32,85	C	7,02	1,50	78,63	D	7,27	5,10	29,85	C
8		6,59	4,40	33,23	C	6,35	2,20	65,35	D	6,89	4,20	39,04	C
9	<i>Heterobasidium</i>	6,70	2,40	64,18	C	6,39	2,40	62,44	D	6,49	4,10	36,83	C
10	<i>annosum</i> H2	6,86	3,90	43,15	C	6,56	1,70	74,09	D	7,40	5,60	24,32	B
Promedio				33,903				59,268				24,794	
Desviación estandar				13,076				11,033				8,143	
Coef. de													
Variabilidad				38,570				18,615				32,841	

Cuadro 23. Porcentaje de pérdida de peso de la especie *Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don a la acción del hongo *Polyporus versicolor* L. ex Fr y *Heterobasidium annosum* (Fr.) Karst

N°	Hongo Xilófago	Huamansamana 1				Huamansamana 2				Huamansamana 3			
		PSI (g)	PSF (g)	PP (%)	Clasificación	PSI (g)	PSF (g)	PP (%)	Clasificación	PSI (g)	PSF (g)	PP (%)	Clasificación
1		3,59	1,90	47,08	D	4,77	1,10	76,94	D	3,95	1,70	56,96	D
2		3,37	1,30	61,42	D	3,14	1,50	52,23	D	3,72	0,70	81,18	D
3		3,50	1,30	62,86	D	3,46	1,20	65,32	D	4,05	0,90	77,78	D
4	<i>Polyporus</i>	3,11	1,20	61,41	D	3,12	0,40	87,18	D	3,61	1,10	69,53	D
5	<i>versicolor</i> H1	3,56	1,60	55,06	D	3,06	1,60	47,71	D	3,79	0,74	80,47	D
6		3,57	1,10	69,19	D	3,45	1,50	56,52	D	3,70	1,00	72,97	D
7		3,51	1,40	60,11	D	4,50	0,90	80,00	D	3,91	1,26	67,77	D
8		3,00	1,10	63,33	D	3,40	1,50	55,88	D	3,66	0,70	80,87	D
9	<i>Heterobasidium</i>	3,12	1,70	45,51	D	3,20	1,40	56,25	D	3,65	0,90	75,34	D
10	<i>annosum</i> H2	3,59	2,00	44,29	C	3,37	1,65	51,04	D	3,94	1,50	61,93	D
Promedio				57,03				62,91				72,48	
Desviación estándar				8,61				13,76				8,36	
Coef. De Variabilidad				15,10				21,87				11,54	

Cuadro 24. Porcentaje de pérdida de peso de la especie *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke a la acción del hongo *Polyporus versicolor* L. ex Fr y *Heterobasidium annosum* (Fr.) Karst

N°	Hongo Xilófago	Pashaco 1				Pashaco 2				Pashaco 3			
		PSI (g)	PSF (g)	PP (%)	Clasificación	PSI (g)	PSF (g)	PP (%)	Clasificación	PSI (g)	PSF (g)	PP (%)	Clasificación
1		4,34	2,50	42,40	C	5,31	3,30	37,85	C	3,61	2,30	36,29	C
2		4,24	2,35	44,58	C	5,40	3,54	34,44	C	3,52	3,00	14,77	B
3		6,72	5,00	25,60	C	6,19	3,50	43,46	C	3,07	2,50	18,57	B
4	<i>Polyporus</i>	4,46	3,40	23,77	B	6,17	4,20	31,93	C	3,58	2,40	32,96	C
5	<i>versicolor</i> H1	3,64	2,80	23,08	B	5,91	4,20	28,93	C	3,21	2,30	28,35	C
6		4,21	2,99	28,98	C	6,38	5,40	15,36	B	3,79	2,40	36,68	C
7		4,62	3,16	31,60	C	5,80	4,50	22,41	B	3,87	2,80	27,65	C
8		5,87	4,40	25,04	C	5,98	5,10	14,72	B	2,97	2,50	15,82	B
9	<i>Heterobasidium</i>	4,33	3,10	28,41	C	5,76	4,60	20,14	B	3,49	2,60	25,50	C
10	<i>annosum</i> H2	3,98	2,80	29,65	C	5,51	4,50	18,33	B	3,68	3,10	15,76	B
Promedio				30,31				26,76				25,23	
Desviación estándar				7,47				10,01				8,57	
Coef. De Variabilidad				24,65				37,40				33,95	