



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS DE LOS

RECURSOS NATURALES RENOVABLES



**“DURABILIDAD NATURAL EN TRES NIVELES DEL ÁRBOL DE
LA ESPECIE FORESTAL *Miconia barbeyana* Cogniaux
(PALIPERRO) A LA ACCIÓN DEL HONGO *Ganoderma
applanatum.*”**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

JORGE MANUEL VÁSQUEZ PEÑAHERRERA

PROMOCIÓN 2004 - II

**Tingo María - Perú
2006**

K01
V32

2006

193 011 0 1 1300 2159

Vásquez Peñaherrera, J.M

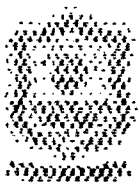
Durabilidad Natural en Tres Niveles del Árbol de la Especie Forestal Miconia Barbeyana Cogniaux (Paliperro) a la Acción del Hongo Ganoderma Applanatum
Tingo María, 2006

53 h.; 13cuadros, 6 fig.; 39.ref.; 30 cm.

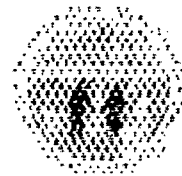
Tesis (Ingeniero Recursista) Universidad Nacional Agraria De la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables.

MICONIA BARBEYANA COGNIAUX / PALIPERRO / DURABILIDAD / HONGOS / TAXONOMIA / REPRODUCCIÓN / TINGO MARÍA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUANUCO /

193 011 0 1 1300 2159



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María - Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

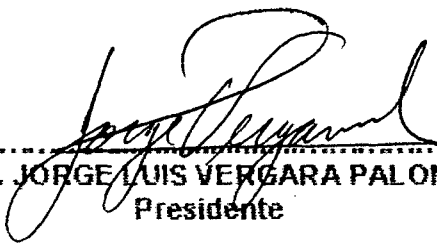
Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 21 de diciembre de 2006, a horas 08:00 p.m. en la Sala de Conferencias de la facultad de Recursos Naturales Renovables, para calificar la tesis titulada:

“DURABILIDAD NATURAL EN TRES NIVELES DEL ARBOL DE LA ESPECIE FORESTAL *Miconia barbeyana* Cogniaux (PALIPERRO) A LA ACCION DEL HONGO *Ganoderma applanatum*”


Presentado por el Bachiller: **JORGE MANUEL VASQUEZ PEÑAHERRERA**, 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”.

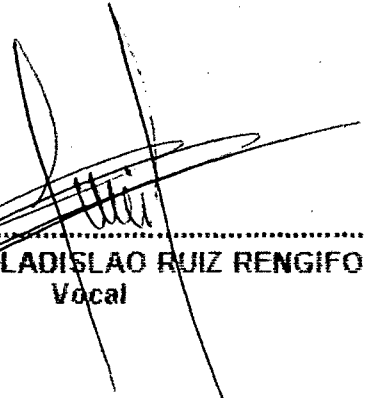
En consecuencia la sustentante queda apta para optar el Título de INGENIERO en RECURSOS NATURALES RENOVABLES, mención FORESTALES, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título correspondiente.

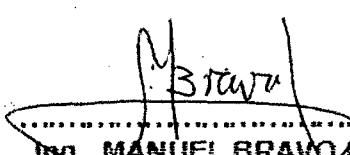
Tingo María, 29 de diciembre de 2006


Ing. JORGE LUIS VERGARA PALOMINO
Presidente




Ing. M.Sc. RICARDO OCHOA CUYA
Vocal


Ing. M.Sc. LADISLAO RUIZ RENGIFO
Vocal


Ing. MANUEL BRAVO MORALES
Asesor

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva "alma mater", a los docentes del departamento académico de ciencias de los Recursos Naturales Renovables, mención en ciencias forestales quienes contribuyeron en mi formación académica.

A la Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Forestales, por la oportunidad de brindarme sus instalaciones del Laboratorio de Secado y Preservado de la madera.

Al Ing. Manuel Bravo Morales por su colaboración como patrocinador.

Al Ing. MSc. Florencio Teodoro Trujillo Cuellar copatrocinador, por su valiosa orientación, apoyo en la ejecución y redacción del presente trabajo de investigación.

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

DEDICATORIA

A mí querida madre Nanci Peñaherrera Rios,
ejemplo de trabajo con amor y eterna gratitud,
quien con su abnegado sacrificio hicieron
posible lograr mí más preciado anhelo.

A mi abuela Teresa Rios Soto, que con
su sacrificio y humildad me llenó de
aliento y constancia para culminar mi
carrera profesional.

A mi abuelo Manuel Peñaherrera Pérez con
todo cariño y gratitud.

A mi tía Sidlia Panduro Rios, quien con
sus sabios consejos me supieron orientar
hacia el camino de la superación.

A mi querida hermana Lissy Mireya, que
con humildad siga el ejemplo de
superación.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Durabilidad natural.....	3
2.1.1. Concepto.....	3
2.1.2. Importancia.....	4
2.1.3. Métodos de determinación.....	5
2.1.4. Razones de la durabilidad natural de la madera.....	6
2.2. Antecedentes generales de los hongos.....	9
2.2.1. Naturaleza de los hongos.....	9
2.2.2. Estructura.....	9
2.2.3. Reproducción.....	10
2.2.4. Clasificación de los hongos según el tipo de pudrición...	11
2.2.5. Pudrición Marrón y pudrición blanca.....	11
2.3. Factores indispensable para el desarrollo del hongo.....	12
2.3.1. Oxígeno.....	13
2.3.2. La humedad.....	13
2.3.3. La temperatura.....	13
2.3.4. pH.....	13
2.3.5. Sustrato.....	14
2.4. Características del hongo <i>Ganoderma applanatum</i>	14
2.5. Descripción taxonómica del paliperro.....	15
2.6. Densidad básica de la madera.....	15
2.7. Extractivos de la madera.....	16
2.8. Normalización.....	17

III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1. Lugar de ejecución.....	19
3.2. Materiales y equipos.....	19
3.2.1. Materiales.....	19
3.2.2. Equipos y herramientas.....	23
3.2.3. Reactivos.....	23
3.3. Metodología.....	23
3.3.1. Preparación de probetas de madera de <i>M. barbeyana</i>	24
3.3.2. Preparación del medio de cultivo.....	25
3.3.3. Preparación de las botellas de cultivo o cámara de pudrición.....	25
3.3.4. Acondicionamiento de las probetas de madera.....	26
3.3.5. Cálculo de la pérdida de peso.....	26
3.3.6. Cálculo de extractivos.....	27
3.3.7. Cálculo de la densidad básica.....	28
3.3.8. Análisis estadístico.....	28
IV. RESULTADOS.....	30
4.1. Pérdida de peso de las probetas de madera.....	30
4.2. Porcentaje de extractivos – Densidad básica.....	33
4.3. Resistencia natural a la pudrición.....	33
V. DISCUSIÓN.....	36
5.1. Pérdida de peso de las probetas de madera.....	36
5.2. Porcentaje de extractivos – Densidad básica.....	41
5.3. Clasificación de la madera en base a su resistencia natural a la pudrición.....	43

VI. CONCLUSIONES.....	45
VII. RECOMENDACIONES.....	46
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
ANEXOS.....	53

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro :	Página
1. Criterios para la interpretación de resultados y clasificación de maderas con respecto a su resistencia natural a la pudrición.....	27
2. Porcentaje de pérdida de peso promedio por árbol de <i>Miconia barbeyana</i> en tres niveles de altura en base a probetas de albura bajo la acción del hongo <i>Ganoderma applanatum</i>	31
3. Porcentaje de pérdida de peso promedio por árbol de <i>Miconia barbeyana</i> en tres niveles de altura obtenidos en base a probetas de duramen bajo la acción del hongo <i>Ganoderma applanatum</i>	32
4. Porcentaje de extractivos y densidad básica de las probetas de madera de duramen de la <i>Miconia barbeyana</i> en tres niveles de altura.....	33
5. Clasificación de la resistencia natural de la albura de <i>Miconia barbeyana</i> en tres niveles de altura a la acción del hongo <i>Ganoderma applanatum</i>	34
6. Clasificación de la resistencia natural del duramen de <i>Miconia barbeyana</i> en tres niveles de altura a la acción del hongo <i>Ganoderma applanatum</i>	35

7. Coeficiente de variabilidad del porcentaje de pérdida de peso promedio (%PP) por árbol de <i>Miconia barbeyana</i> en tres niveles de altura obtenidos en base a probetas de albura bajo la acción del hongo <i>Ganoderma applanatum</i>	38
8. Coeficiente de variabilidad porcentaje de pérdida de peso promedio (%PP) por árbol de <i>Miconia barbeyana</i> en tres niveles de altura obtenidos en base a probetas de duramen bajo la acción del hongo <i>Ganoderma applanatum</i>	38
9. Análisis de variancia del porcentaje de pérdida de peso promedio.....	40
10. Comparación de promedios del porcentaje de pérdida de peso promedio de los niveles de altura del árbol de la especie forestal en estudio.....	40
11. Comparación de promedios del porcentaje de pérdida de peso de albura y duramen de la especie forestal en estudio.....	41
12. Correlación entre el porcentaje de extractivo y el porcentaje de pérdida de peso de la especie forestal en tres niveles de altura.....	42
13. Correlación entre la densidad básica y el porcentaje de pérdida de peso de la especie forestal en tres niveles de altura.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura :	Página
1. Probeta empleada en el ensayo de durabilidad natural.....	20
2. Medio de cultivo Extracto Agar Malta (EMA).....	21
3. Micelios puros del hongo xilófago utilizado en el ensayo de durabilidad.....	22
4. Cámaras de pudrición de vidrio con tapa roscas de metal.....	22
5. Niveles de altura del árbol.....	24
6. Micelios puros dentro de la cámara de pudrición.....	25

RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue realizado en el Laboratorio de preservado y secado de la madera de la Universidad Nacional Agraria La Molina; utilizando madera de tres niveles del árbol (N1: nivel 1, N2: nivel 2 y N3: nivel 3) tanto de albura y duramen de la especie forestal *Miconia barbeyana* Cogniaux, conocido vulgarmente como "paliperro" o "palo gusano", extraídos del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS). 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.

El hongo xilófago empleado para este estudio pertenece a la familia Polyporaceae. Este organismo produce pudrición blanca degradando principalmente la celulosa.

Los resultados obtenidos al evaluar la durabilidad natural de la madera de albura y duramen de la especie forestal en estudio, en base a la acción de un hongo xilófago *Ganoderma applanatum* corresponde a la clasificación general de madera no resistente al ataque de este hongo.

Asimismo se halló una alta correlación inversa entre el porcentaje de extractivo en madera de duramen con los valores porcentuales de pérdida de peso y una alta correlación directa entre la densidad básica de madera de duramen y los valores porcentuales de pérdida de peso.

I. INTRODUCCIÓN

A pesar de la gran diversidad de especies forestales con las que cuenta nuestra amazonía peruana, la industria forestal no puede aprovechar a todas las especies, debido al desconocimiento de la durabilidad natural, o de la mala durabilidad natural de muchas especies.

La durabilidad natural es la capacidad de resistir la influencia de agentes bióticos y abióticos, la importancia de la durabilidad natural reside en que ésta determina el tiempo durante el cual se mantiene vigente las propiedades físico-mecánicas de la madera.

El hongo empleado corresponde al orden Aphyllophorales, clase Basidiomycetes, se desarrolla preferentemente sobre las especies latifoliadas y puede atacar a la albura y duramen de todas las maderas.

El presente trabajo va a permitir clasificar a la madera en base a su durabilidad natural y de esta manera aplicar con criterio los métodos de preservación existentes; asimismo permitirá incrementar el número de especies útiles para la industria maderera, y lograr un aprovechamiento integral del recurso forestal.

Objetivos

- ◆ Determinar la resistencia al ataque del hongo xilófago ***Ganoderma applanatum*** de la Madera de Albura de la especie forestal ***Miconia barbeyana Cogniaux*** en tres niveles de altura del árbol.
- ◆ Determinar la resistencia al ataque del hongo xilófago ***Ganoderma applanatum*** de la Madera de Albura de la especie forestal ***Miconia barbeyana Cogniaux*** en tres niveles de altura del árbol.
- ◆ Determinar la influencia del porcentaje de extractivo en la resistencia a la pudrición de la especie forestal ***Miconia barbeyana Cogniaux***.
- ◆ Determinar la influencia de la densidad básica en la resistencia a la pudrición de la especie forestal ***Miconia barbeyana Cogniaux***.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Durabilidad natural

2.1.1. Concepto

JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA (1988), menciona que; el término de durabilidad se refiere a la capacidad natural de la madera para resistir al ataque de agentes biológicos y no biológicos. No obstante, consideran que dada la preponderante participación de los hongos sobre los otros agentes destructores, la durabilidad es definida como la resistencia de la madera a las pudriciones o acción micótica.

PASHIN y DECECUW (1980), afirma que; la pudrición de la madera significa la pérdida de cohesión y resistencia mecánica por destrucción o alteración de los componentes principales de la pared celular, debido a la actividad de los fermentos segregados por los hongos xilófagos.

GONZALEZ (2001), manifiesta 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 o intempeterismo. 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.

La durabilidad natural de una madera es la resistencia natural que presenta frente al ataque de los distintos agentes degradadores. Los agentes degradadores pueden ser abióticos (atmosféricos, mecánicos o químicos) y bióticos (hongos cromógenos, hongos de pudrición, insectos de ciclo larvario o insectos sociales). La mayor o menor durabilidad de una madera depende del mayor o menor contenido de resinas, taninos, aceites, etc. que impregnan sus tejidos. El duramen contiene más sustancias protectoras que la albura, por lo que es más resistente (CLEMENT, 1990).

2.1.2. Importancia

LA ASOCIACIÓN BRASILEIRA DE PRESERVADORES DE LA MADERA (1970), enfatiza que; los hongos xilófagos son responsables de la degradación de volúmenes de madera en contacto con el suelo y/o expuesta a la intemperie, limitando su comercio nacional e internacional. Por ello es consenso estimar la durabilidad natural de la madera sobre la base de índices de resistencia a la pudrición.

KOLLMAN y COTE (1984), señala que; el conocimiento de la resistencia de la madera a la pudrición ayuda a prevenir importantes pérdidas causadas por la susceptibilidad de la madera al ataque de los hongos xilófagos; por ello es importante la clasificación de la madera por resistencia a la pudrición, para condicionar su utilización y lograr el mejor aprovechamiento del bosque.

2.1.3. 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.

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.

MARTINEZ (1952) y SCHEFFER y DUNCAN (1947), mencionan que; el estudio de la durabilidad natural de la madera en cementerios de estacas, si bien proporcionan datos precisos, requieren años de evaluación y alta inversión. De ahí la importancia de los métodos de laboratorio que en el lapso de tres meses permite obtener índices de resistencia de la madera a la pudrición.

LOAYZA (1979), afirma que; debido al corto periodo de experimentación y a la facilidad de su rápida adopción para probar nuevos

productos al ataque de hongos, los ensayos de laboratorio son ventajosos con relación a las de campo.

LA ASOCIACIÓN BRASILEIRA DE PRESERVADORES DE LA MADERA (1970), sostiene que; los métodos de laboratorio permiten clasificar la madera en rangos de durabilidad relativa, utilizan precisamente hongos xilófagos de especies seleccionadas para este objetivo.

GONZALEZ (1979), indica que; las pruebas aceleradas de durabilidad natural o adquirida de la madera, los hongos xilófagos se encuentran en ventaja para atacar a la madera, puesto que se les otorga humedad relativa adecuada, temperatura óptima, abundante oxígeno y alimento disponible para poder desarrollarse. Por lo que los resultados de las pruebas aceleradas poseen un alto porcentaje de seguridad estadístico. Mientras que las pruebas definitivas de campo, debido a la posibilidad de un mayor error humano y a las variaciones climáticas, pueden generar resultados inexactos.

2.1.4. Razones de la durabilidad natural de la madera

KOLLMAN y COTE (1984), menciona que; la madera está compuesta de 40 a 61% de celulosa; 15 a 30% de hemicelulosa, 17 a 35% lignina y 1 a 20% de sustancias extractivas, correspondiendo a cenizas o residuos finales de 0.2 a 5.8%. Estos materiales son la fuente de carbohidratos de la madera sirven de alimento a los hongos causantes de la pudrición.

JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA (1988), considera que; los extractivos que algunas maderas contienen, los polifenoles son de mayor

importancia, tales como los ácidos shiquímico, cinámico y cafeíco, que alcanzan esas maderas, indicando a su vez, que existen más de 20 compuestos que resultan muy tóxicos para los elementos biológicos que afectan a la madera.

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. ESCUZA (1987), señala que; la densidad de la madera no es un factor de determinación de la resistencia de la madera a la pudrición, y que cuando se da esta relación es por que la densidad esta relacionada directamente con el porcentaje de extractivos. Además varios investigadores han estudiado la forma en que varía esta característica a lo largo del árbol; llegando a la conclusión de que aumenta desde la base hacia la copa (DURAN y TUSET, 1980).

Algunos investigadores al realizar estudios sobre la durabilidad natural de madera de diferentes especies, encontraron que el contenido de extractivos determina en forma significativa su resistencia a la pudrición; presentando correlación con la resistencia de las mismas (TRUJILLO, 1985; YATACO, 1986; Y GONZALEZ, 1992).

PASHIN y DECECUW (1980), afirma que; hay maderas pesadas menos durables que otras maderas livianas. GONZALEZ (1979) y TRUJILLO (1985), agregan que; existen otros factores que juegan un papel

preponderante, como son el grado de cristalinidad y lignificación, el contenido de nitrógeno y el pH de la madera.

EATON y HALE (1993), dice que; la albura de todas las especies del mundo tienen baja durabilidad natural, mientras que el duramen es mas resistente a la pudrición. Además de esta generalización, hacen especificaciones tales como que en muchas especies, el duramen interno es menos durable que el externo.

LIBBY (1976), afirma que; a pesar de que los extractivos están en pequeñas cantidades en las maderas, pueden afectar significativamente sus propiedades (resistencia al ataque de microorganismos e insectos, color, olor y sabor).

TRUJILLO (1992), menciona que; al estudiar el índice de resistencia de maderas determinó que los compuestos de naturaleza flavoide y taninos condensados tienen propiedades fungitóxicas, que afectan el desarrollo de los hongos.

TRUJILLO (1992), manifiesta que; basándose en estudios anteriores estudió cinco especies forestales expuestas a dos hongos xilófagos, analizando sus componentes químicos (extractivos) y su densidad básica, concluyendo 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.

GONZALEZ (1979), indica que; las pruebas aceleradas de durabilidad natural o adquirida de la madera, los hongos xilófagos se encuentran en ventaja para atacar a la madera, puesto que se les otorga

humedad relativa adecuada, temperatura óptima, abundante oxígeno y alimento disponible para poder desarrollarse. Por lo que los resultados de las pruebas aceleradas poseen un alto porcentaje de seguridad estadístico. Mientras que las pruebas definitivas de campo, debido a la posibilidad de un mayor error humano y a las variaciones climáticas, pueden generar resultados inexactos.

2.2. Antecedentes generales de los hongos

2.2.1. Naturaleza de los hongos

Sin la acción de los hongos de la madera, la vida sobre la tierra desaparecería por falta de dióxido de carbono, fertilización del suelo debido al reciclaje de materia orgánica, la aireación del suelo disminuiría y gran cantidad de material lignificado se acumularía sobre éste. Sin embargo, cuando el hongo de la madera ataca a un árbol o producto de madera, ellos dejan de ser un organismo útil y pueden causar grandes pérdidas económicas (STEGEL y SISLER, 1977).

2.2.2. Estructura

La mayoría de los hongos están constituidos por finas fibras que contienen protoplasma, llamadas hifas. Éstas a menudo están divididas por tabiques llamados septos. En cada hifa hay uno o dos núcleos y el protoplasma se mueve a través de un diminuto poro que ostenta el centro de cada septo. Las hifas crecen por alargamiento de las puntas y también por ramificación. La

proliferación de hifas, resultante de este crecimiento, se llama micelio (ENCARTA, 2006).

2.2.3. Reproducción

La mayoría de los hongos se reproducen por esporas, diminutas partículas de protoplasma rodeado de pared celular.

Las esporas se forman de dos maneras. En el primer proceso, las esporas se originan después de la unión de dos o más núcleos, lo que ocurre dentro de una o de varias células especializadas. Estas esporas, que tienen características diferentes, heredadas de las distintas combinaciones de genes de sus progenitores, suelen germinar en el interior de las hifas. Los cuatro tipos de esporas que se producen de esta manera (oosporas, zigosporas, ascosporas y basidiosporas) definen los cuatro grupos principales de hongos. Las oosporas se forman por la unión de una célula macho y otra hembra; las zigosporas se forman al combinarse dos células sexuales similares entre sí.

Las ascosporas, que suelen disponerse en grupos de ocho unidades, están contenidas en unas bolsas llamadas ascas. Las basidiosporas, por su parte, se reúnen en conjuntos de cuatro unidades, dentro de unas estructuras con forma de maza llamadas basidios.

El otro proceso más común de producción de esporas implica la transformación de las hifas en numerosos segmentos cortos o en estructuras más complicadas de varios tipos. Este proceso sucede sin la unión previa de dos núcleos. Los principales tipos de esporas reproductivas formadas así son: oídios, conidios y esporangiosporas. Estas últimas se originan en el interior de

unos receptáculos, parecidos a vesículas, llamados esporangios. La mayoría de los hongos producen esporas sexuales y asexuales (ENCARTA, 2006).

2.2.4. Clasificación de los hongos según el tipo de pudrición

Los hongos pudridores de la madera pueden ser agrupados en dos categorías según el tipo de pudrición producida. Estos dos grupos son denominados hongos de pudrición blanca y hongos de pudrición castaña (Bobadilla et a, 2005).

Los hongos lignívoros o de pudrición degradan preferencialmente uno o más componentes de la madera causando tres tipos de pudrición, conocidas como pudrición blanda, pudrición café y pudrición blanca. Los hongos que causan pudrición café exhiben preferencia por celulosas y hemicelulosas, en cambio los causantes de pudrición blanca son los únicos capaces de atacar todos los componentes de la pared de las células. La pudrición blanda es de menor importancia debido a que se desarrolla generalmente a nivel superficial (KUHAD *et al.*, 1997).

2.2.5. Pudrición Marrón y Pudrición Blanca

KOLLMANN y COTE (1984) y RODRIGUEZ (1976), Afirman que; la pudrición blanca y marrón son causadas por hongos xilófagos de la clase Basidiomycetes, principalmente de la familia Polyporaceae y Agaricaceae, los cuales se alimentan del contenido y componentes de la pared de las células leñosas.

FRANCA et al. (1986), indican que; la pudrición blanca es producida por hongos degradadores de lignina, dejando un residuo blanquecino. En cambio, pudrición marrón es causada por la degradación de la celulosa, dejando residuos parduscos. Asimismo, señalan que los hongos de pudrición blanda son aptos para metabolizar los mayores componentes de la madera.

AKANDE (1990), manifiesta que; los hongos de pudrición marrón despolimerizan la celulosa más velozmente del que ellos pueden metabolizar los productos de la degradación. En cambio, los de pudrición blanca, si bien tienen preferencia por la lignina, remueven todos los componentes de la pared celular, despolimerizando los productos de la degradación.

GONZALEZ (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. Factores indispensable para el desarrollo del hongo

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)

2.3.1 Oxígeno:

El oxígeno es un elemento fundamental para el desarrollo de los hongos, el porcentaje debe ser siempre mayor al 20 % de volumen de oxígeno por volumen de madera (BOBADILLA et al, 2005).

2.3.2. La humedad:

El contenido de humedad en la madera, que favorece el deterioro por estos organismos, es mayor al de punto de saturación de las fibras (p.s.f.), el valor oscila entre el 30 % y el 50 % de humedad. Por debajo del 20 % su acción es prácticamente nula (BOBADILLA et al, 2005).

2.3.3. La temperatura:

La temperatura óptima de desarrollo de los hongos oscila entre los 20 °C y 30 °C la actividad es prácticamente nula por debajo de los 4 °C y superior a los 40 °C (BOBADILLA et al, 2005).

2.3.4. pH

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).

2.3.5. Sustrato

El hongo requiere de una fuente de carbono para la síntesis de los constituyentes protoplasmáticos, además de otros elementos como hidrógeno, nitrógeno, oxígeno, fósforo y azufre. A diferencia de las plantas superiores, el hongo utiliza una fuente de carbono orgánico en lugar de dióxido de carbono. La mayoría de los hongos tienen la capacidad de utilizar la glucosa, habiendo otros que se surten de carbón a través de sacarosa, maltosa, almidón y celulosa (SMITH, 1970).

2.4. Característica del hongo *Ganoderma applanatum*

Cuerpo fructífero perennial en forma de repisa y achatado. La superficie superior es de color marrón rojizo, debido a la presencia de esporas ferruginosas, sus márgenes son blanco – carne. Textura firme y dura cuando están viejas. Tiene poros diminutos de color blanco en su superficie inferior.

Micelio blanco, formado por hifas finas provistas de ganchos de conexión. Las hifas son hialinas, de paredes delgadas, nudosas septadas, con fíbula de ojal abierto, ramificado por lo general a partir de la septa.

Es heterotálico, tetrapolar. En la prueba de oxidasa este hongo de reacción positiva, por ello se determina que produce pudrición blanca (ESCUZA, 1987).

2.5. Descripción taxonómica del paliperro

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</i> Cogniaux
Nombre común	: "Paliperro"

2.6. Densidad básica de la madera

Como se sabe, la densidad de un cuerpo es el cociente formado por masa y volumen. En la madera, por ser higroscópica, la masa y el volumen varían con el contenido de humedad; por lo que resulta importante expresar la condición bajo la cual se obtiene la densidad. Esta es una de las características físicas más importantes, ya que está directamente relacionada con las propiedades mecánicas y durabilidad de la madera. La densidad varía ampliamente entre diferentes especies y tipos de madera (COORPORACIÓN CHILENA DE LA MADERA, 2003).

Densidad Básica: Relaciona la masa anhidra de la madera y su volumen con humedad igual o superior al 30% (COORPORACIÓN CHILENA DE LA MADERA, 2003).

2.7. Extractivos de la madera

Son aquellas sustancias que no forman parte de la pared celular y que pueden ser extraídos con solventes neutros (PASHIN y HARRAR, 1959).

Por sustancias extraíbles de la madera se entienden aquellas sustancias que se extraen de diferentes partes de los árboles de coníferas y latifoliadas mediante agua, disolventes orgánicos, vapor de agua y mediante un exprimido mecánico (Vidorov, 1987, citado por ALVAREZ, 2005)

Entre las sustancias extraíbles se encuentran los más diversos compuestos orgánicos e inorgánicos y su presencia en diferentes especies es relativa. Existe una variación en la concentración de los extraíbles a lo largo del tronco del árbol y entre éste y las ramas. Cuando se estudia la estructura de la madera se observa que las grasas se localizan en las células parenquimatosas, especialmente en los rayos parenquimatosos, mientras que la resina es secretada por las células epiteliales y se depositan en los canales resiníferos. Otras sustancias se depositan en los poros de la madera (Díaz, 1986, citado por ALVAREZ, 2005).

Esta distribución está regida por una serie de factores entre los que se pueden destacar los de significado genético y ecológico. Su composición y cantidad relativa dependen de diversos factores como especie, edad y región. Aproximadamente de 3-10 % de la madera seca está constituida por sustancias extraíbles. Para coníferas esta cifra oscila entre 5-8 % y para latifoliadas, entre 2 - 4 % (Otero, 1988, citado por ALVAREZ, 2005).

Estos constituyentes son responsables de algunas características de las plantas como resistencia natural a la pudrición, sabor y propiedades

abrasivas. Los extractivos del duramen se consideran los responsables de impartir a ciertas especies de maderas olores y sabores muy característicos, como el olor a "lápiz" de la madera de pinabete, Méjico, o el sabor desagradable amargo de amargoso, Guatemala. Algunas especies a las que los extractivos imparten aroma y sabor intenso son también muy resistentes al ataque de hongos e insectos (Echenique, 1993, citado por ALVAREZ, 2005).

2.8. 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) dicen 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.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El estudio se llevó a cabo en la Sección de Preservación y secado de la Madera, Departamento de Industrias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales

◆ Madera

Las probetas que se utilizaron en este estudio fueron obtenidas de madera de la especie forestal ***Miconia barbeyana* Cogniaux**. “paliperro” ó “palo gusano” extraídos del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS); Región de Huanuco, provincia de Leoncio Prado, esta zona corresponde a la formación ecológica de bosque muy húmedo Premontano Sub Tropical (bhm – PST). Se evaluó la madera de duramen y albura en tres niveles de altura del árbol. La colección se realizó según la Norma INTINTEC N° 251 008 y la identificación estuvo a cargo de la Sección de Anatomía de la madera del Departamento de Industria Forestal de la UNALM.

Familia : MELASTOMATACEAE
 Nombre científico : *Miconia barbeyana* Cogniaux.
 Nombre común : "Paliperro" ó "palo gusano"

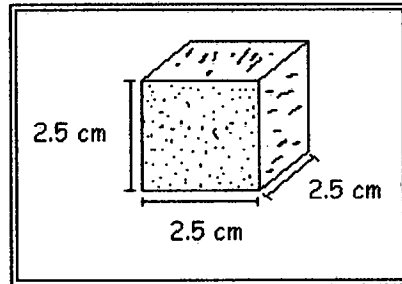


Figura 1. Probeta empleada en el ensayo de durabilidad natural.

◆ Medio de cultivo

El medio empleado fué el sustrato Extracto de Malta - Agar

(EMA) al 2 %, cuya composición es la siguiente:

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

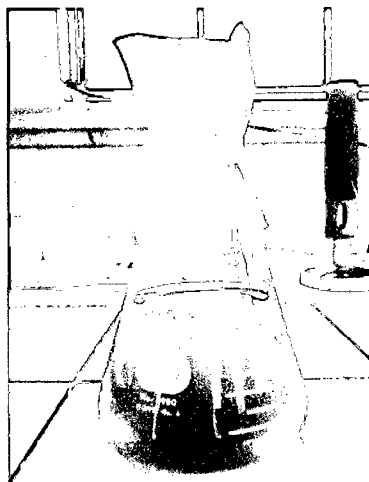


Figura 2. Medio de cultivo Extracto Agar Malta (EMA)

◆ Hongo xilófago

Se empleó un hongo xilófago perteneciente a la familia Polyporaceae. Este organismo produce pudrición blanca degradando principalmente la celulosa y la lignina.

Nombre Científico : *Ganoderma applanatum* (Walls) Pat.

Sinonimia : *Fomes applanatum* (Wallr) Gill *Polyporus applanatus* Pers. Ex Wallr *Boletus applanatus* Pers *Polyporus megaloma* Lev. *Elvingia Megaloma* (Lev.) Mum

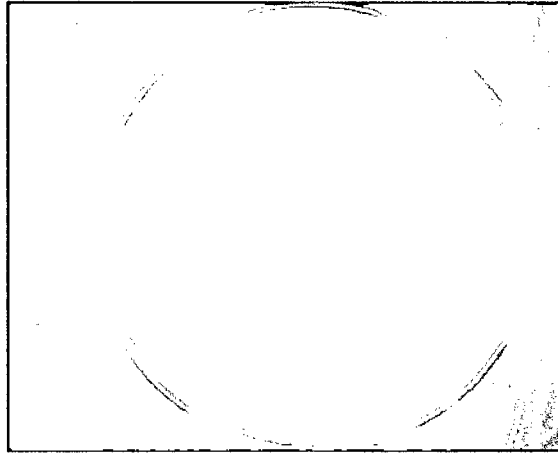
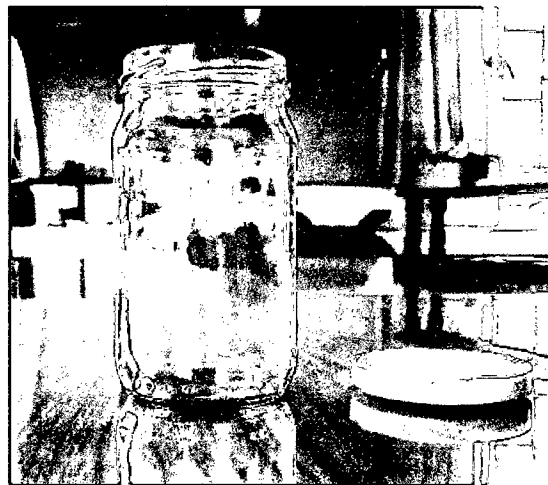


Figura 3. Micelios puros del hongo xilófago utilizado en el ensayo de durabilidad

◆ Unidad de cultivo o cámaras de pudrición

Se emplearon botellas de vidrio con las siguientes características:

- ◆ Forma: cilíndrica
- ◆ Altura: 11 cm
- ◆ Diámetro: 5 cm
- ◆ Tapa: de lata sin forro



3.2.2. Equipos y herramientas

- ◆ Botellas de 220 ml de capacidad, redondas con tapas.
- ◆ Autoclave
- ◆ Incubadora
- ◆ Equipo de extracción química
- ◆ Wincha
- ◆ Horno (estufa) eléctrica, provisto de termostato.
- ◆ Desecador de laboratorio, provisto de sustancia higroscópica.
- ◆ Balanza analítica, con una precisión de 1 g
- ◆ Mecheros
- ◆ Cocina eléctrica.
- ◆ Motosierra
- ◆ Sierra circular
- ◆ Garlopa eléctrica

3.2.3. Reactivos

- ◆ Alcohol 96°
- ◆ Benceno
- ◆ Agua destilada

3.3. Metodología

Para determinar la durabilidad natural se usó madera del duramen y albura de tres niveles de altura del tronco (Nivel 1, Nivel 2 y Nivel 3) de la especie forestal antes mencionada, se tomó muestras de 5 árboles. Como referencia se utilizó la Norma **ASTM D2017-71**: Standard Method of

Accelerated Laboratory Test of Natural Decay Resistance of Woods, que establece los siguientes pasos:

3.3.1. Preparación de probetas de madera de *M. barbeyana*.

De las muestras de madera de tres niveles de altura del tronco de la especie forestal en estudio se hicieron probetas de 2.5 x 2.5 x 2.5 cm, convenientemente orientadas. Se emplearon 12 probetas por cada nivel de altura del tronco (6 de albura y 6 de duramen), 36 por árbol; tres para la determinación de extractivos, y tres para densidad básica. Se determinó el peso seco inicial (PSI) mediante secado al horno por 24 horas a 105°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.

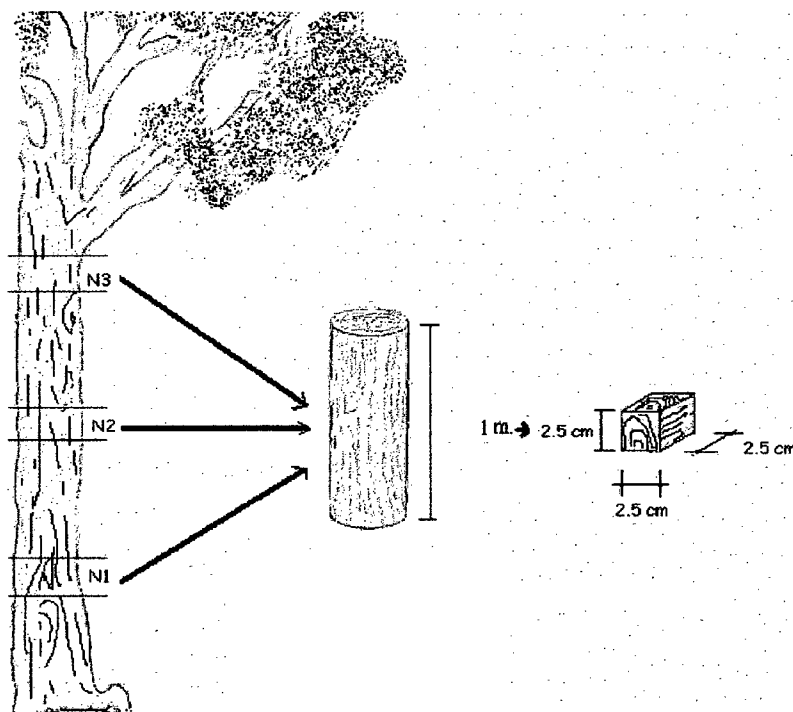


Figura 5. Niveles de altura del árbol

3.3.2. Preparación del medio de cultivo

El medio de cultivo que se utilizó corresponde a Extracto de Malta - Agar, a una concentración de 2%, y cuya preparación se desarrolló de la siguiente forma: inicialmente se pesaron las cantidades necesarias de agar, extracto de malta, dextrosa y peptona y se disolvió con agua destilada en un matraz hasta obtener una solución homogénea, Posteriormente, la mezcla se calienta por unos minutos con el fin de obtener una consistencia adecuada.

3.3.3. Preparación de las botellas de cultivo o cámaras de pudrición

En botellas de 200 ml se adicionaron 15 ml de este medio en cada una de las botellas previamente estériles y luego, después de solidificarlo el agar en forma horizontal, El conjunto se esterilizó (120°C y 1 Kg/cm² de presión por 20 minutos), y luego se colocó el repique del hongo en el medio de cultivo ya solidificado y se dejó en incubador por tres semanas a $27 \pm 1^\circ\text{C}$ hasta que el hongo en estudio formó una capa de micelio bien desarrollado sobre la superficie del medio.



Figura 6. Micelios puros del hongo dentro de la cámara de pudrición

3.3.4. Acondicionamiento de las probetas de madera

Después de tres 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

Luego del período de exposición, se retiraron las probetas de albura y duramen, se les eliminó la vegetación fungosa de la superficie y se llevaron al horno a 105 °C (± 1 °C) por 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

Los valores de %PP se interpretan según la norma ASTM D2017-71 (Cuadro 1), para obtener la clasificación de la especie por su durabilidad natural.

Cuadro 1. Criterios para la interpretación de resultados y clasificación de maderas con respecto a su resistencia natural a la pudrición

Pérdida de peso (%)	Peso residual (%)	Resistencia al hongo	Clase
≤ 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

Fuente: Norma ASTM: D-2017 – 71. 1978.

3.3.6. Cálculo de extractivos

Para el cálculo de extractivos se empleó madera de duramen y se realizó por medio de la norma TAPPI T 05-59, usando como solvente al alcohol benceno $\% E_{AB}$ y, el método SOVARD para calcular el porcentaje de extractivo soluble en agua caliente. ($\% E_{H_2O}$). Se emplearon las siguientes fórmulas:

$$\%E_{AB} = \frac{PS_1 - PS_2}{PS_1} \times 100 \quad (2)$$

$$\%E_{H_2O} = \frac{PS_2 - PS_3}{PS_2} \times 100 \quad (3)$$

$$\%E_T = \%E_{AB} + \%E_{H_2O} \quad (4)$$

Donde:

$\%E_{AB}$: Extractivos solubles en Alcohol Benceno (%).

$\%E_{H_2O}$: Extractivos solubles en agua caliente (%).

$\%E_T$: Extractivos totales (%).

PS_1 : Peso de aserrín seco (g).

PS₂ : Peso de aserrín seco tratado con AB (g).

PS₃ : Peso de aserrín seco tratado con agua caliente (g).

3.3.7. Cálculo de la densidad básica

Para el cálculo de la densidad básica se empleó madera de duramen y se determinó mediante la norma IRAM 9544 utilizando la siguiente relación:

$$DB = \frac{PSh}{Vs} \quad (5)$$

Donde:

DB: densidad básica (g/cm³)

PSh: peso seco al horno (g)

Vs: volumen saturado (cm³)

3.3.8. Análisis Estadístico

Para el presente trabajo de investigación el análisis estadístico utilizado está basado en el experimento factorial de tres factores y dos niveles utilizando el diseño de bloques completos al azar, se consideró los cinco árboles como bloques. Se realizó una prueba de comparación de promedio Duncan, para el cálculo de estas pruebas, se usó un nivel de significación del 5% ($\alpha = 0.05$).

La medida del grado de correlación se determinó por coeficiente de correlación y su valor esta dada por la siguiente fórmula:

$$r = \frac{\sum XY - (\sum X - \sum Y)/n}{\sqrt{(\sum X^2 - (\sum X)^2/n)(\sum Y^2 - (\sum Y)^2/n)}} \quad (6)$$

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

Luego de tres meses de exposición de las probetas de madera extraídas de tres niveles de altura en árbol de la especie forestal *Miconia barbeyana* a la acción destructiva del hongo xilófago *Ganoderma applanatum* empleado en el presente trabajo de investigación, se obtuvo los siguientes resultados:

4.1. Pérdida de peso de las probetas de madera

En los cuadros 2 y 3, se muestra el porcentaje de pérdida de peso promedio por árbol en tres niveles de altura, obtenidos en base a probetas de albura y duramen bajo la acción del *Ganoderma applanatum*

Cuadro 2. Porcentaje de pérdida de peso promedio por árbol de *Miconia barbeyana* en tres niveles de altura en base a probetas de albura bajo la acción del hongo *Ganoderma applanatum*.

NIVELES DE ALTURA EN EL ÁRBOL									
ÁRBOL Nº	NIVEL 1			NIVEL 2			NIVEL 3		
	PSI	PSF	\bar{X} %PP	PSI	PSF	\bar{X} %PP	PSI	PSF	\bar{X} %PP
1	9,487	3,927	58,61	9,603	4,172	56,55	9,821	4,214	57,09
2	7,565	3,14	58,49	7,865	3,142	60,06	8,232	3,391	58,81
3	9,799	4,385	55,25	10,562	4,241	59,85	10,276	4,225	58,89
4	9,058	3,721	58,92	9,515	3,819	59,86	9,779	3,754	61,61
5	10,062	4,076	59,49	10,129	4,178	58,76	10,482	4,286	59,12
\bar{X}			58,15			59,01			59,10

Cuadro 3. Porcentaje de pérdida de peso promedio por árbol de *Miconia barbeyana* en tres niveles de altura obtenidos en base a probetas de duramen bajo la acción del hongo *Ganoderma applanatum*.

NIVELES DE ALTURA EN EL ÁRBOL									
ÁRBOL Nº	NIVEL 1			NIVEL 2			NIVEL 3		
	PSI	PSF	\bar{X} %PP	PSI	PSF	\bar{X} %PP	PSI	PSF	\bar{X} %PP
1	9,053	4,976	45,04	9,312	4,791	48,55	9,432	4,653	50,67
2	6,918	3,945	42,98	7,279	3,912	46,26	7,955	4,123	48,17
3	9,42	5,612	40,42	10,069	5,777	42,62	9,409	4,942	47,47
4	9,003	4,602	48,88	9,281	4,701	49,35	9,338	4,618	50,55
5	9,782	5,296	45,86	9,392	5,212	44,5	10,096	5,198	48,52
\bar{X}			44,63			46,26			49,08

4.2. Porcentaje de extractivos – Densidad básica

En el cuadro 4, se presentan los porcentajes de extractivos solubles en alcohol - benceno y agua caliente y los porcentajes totales de extractivos del duramen de tres niveles de altura en el árbol, según la Norma TAPPI T OS – 59 y el método SOVARD respectivamente. Asimismo, en el cuadro se presenta la densidad básica de las maderas en estudio determinados según la Norma IRAM 9544.

Cuadro 4. Porcentaje de extractivos y densidad básica de las probetas de madera de duramen de la *Miconia barbeyana* en tres niveles de altura.

NIVELES DE ALTURA	Porcentaje de extractivos (%)			Densidad básica (g/cm ³)
	Alcohol - Benceno	Agua caliente	Totales	
Nivel 1	4.01	11.2	15.21	0.49
Nivel 2	3.39	11.53	14.92	0.51
Nivel 3	3.78	10.12	13.9	0.53

4.3. Resistencia natural a la pudrición

En el cuadro 5 y 6, se presenta la clasificación parcial y general de la resistencia natural de la madera de albura y duramen de tres niveles de altura en el árbol de *Miconia barbeyana*, a la acción del hongo xilófago

Ganoderma applanatum, obtenida en base a la tabla de interpretación de la Norma ASTM D 2017 – 71.

Cuadro 5. Clasificación de la resistencia natural de la albura de *Miconia barbeyana* en tres niveles de altura a la acción del hongo *Ganoderma applanatum*

NIVELES DE ALTURA EN EL ÁRBOL						
ÁRBOL Nº	Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3	
	%PP	Clasificación	%PP	Clasificación	%PP	Clasificación
1	58.61	D	56.55	D	57.09	D
2	58.49	D	60.06	D	58.81	D
3	55.25	D	59.85	D	58.89	D
4	58.92	D	59.86	D	61.61	D
5	59.49	D	58.76	D	59.12	D
Clasificación General		D	D		D	

D : No resistente

Cuadro 6. Clasificación de la resistencia natural del duramen de *Miconia barbeyana* en tres niveles de altura a la acción del hongo *Ganoderma applanatum*

NIVELES DE ALTURA EN EL ÁRBOL						
ÁRBOL Nº	Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3	
	%PP	Clasificación	%PP	Clasificación	%PP	Clasificación
1	45.04	C	48.55	D	50.67	D
2	42.98	C	46.26	D	48.17	D
3	40.42	C	42.62	C	47.47	D
4	48.88	D	49.35	D	50.55	D
5	45.86	D	44.50	C	48.52	D
Clasificación General*		D	D		D	

C : Moderadamente resistente

D : No resistente

* Para la clasificación general se tuvo en cuenta el promedio mayor del porcentaje de pérdida de peso.

V. DISCUSIÓN

5.1. Pérdida de peso de las probetas de madera

En los cuadros del 14 al 23 (anexo de 1 al 10) , se aprecia que los coeficientes de variabilidad de los porcentajes de pérdida de peso en madera de albura como de duramen, las seis repeticiones consideradas en cada uno de los tres niveles de altura de los cinco árboles, presentan valores menores al 20 %, lo cual nos indica que en el estudio, las fuentes de error experimental fueron controladas en forma aceptable, debido al empeño y dedicación en el dominio de las técnicas de esterilización, cultivo de hongos xilófagos y métodos de determinación de extractivos y densidad básica de la madera. Siendo por ello los resultados obtenidos y sus promedios representativos de la especie y de las variables consideradas en el estudio.

En los cuadros 2 y 3, se muestra el porcentaje de pérdida de peso promedio por árbol en tres niveles de altura, obtenido en base a probetas de albura y duramen bajo la acción del *Ganoderma applanatum*. En ellos se puede apreciar que la madera de duramen en los tres niveles de altura y en cada uno de los cinco árboles considerados en el estudio, presenta valores menores que el de la albura, ello se puede deber a que el árbol durante su crecimiento fija sustancias extrañas en el centro de su estructura, las cuales conocidas como extractivos pueden presentar, dependiendo de la especie forestal, compuestos de diferente grado de toxicidad que actúan como preservantes naturales, tal

como encontraron algunos investigadores al realizar estudios sobre la durabilidad natural de madera de diferentes especies, observando que el contenido de extractivos determina en forma significativa la resistencia a la pudrición (TRUJILLO, 1985; YATACO, 1986; Y GONZALEZ, 1992).

Los cuadros 7 y 8, muestran los coeficientes de variabilidad del porcentaje de pérdida de peso promedio por árbol de *Miconia barbeyana* en tres niveles de altura obtenidos en base a probetas de albura y duramen bajo la acción del hongo *Ganoderma applanatum*. Se aprecia que a diferencia de los de la albura, los coeficientes de variabilidad de los porcentajes de pérdida de peso promedio por árbol en madera de duramen son mayores y diferentes en sus tres niveles. Ello indica que la acción del *Ganoderma applanatum* es afectada por la presencia de preservantes naturales en el contenido de extractivos del duramen, cuya concentración al no ser constante en uno u otro árbol afecta en forma variable al hongo xilófago, y por ende a los resultados de pérdida de peso de la madera de duramen. Asimismo, siendo mayor el coeficiente de variabilidad en la base y presentar menor valor promedio, indica que los extractivos y por ende el preservante natural se concentran más en esta zona.

Cuadro 7. Coeficiente de variabilidad del porcentaje de pérdida de peso promedio (%PP) por árbol de *Miconia barbeyana* en tres niveles de altura obtenidos en base a probetas de albura bajo la acción del hongo *Ganoderma applanatum*

NIVELES DE ALTURA EN EL ÁRBOL %PP			
ÁRBOL Nº	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
1	58.61	56.55	57.09
2	58.49	60.06	58.81
3	55.25	59.85	58.89
4	58.92	59.86	61.61
5	59.49	58.76	59.12
Promedio	58.15	59.01	59.10
Desviación Estándar	1.67	1.47	1.62
Coeficiente de Variabilidad	2.87	2.49	2.73

Cuadro 8. Coeficiente de variabilidad porcentaje de pérdida de peso promedio (%PP) por árbol de *Miconia barbeyana* en tres niveles de altura obtenidos en base a probetas de duramen bajo la acción del hongo *Ganoderma applanatum*

NIVELES DE ALTURA EN EL ÁRBOL %PP			
ÁRBOL Nº	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
1	45.04	48.55	50.67
2	42.98	46.26	48.17
3	40.42	42.62	47.47
4	48.88	49.35	50.55
5	45.86	44.50	48.52
Promedio	44.63	46.26	49.08
Desviación Estándar	3.17	2.79	1.45
Coeficiente de Variabilidad	7.10	6.03	2.96

En el cuadro 9 se presenta el análisis de variancia del Porcentaje de pérdida de peso promedio por árbol de *Miconia barbeyana* en tres niveles de altura, obtenidos en base a probetas de albura y duramen bajo la acción del hongo *Ganoderma applanatum*. Puede apreciarse que si bien existen diferencias significativas en los tratamientos, estos están referidos a la existencia de diferencias significativas entre los porcentajes de pérdida de peso promedio de los tres niveles de altura del árbol y entre los valores de albura y duramen, no observándose diferencias significativas entre los resultados obtenidos en cada árbol, siendo por ello representativo de la especie forestal en estudio.

La comparación del porcentaje de pérdida de peso promedio en tres niveles de altura de los cinco árboles (cuadro 10), indica que estadísticamente el nivel de altura (N3), si bien muestra un mayor valor promedio de porcentaje de pérdida de peso, este es igual al del nivel de altura (N2) pero es estadísticamente mayor al del nivel de altura (N1).

Asimismo que el nivel de altura (N1) si bien presenta el menor valor promedio de porcentaje de pérdida de peso, estadísticamente es igual al nivel de altura (N2).

Por otro lado, en el cuadro 11 se muestra que estadísticamente el porcentaje de pérdida de peso promedio de la albura es mayor a la del duramen.

Cuadro 9. Análisis de variancia del porcentaje de pérdida de peso promedio

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F c	Sig
Tratamientos	9	1202.78	133.64	45.47	*
Bloques	4	51.21	12.80	4.36	NS
A	2	36.42	18.21	6.20	*
B	1	1098.32	1098.32	373.68	*
A*B	2	16.83	8.42	2.86	NS
Error	20	58.78	2.94		
Total	29	1261.56			

NS = No significativo

* = Significativo a un nivel de 5 % de probabilidad

Cuadro 10. Comparación de promedios del porcentaje de pérdida de peso promedio de los niveles de altura del árbol de la especie forestal en estudio

OM	NIVELES	PROMEDIO	SIGNIFICACIÓN
1	N3	54.09	a
2	N2	52.64	a b
3	N1	51.39	b

Cuadro 11. Comparación de promedios del porcentaje de pérdida de peso de albura y duramen de la especie forestal en estudio

OM	NIVELES	PROMEDIO	SIGNIFICACIÓN
1	A	58.76	a
2	D	46.66	b

5.2. Porcentaje de extractivos – Densidad básica

Estos resultados son influidos principalmente por la cantidad de extractivos presentes (Cuadro 4), los cuales al estar en mayor porcentaje en el nivel de altura (N1) afectan la actividad del hongo *Ganoderma applanatum* en comparación con el nivel de altura (N3); igualmente la presencia de los extractivos en el duramen explica una menor actividad del hongo en relación al de la albura.

En el cuadro 12, se muestra el análisis de correlación entre el porcentaje de extractivos y el porcentaje de pérdida de peso promedio de los tres niveles de altura del árbol, donde observamos que existe una alta correlación inversa entre ambos con un coeficiente de determinación del 98 % tal como indica en la literatura TRUJILLO (1992), quien encontró que el contenido de químicos tóxicos (extractivos) determina significativamente las cualidades de resistencia de la madera a la pudrición, y por ende en los valores y tendencias de los porcentajes de pérdida de peso de la madera bajo la acción de hongos xilófagos.

En el cuadro 4 se presentan también los valores de densidad básica de los tres niveles de altura del árbol, los cuales incrementan su valor a mayor altura del árbol, coincidiendo con los resultados encontrados por un grupo de investigadores. Varios investigadores han estudiado la forma en que varía esta característica a lo largo del árbol; llegando a la conclusión de que aumenta desde la base hacia la copa (DURAN y TUSET, 1980).

Cuadro 12. Correlación entre el porcentaje de extractivo y el porcentaje de pérdida de peso de la especie forestal en tres niveles de altura

Niveles	%EE	%PP
N1	15,21	44,63
N2	14,92	46,26
N3	13,90	49,08
Coeficiente de correlación r		- 0.99
Coeficiente de determinación r^2		98.01%
Coeficiente de no determinación $1 - r^2$		1.99%

En el cuadro 13, se aprecia el análisis de correlación entre la densidad básica y el porcentaje de pérdida de peso promedio de los tres niveles de altura del árbol. En el observamos que existe una alta correlación directa entre ambos, lo cual coincide con la literatura, donde se señala que la densidad de la madera no es un factor de determinación de la resistencia de la madera a la pudrición, y que cuando se da esta relación es por que la densidad esta relacionada directamente con el porcentaje de extractivos (ESCUZA, 1987).

Cuadro 13. Correlación entre la densidad básica y el porcentaje de pérdida de peso de la especie forestal en tres niveles de altura

Niveles	DB	%PP
N1	0,49	44,63
N2	0,51	46,26
N3	0,53	49,08
Coeficiente de correlación r		0.99
Coeficiente de determinación $r^2 \times 100$		98.01
Coeficiente de no determinación $1 - r^2$		1.99

5.3. Clasificación de la madera en base a su resistencia natural a la pudrición

En el cuadro 5 y 6, se presenta la clasificación parcial y general de la madera de albura y duramen en tres niveles de altura del árbol de *Miconia barbeyana*, en base a su resistencia natural a la acción del hongo xilófago *Ganoderma applanatum*, y la tabla de interpretación de la Norma ASTM D 2017 – 71.

En el cuadro 5, se aprecia que a la madera de albura en los tres niveles de altura de cada uno de los cinco árboles, le corresponde el calificativo de madera no durable (D), al presentar porcentajes promedio de pérdida de peso de 55.25 % a 61.61 % los cuales son superiores al rango inferior de esta clasificación ≥ 45 %.

En el cuadro 6, se aprecia que en la madera de duramen en el nivel de altura (N1) dos de los cinco árboles considerados en el estudio obtienen el calificativo de moderadamente durable (C), al mostrar porcentajes

promedio de pérdida de peso de 40.42 % y 42.98 % y los tres restantes el calificativo de no durables (D), al mostrar porcentajes promedio de pérdida de peso de 45.04 % a 48.88 %, correspondiéndole al duramen y por ende a la especie forestal un calificativo general de no durable (D), por ser esta la menor resistencia observada en la especie forestal y cuyo conocimiento permitirá condicionar su uso en forma correcta, seleccionando la técnica de preservación y el preservante apropiados para brindarle a la madera la durabilidad adquirida necesaria que garantice su vida útil en servicio.

VI. CONCLUSIONES

1. La durabilidad Natural de la madera de la especie forestal *Miconia barbeyana cogniaux* "paliperro" en base a su resistencia a la pudrición corresponde a una Madera no Resistente (D)
2. El duramen es significativamente más resistente a la pudrición que la albura.
3. En el duramen, el nivel de altura (N1) es significativamente más resistente que el nivel de altura (N3)
4. El porcentaje de extractivos en madera de duramen de *Miconia barbeyana*, presenta una alta correlación inversa con los valores porcentuales de pérdida de peso, determinando en un 98 % la resistencia a la pudrición.
5. La Densidad Básica de la madera de duramen *Miconia barbeyana*, presenta una alta correlación directa con los valores porcentuales de pérdida de peso, determinando en un 98 % la susceptibilidad a la pudrición.

VII. RECOMENDACIONES

1. Considerando los resultados de durabilidad natural tanto de la madera de albura y duramen de *Miconia barbeyana*, se recomienda condicionar sus aplicaciones, definidas por sus propiedades físicas, a un tratamiento preservador.
2. Realizar estudios similares con otras especies forestales, para emplear con fundamento los tratamientos de preservación necesarios que brinden a la madera las aptitudes necesarias para competir en sus diversos usos.

ABSTRACT

The present research work was carried out at the preserver and drier wood laboratory of National Agrarian University in La Molina. Three level of the tree were used (N1: level 1, N2: level 2 and N3: level 3). As much the arburnum and the duramen for each level of the forestal specie know as paliperro or worm wood extracted form from the Reserved Forest of National Agrarian University of the Forest (RFNAUF). In order to interpret the results we had as reference ASTM D2017-71: Standard Method of Accelerated Laboratory Test of Natural Decay Resistance of Woods.

The xylaphagous fungus used to this study belong to Polyporaceae family, this organism produce white rotten degradation mainly the cellulose.

The obtained results during the evaluation of the natural durability of the aburnum and the duramen of the forest specie wood, in base of the action of the xylaphagous fungus *Ganoderma applanatum* correspond to no resistant wood to this fungus attack in the general classification.

Likewise we found a high inverse correlation between the extractive percentage of the duramen en wood with the percent value of the weight lost and a high correlation between the basic density of the duramen wood and the percent value of weight lost.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASTM D 2017-71. 1978. Accelerated laboratory test of natural decay resistance of woods. Book of Standards, American National Standard: 11p.

ASTM D 2017-78. 1990. Accelerated laboratory test of natural decay resistance of woods. Book of Standards, American National Standard: 11p.

AKANDE, J. A. 1990. Failure in wood related to decay weight losses. Forest products journal. 90 p.

ÁLVAREZ GODO E. 2005. Extractivos del árbol. [En línea].
(www.ecoportal.net/contenido/temas_especiales/educacion_ambiental/extractivos_del_arbol.htm, documentos, 24 Oct. 2005.)

ASOCIACAO BRASILEIRA DE PRESERVAÇAO DE MADEIRAS, 1970.
Técnicas para el estudio de pudriciones de la madera. Sao Paulo – Brasil. 55p.

- BOBADILLA E., PEREYRA O., SILVA F. y STEHR A. 2005. Durabilidad natural de la madera de dos especies aptas para la industria de la construcción. Curitiba – brasil. 175 p,
- CARTWRIGHT, K; y FINDLAY, W. 1958. Decay of timber and its preservation, Forest Products Research Laboratory, 301 p.
- COORPORACIÓN CHILENA DE LA MADERA. 2003. Manual la construcción de vivienda en madera. Cap. 1. Chile. 55 p.
- CLEMENT, J. 1990. Les sustancias naturelles insecticides des plantes: Roles et utilisations dans la lutte contre les ravageurs des cultures. Bois et forest des tropiques. Sommaire du N° 224; 2° trimestre. p 34 – 38.
- DURAN, R. y TUSET, R. 1980. Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización. Editorial hemisferio sur. Montevideo Uruguay. 690 p.
- EATON, R.; HALE, M. 1993. Wood: decay, pests and protection. London 546 p.
- ENCARTA MICROSOFT. 2006. Hongos. [CD]. Microsoft Corporation.
- 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.

FRANCA D., TADEN. y SILVA. 1986. Agentes destructores da madeira. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de Sao Paulo. Manual de Preservacao de Madeiras. Brasil. Vol I. 278 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 UNALM, Lima. 108 p.

GONZALEZ F. 1981 Preservación y secado de la madera UNALM, 71 p.

GONZALEZ F. 1992. Manual de inspección para durmientes de madera nacional preservados 99 p.

GONZALEZ, R. 2001. Patología forestal. Notas de clase. Facultad de Ciencias Forestal. Universidad Nacional Agraria la Molina. 82 p.

IRAM 9544. 1985. Método para la determinación de la densidad aparente. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales: 10p.

INDECOPI. 1996. Valor tóxico y permanencia de preservadores de la madera en condiciones de laboratorio. Norma ITINTEC, re-editada en 1996. 6 p.

ITINTEC: 1972. Maderas selección y colección de muestras. Norma 251 008. Lima – Perú 11 p.



JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA. 1988. Manual del Grupo andino para la preservación de maderas. Bogota. Colombia. Ed. carvajal. 405p.

KOLLMAN F. y COTE W, 1984 Principles of wood science and technology; Solid wood – wood based materials. Berlin. Vol. I – II.

KUHAD, R. C.; SINGH, A.; ERIKSSON, K. 1997. Biotechnology in the Pulp and paper Industry, microorganisms and their enzymes involved in the degradation of plant fibber cell walls. 125p.

LIBBY, E. C. 1976. Ciencias y tecnología sobre pulpa y papel. Traducido del Ingles Por S. Carrasco. México. 1 ed. CECSA. Tomo I, 682 p.

LOAYZA, M. 1979. Resistencia Natural de la madera de 10 especies forestales al ataque de termites. Revista Forestal del Perú V XI (1-2) 47 p.

MARTINEZ, J. B. 1952. Conservación de la madera en su aspecto técnico, industrial y económico. Instituto de investigaciones y experiencias. Madrid – España. 550p.

MOSTACERO LEON J. MEJIA C. F. y GAMARRA T. 2002. Taxonomía de las fanerógamas útiles del Perú. Vol. I. Ed. Normas Legales S.A.C. 667p.

NICHOLAS, D. 1973. Wood deterioration and its preservation by preservative treatments. Tomo I. Syracuse University Press. New York. 185 p.

NORMAS TAPPI. 1990 Universidad Nacional Agraria la Molina.

PASHIN, A. J. y DECECUW, C. 1980. Textbook of wood technology. New York, Mc Graw Hill Book Company. 4 ed. 720 p.

PASHIN y HARRAR. 1959. Productos forestales, origen y beneficio y aprovechamiento, 1ª Ed. Barcelona.

RODRIGUEZ, B. J. 1976. Tratamiento y conservación de la madera. Instituto de Ingenieros Civiles de España. Madrid. 153 p.

SMITH, W. 1970. Tree pathology. A short introduction. London, Academic Press. 309 p.

STEGEL, M. AND SISLER, H. 1977. Antifungal compounds. Discovery development and uses. New york, Senior Ed. Vol 1.

SCHEFFER T, C.; DUNCAN C, G. 1947. The decay resistance of certain central American and Ecuatorian woods. Tropical woods. 240 p.

TRUJILLO, C. F. 1985. Durabilidad natural de ocho especies forestales del Perú en medio Nutritivo natural. Tesis Ing. Forestal. Lima, Perú, Universidad Nacional agraria la Molina. 151 p.

TRUJILLO F. 1992. Índice de resistencia de la madera de cinco especies forestales a la acción de 2 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.

YATACO, P. A. (1986). Durabilidad natural de la madera de Madre de Dios a la acción de tres hongos xilófagos. Tesis Ing. Forestal. Lima, Perú, Universidad Nacional agraria la Molina. 108 p.

ANEXO

Anexo 1

Cuadro 14. Promedio de porcentaje de pérdida de peso de las probetas de madera de albura en el árbol 1.

ALBURA														
NIVEL 1					NIVEL 2					NIVEL 3				
Nº	PSI	PSF	%PP	Clasificación	Nº	PSI	PSF	%PP	Clasificación	Nº	PSI	PSF	%PP	Clasificación
1	9,501	3,979	58,12	D	1	9,975	4,323	56,66	D	1	9,595	3,841	59,97	D
2	9,548	3,587	62,44	D	2	9,374	3,528	62,36	D	2	9,799	4,895	50,05	D
3	9,414	4,088	56,58	D	3	9,663	4,027	58,32	D	3	9,622	4,078	57,62	D
4	9,475	4,197	55,71	D	4	8,995	3,620	59,76	D	4	9,836	3,987	59,46	D
5	9,621	3,846	60,02	D	5	9,935	4,978	49,90	D	5	9,943	3,973	60,04	D
6	9,364	3,865	58,72	D	6	9,673	4,558	52,88	D	6	10,128	4,509	55,48	D
\bar{X}	9,487	3,927	58,61		\bar{X}	9,603	4,172	56,55		\bar{X}	9,821	4,214	57,09	
Desviación estándar		2,43					4,58					3,88		
Coef. De Variab.		4,14					8,09					6,79		

Anexo 2

Cuadro 15. Promedio de porcentaje de pérdida de peso de las probetas de madera de duramen en el árbol 1

DURAMEN														
NIVEL 1					NIVEL 2					NIVEL 3				
N°	PSI	PSF	%PP	Clasificación	N°	PSI	PSF	%PP	Clasificación	N°	PSI	PSF	%PP	Clasificación
1	8,800	4,638	47,29	D	1	9,607	3,935	59,04	D	1	9,341	4,090	56,22	D
2	9,251	5,385	41,79	C	2	9,348	5,170	44,69	C	2	9,382	5,300	43,51	C
3	9,221	5,175	43,88	C	3	9,345	5,536	40,76	C	3	9,477	4,016	57,63	D
4	9,288	4,579	50,70	D	4	9,307	4,137	55,55	D	4	9,598	4,275	55,46	D
5	8,886	5,136	42,20	C	5	9,110	4,670	48,74	D	5	9,505	5,322	44,01	C
6	8,871	4,941	44,30	C	6	9,157	5,296	42,16	C	6	9,291	4,914	47,11	D
\bar{X}	9,053	4,976	45,04		\bar{X}	9,312	4,791	48,55		\bar{X}	9,432	4,653	50,67	
Desviación estándar		3,39					7,42					6,49		
Coef. De Variab.		7,54					15,30					12,81		

Anexo 3

Cuadro 16. Promedio de porcentaje de pérdida de peso de las probetas de madera de albura en el árbol 2.

ALBURA														
NIVEL 1					NIVEL 2					NIVEL 3				
Nº	PSI	PSF	%PP	Clasificación	Nº	PSI	PSF	%PP	Clasificación	Nº	PSI	PSF	%PP	Clasificación
1	7,539	3,253	56,85	D	1	7,903	3,277	58,54	D	1	8,366	2,936	64,91	D
2	7,265	3,252	55,24	D	2	7,942	3,172	60,06	D	2	7,483	3,350	55,24	D
3	7,693	2,780	63,86	D	3	7,937	2,931	63,08	D	3	8,364	4,127	50,65	D
4	7,608	3,459	54,53	D	4	7,786	2,757	64,59	D	4	8,763	3,520	59,83	D
5	7,737	2,970	61,61	D	5	7,634	3,364	55,93	D	5	7,822	3,185	59,29	D
6	7,546	3,128	58,54	D	6	7,990	3,350	58,07	D	6	8,595	3,226	62,47	D
\bar{X}	7,565	3,140	58,49		\bar{X}	7,865	3,142	60,06		\bar{X}	8,232	3,391	58,81	
Desviación estándar		3,67					3,25					5,12		
Coef. De Variab.		6,29					5,42					8,72		

Anexo 4

Cuadro 17. Promedio de porcentaje de pérdida de peso de las probetas de madera de duramen en el árbol 2

DURAMEN														
NIVEL 1					NIVEL 2					NIVEL 3				
N°	PSI	PSF	%PP	Clasificación	N°	PSI	PSF	%PP	Clasificación	N°	PSI	PSF	%PP	Clasificación
1	7,005	3,832	45,29	D	1	7,643	4,063	46,84	D	1	8,295	3,918	52,77	D
2	7,094	4,021	43,32	C	2	6,640	3,116	53,07	D	2	8,101	4,532	44,06	C
3	6,717	4,382	34,76	C	3	7,552	3,400	54,98	D	3	8,142	3,638	55,32	D
4	7,100	4,259	40,02	C	4	7,130	3,693	48,20	D	4	7,349	4,510	38,63	C
5	6,777	3,250	52,05	D	5	7,044	4,327	38,58	C	5	8,099	3,653	54,90	D
6	6,817	3,926	42,41	C	6	7,664	4,871	36,44	C	6	7,745	4,486	42,08	C
\bar{X}	6,918	3,945	42,98		\bar{X}	7,279	3,912	46,26		\bar{X}	7,955	4,123	48,17	
Desviación estándar		5,73					7,51					7,24		
Coef. De Variab.		13,34					16,20					15,10		

Anexo 5

Cuadro 18. Promedio de porcentaje de pérdida de peso de las probetas de madera de albura en el árbol 3.

ALBURA														
NIVEL 1					NIVEL 2					NIVEL 3				
Nº	PSI	PSF	%PP	Clasificación	Nº	PSI	PSF	%PP	Clasificación	Nº	PSI	PSF	%PP	Clasificación
1	9,704	4,280	55,90	D	1	10,912	4,512	58,65	D	1	10,305	4,867	52,77	D
2	9,671	5,023	48,06	D	2	10,466	4,055	61,25	D	2	10,225	4,536	55,63	D
3	9,604	3,935	59,03	D	3	10,257	3,896	62,01	D	3	10,113	4,139	59,07	D
4	9,618	3,705	61,48	D	4	10,807	4,739	56,15	D	4	10,338	4,535	56,13	D
5	10,355	4,408	57,43	D	5	10,914	3,854	64,69	D	5	10,181	3,420	66,41	D
6	9,842	4,961	49,59	D	6	10,013	4,389	56,17	D	6	10,495	3,850	63,32	D
\bar{X}	9,799	4,385	55,25		\bar{X}	10,562	4,241	59,85		\bar{X}	10,276	4,225	58,89	
Desviación estándar			5,33					3,43					5,13	
Coef. De Variab.			9,65					5,73					8,72	

Anexo 6

Cuadro 19. Promedio de porcentaje de pérdida de peso de las probetas de madera de duramen en el árbol 3.

DURAMEN														
NIVEL 1					NIVEL 2					NIVEL 3				
Nº	PSI	PSF	%PP	Clasificación	Nº	PSI	PSF	%PP	Clasificación	Nº	PSI	PSF	%PP	Clasificación
1	9,922	5,359	45,99	D	1	9,638	5,561	42,30	C	1	9,275	4,824	47,99	D
2	9,636	5,049	47,60	D	2	10,015	5,316	46,92	D	2	9,467	5,232	44,74	C
3	9,393	6,382	32,06	C	3	10,228	5,437	46,84	D	3	9,523	4,543	52,29	D
4	9,427	6,101	35,29	C	4	10,051	6,066	39,65	C	4	8,894	4,509	49,30	D
5	9,060	4,939	45,49	D	5	10,612	6,977	34,26	C	5	9,136	4,374	52,13	D
6	9,079	5,845	35,62	C	6	9,871	5,308	46,227	D	6	10,156	6,171	39,24	C
\bar{X}	9,420	5,612	40,42		\bar{X}	10,069	5,777	42,62		\bar{X}	9,409	4,942	47,47	
Desviación estándar	6,75				5,06				4,97					
Coef. De Variab.	16,73				11,86				10,44					

Anexo 7

Cuadro 20. Promedio de porcentaje de pérdida de peso de las probetas de madera de albura en el árbol 4.

ALBURA														
NIVEL 1					NIVEL 2					NIVEL 3				
N°	PSI	PSF	%PP	Clasificación	N°	PSI	PSF	%PP	Clasificación	N°	PSI	PSF	%PP	Clasificación
1	9,063	3,872	57,28	D	1	9,443	4,170	55,84	D	1	10,638	4,367	58,95	D
2	9,174	4,332	52,78	D	2	9,538	3,841	59,73	D	2	9,666	3,126	67,66	D
3	9,138	3,021	66,94	D	3	9,421	3,912	58,48	D	3	9,530	3,215	66,27	D
4	8,832	3,636	58,83	D	4	9,470	3,624	61,74	D	4	9,713	4,070	58,10	D
5	9,020	3,534	60,82	D	5	9,486	3,338	64,81	D	5	9,507	4,105	56,82	D
6	9,121	3,933	56,88	D	6	9,730	4,033	58,55	D	6	9,618	3,643	62,12	D
\bar{X}	9,058	3,721	58,92		\bar{X}	9,515	3,819	59,86		\bar{X}	9,779	3,754	61,61	
Desviación estándar		4,74					3,09					4,49		
Coef. De Variab.		8,05					5,16					7,29		

Anexo 8

Cuadro 21. Promedio de porcentaje de pérdida de peso de las probetas de madera de duramen en el árbol 4.

DURAMEN														
NIVEL 1					NIVEL 2					NIVEL 3				
N°	PSI	PSF	%PP	Clasificación	N°	PSI	PSF	%PP	Clasificación	N°	PSI	PSF	%PP	Clasificación
1	9,140	5,073	44,50	C	1	9,577	4,541	52,58	D	1	9,009	5,854	35,02	C
2	9,147	4,847	47,01	D	2	9,200	5,202	43,45	C	2	9,520	4,065	57,30	D
3	8,791	3,962	54,93	D	3	9,055	5,196	42,62	C	3	9,289	4,653	49,91	D
4	8,830	4,503	49,01	D	4	9,529	4,681	50,88	D	4	9,555	4,419	53,75	D
5	8,777	4,500	48,73	D	5	9,053	4,059	55,16	D	5	9,341	4,375	53,16	D
6	9,330	4,729	49,32	D	6	9,269	4,526	51,17	D	6	9,316	4,340	53,41	D
\bar{X}	9,003	4,602	48,88		\bar{X}	9,281	4,701	49,35		\bar{X}	9,338	4,618	50,55	
Desviación estándar			3,45					5,10					7,91	
Coef. De Variab.			7,05					10,34					15,68	

Anexo 9

Cuadro 22. Promedio de porcentaje de pérdida de peso de las probetas de madera de albura en el árbol 5.

ALBURA														
NIVEL 1					NIVEL 2					NIVEL 3				
N°	PSI	PSF	%PP	Clasificación	N°	PSI	PSF	%PP	Clasificación	N°	PSI	PSF	%PP	Clasificación
1	10,125	4,397	56,57	D	1	10,148	3,846	62,10	D	1	10,767	5,315	50,64	D
2	10,224	3,442	66,34	D	2	10,185	4,594	54,90	D	2	9,677	3,627	62,52	D
3	10,137	4,356	57,03	D	3	9,366	3,800	59,43	D	3	10,636	4,058	61,84	D
4	9,964	3,824	61,62	D	4	10,885	4,548	58,22	D	4	10,378	4,617	55,51	D
5	10,274	4,488	56,32	D	5	10,389	4,025	61,25	D	5	10,669	3,744	64,90	D
6	9,648	3,948	59,08	D	6	9,803	4,254	56,61	D	6	10,765	4,352	59,57	D
\bar{X}	10,062	4,076	59,49		\bar{X}	10,129	4,178	58,76		\bar{X}	10,482	4,286	59,12	
Desviación estándar		3,90					2,74					5,25		
Coef. De Variab.		6,56					4,67					8,87		

Anexo 10

Cuadro 23. Promedio de porcentaje de pérdida de peso de las probetas de madera de duramen en el árbol 5.

DURAMEN														
NIVEL 1					NIVEL 2					NIVEL 3				
N°	PSI	PSF	%PP	Clasificación	N°	PSI	PSF	%PP	Clasificación	N°	PSI	PSF	%PP	Clasificación
1	9,593	5,575	41,89	C	1	9,223	5,457	40,84	C	1	10,099	5,744	43,12	C
2	10,039	6,069	39,54	C	2	9,489	4,689	50,58	D	2	9,947	5,774	41,96	C
3	8,809	5,294	39,91	C	3	9,275	4,981	46,30	D	3	10,292	4,852	52,86	D
4	9,954	4,407	55,73	D	4	9,820	5,042	48,65	D	4	10,352	4,976	51,93	D
5	9,760	4,487	54,03	D	5	9,352	5,332	42,98	C	5	9,948	5,595	43,76	C
6	10,539	5,945	43,59	C	6	9,194	5,773	37,21	C	6	9,938	4,245	57,29	D
\bar{X}	9,782	5,296	45,86		\bar{X}	9,392	5,212	44,50		\bar{X}	10,096	5,198	48,52	
Desviación estándar	7,22				5,03					6,36				
Coef. De Variab.	15,76				11,32					13,12				

Anexo 11

Cuadro 24. Porcentaje de extractivo de las probetas de madera de duramen atraído en Alcohol - Benceno

Especie <i>Miconia barbeyana</i>	Peso muestra (g)	C.H (%)	Peso muestra inicial (g)	EXTRACCIÓN ALCOHOL - BENCENO			% Extractivos	Promedio % extractivos
				Peso papel filtro	Peso papel más muestra (g)	Peso muestra final (g)		
Nivel 1	3,0025	8,7108	2,7619	0,8407	3,4949	2,6542	3,90	4,01
	3,0035	8,5810	2,7661	0,8835	3,5283	2,6448	4,39	
	3,0010	8,5981	2,7634	0,8794	3,5393	2,6599	3,75	
Nivel 2	3,0001	9,6854	2,7352	0,8940	3,5201	2,6261	3,99	3,39
	3,0008	9,5014	2,7404	0,8993	3,5476	2,6483	3,36	
	3,0008	9,6172	2,7375	0,9648	3,6248	2,6600	2,83	
Nivel 3	3,0002	8,3595	2,7687	0,8329	3,5040	2,6711	3,53	3,78
	3,0001	8,2242	2,7721	0,8966	3,5823	2,6857	3,12	
	3,0016	8,2765	2,7722	1,0412	3,6829	2,6417	4,71	

Anexo 12

Cuadro 25. Porcentaje de extractivo de las probetas de madera de duramen atraído en Agua Caliente

Especie <i>Miconia barbeyana</i>	Peso seco muestra inicial (g)	EXTRACCIÓN AGUA CALIENTE				Promedio % extractivos
		Peso papel filtro	Peso papel más muestra (g)	Peso muestra final (g)	% Extractivos	
Nivel 1	2,6542	0,8407	3,1834	2,3427	11,74	11,20
	2,6448	0,8835	3,2430	2,3595	10,79	
	2,6599	0,8794	3,2447	2,3653	11,08	
Nivel 2	2,6261	0,894	3,2172	2,3232	11,53	11,53
	2,6483	0,8993	3,2375	2,3382	11,71	
	2,6600	0,9648	3,3233	2,3585	11,33	
Nivel 3	2,6711	0,8329	3,2181	2,3852	10,70	10,12
	2,6857	0,8966	3,2945	2,3979	10,72	
	2,6417	1,0412	3,4469	2,4057	8,93	

Anexo 13

Cuadro 26. Cálculo de la densidad básica de duramen del árbol 1

Especie Miconia barbeyana	REPETICIONES DURAMEN			DB	
	r1	r2	r3		
Nivel 1	PSH	9,21	9,74	9,76	
	VS	19,47	19,77	19,80	
	DB	0,47	0,49	0,49	0,49
Nivel 2	PSH	9,50	9,45	9,28	
	VS	17,99	18,24	17,78	
	DB	0,53	0,52	0,52	0,52
Nivel 3	PSH	9,69	9,39	9,69	
	VS	17,88	17,43	17,47	
	DB	0,54	0,54	0,55	0,55

Cuadro 27. Cálculo de la densidad básica de duramen del árbol 2.

Especie Miconia barbeyana	REPETICIONES DURAMEN			DB	
	r1	r2	r3		
Nivel 1	PSH	6,75	6,60	6,20	
	VS	15,00	14,97	14,82	
	DB	0,45	0,44	0,42	0,44
Nivel 2	PSH	7,77	7,45	7,64	
	VS	15,82	16,17	15,65	
	DB	0,49	0,46	0,49	0,48
Nivel 3	PSH	7,62	8,68	7,52	
	VS	14,95	15,15	15,05	
	DB	0,51	0,57	0,50	0,53

Anexo 14

Cuadro 28. Cálculo de la densidad básica de duramen del árbol 3.

Especie Miconia barbeyana	REPETICIONES DURAMEN			DB	
	r1	r2	r3		
Nivel 1	PSH	9,52	9,96	9,41	
	VS	17,97	18,47	17,91	
	DB	0,53	0,54	0,53	0,53
Nivel 2	PSH	9,80	10,32	9,93	
	VS	18,00	18,35	18,14	
	DB	0,54	0,56	0,55	0,55
Nivel 3	PSH	9,09	9,51	9,33	
	VS	18,20	18,35	17,82	
	DB	0,50	0,52	0,52	0,51

Cuadro 29. Cálculo de la densidad básica de duramen del árbol 4.

Especie Miconia barbeyana	REPETICIONES DURAMEN			DB	
	r1	r2	r3		
Nivel 1	PSH	8,86	9,28	8,85	
	VS	18,47	18,45	18,62	
	DB	0,48	0,50	0,48	0,49
Nivel 2	PSH	9,02	9,10	9,33	
	VS	18,69	18,65	18,19	
	DB	0,48	0,49	0,51	0,49
Nivel 3	PSH	8,01	9,30	8,73	
	VS	17,94	18,34	17,63	
	DB	0,45	0,51	0,50	0,48

Anexo 15

Cuadro 30. Cálculo de la densidad básica de duramen del árbol 5.

Especie	Miconia barbeyana	REPETICIONES DURAMEN			DB
		r1	r2	r3	
Nivel 1	PSH	9,58	9,86	9,01	
	VS	17,95	18,37	18,11	
	DB	0,53	0,54	0,50	0,52
Nivel 2	PSH	9,11	10,57	9,08	
	VS	18,24	18,64	18,21	
	DB	0,50	0,57	0,50	0,52
Nivel 3	PSH	10,35	10,66	10,49	
	VS	18,07	18,10	18,14	
	DB	0,57	0,59	0,58	0,58





CONSTANCIA

El que suscribe, **JEFE DEL LABORATORIO DE ANATOMÍA DE LA MADERA**, deja constancia que, de acuerdo con los estudios anatómicos efectuados, las muestras de madera proporcionadas por el **Bach. JORGE MANUEL VASQUEZ PEÑAHERRERA**, ex alumno de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la selva, y que han sido empleadas en su trabajo de tesis titulado: **"Evaluación de durabilidad natural de la madera (en tres niveles del árbol) de la especie forestal Miconia barbeyana cogniaux a la acción de un hongo xilófago)"**, corresponden a la especie:

<u>Nombres Comunes</u>	<u>Nombre Científico</u>	<u>Familia</u>
Paliperro, Palo gusano	<i>Miconia barbeyana</i> Cogn.	Melastomaceae

Atentamente,



Ing. Manuel Chavesta Custodio
Lab. Anatomía de la Madera

La Molina, 19 de Julio de 2006