

PUDRICION DE LA MADERA DE DIEZ ESPECIES FORESTALES POR ACCION DE CINCO HONGOS XILOFAGOS

V.R. González F. ¹
T. Ames de Icochea ²

RESUMEN

La resistencia natural de la madera, con respecto a los hongos, depende de las propiedades intrínsecas de este material, su conocimiento es básico para el mejor aprovechamiento de las especies forestales.

La madera de diez especies tropicales: Almendro, Cachimbo, Catahua, Copaiba, Chemicua, Diablo Fuerte, Huayruro, Manchinga, Marupa y Tornillo, en probetas cúbicas de albura y duramen, se expusieron a la acción destructiva, por separado, de cinco hongos xilófagos *Polyporus sanguineus* (L. ex. Fr.) Murr, *Polyporus versicolor* L. ex. Fr., *Armillaria mellea* Quel, *Lenzites trabea* (Pers.) Fr. y *Gonoderma applanatum* (Wall) Pat., para medir la resistencia natural de las especies forestales a las pudriciones en condiciones de laboratorio o pruebas aceleradas de durabilidad natural.

El ensayo se llevó a cabo en base a lo estipulado por la norma ASTM: D201762T., cultivando cepas puras de los hongos en cámaras de pudrición con extracto de malta-agar, en donde se incubaron las probetas de madera por espacio de 210 días (30 semanas) con el objeto de medir la durabilidad natural de la madera de dichas especies.

Los resultados de estas pruebas permiten concluir lo siguiente:

La mayor densidad de la madera no siempre es un buen índice de la durabilidad natural de la misma. Existen especies de densidad mediana como la Copaiba, que puede ser fácilmente destruida por los hongos y a su vez, otras especies, como el Tornillo, de densidad baja, que poseen buena resistencia a la pudrición

En los límites más extremos de resistencia natural, se encuentran las maderas de Almendro, Huayruro y Manchinga, como resistentes Marupa y Catahua como no resistentes.

SUMMARY

The natural, resistance of the wood, related to the action fungi depends on his natural intrinsic properties, the Knowledge of this fact is basic for a better use of forest species.

The wood of ten tropical species: Almendro, Cachimbo, Catahua Copaiba, Chemicua, Diablo Fuerte Huayruro, Manchinga, Marupa y Tornillo, were exposed to the individual action-of five xylophages fungi: *Polyporus sanguineus*, (L. ex. Fr.) Hurt, *Polyporus versicolor* L. ex. Fr., *Armillaria mellea* Manuel, *Lenzites trabea* (Pars.) Ft. y *Gonoderma applanatum* (Wall) Pat., in order to measure its natural resistance for decaying, under laboratory conditions or accelerated test. The material was tested in cubic- blocks of Sherwood and hard wood.

The assay was made on the ASTM: D2017-62T stipulated basis, growing pure cultures of the five fungi in rotting cameras with malt extract agar, where the blocks were incubated for 210 days (30 weeks) in order to measure the natural durability of these ten species of wood.

The results of the test indicate that: The higher density of the wood in not always a good index to establish the natural durability of the wood. There are forestry species with moderate density like

Copaiba which results were easily destroyed by fungi and also another species such as Tornillo has a good resistance to rotting.

In the most extreme limits of natural resistance we find woods of Almendro, Huayruro, Manchinga as resistant and Marupa and Catahua as no resistant.

INTRODUCCION

El bosque, es el recurso natural que suministra la materia prima madera, la cual es el producto forestal de mayor importancia, tanto por su volumen como por el valor que se obtiene de ella como tal, o como productos derivados, ya sea por transformación mecánica o química.

La madera es un material que por sus características se presta a un gran número de aplicaciones. Bueno (9), indica que luego de la Primera Guerra Mundial, los usos de la madera llegaban a 2,000; pero años después, la cifra alcanzaba a 4,500 y en nuestros días supera largamente las 20,000 aplicaciones.

La madera como cualquier otro material tiene sus limitaciones, una de ellas, quizá la más importante, es la susceptibilidad de sufrir ataque de hongos e insectos que la llegan a inutilizar, motivo por el cual, el hombre ha tratado, en numerosas ocasiones, de encontrar otros productos que sean capaces de sustituirla, pero estos esfuerzos no han logrado reemplazar la madera en muchos usos al menos satisfactoriamente.

Borlando (7), indica que los ferrocarriles industrias agrícolas, minería y servicios eléctricos en general, dependen de la madera en muchas de sus aplicaciones.

Precisamente, en estas aplicaciones, es donde se ejercen las influencias negativas que ponen a la madera en peligro de destrucción, por la acción de sus enemigos, entre ellos, siguiendo el orden lógico de su importancia relativa, podemos citar a los hongos, insectos, perforador marinos; fuegos y acción de la intemperie, entre otros (8).

Los tres primeros son los llamados agentes biológicos de destrucción y en el presente trabajo nos ocuparemos del más importante de ellos; o sea de los hongos, particularmente de los que intervienen en la descomposición de la madera, causando pudriciones al alterar los elementos estructurales; lignina y celulosa además de las sustancias de reserva, por lo cual estos hongos reciben el nombre específico de xilófagos.

El objetivo fundamental de este trabajo, es el determinar la acción destructiva de cinco hongos xilófagos extraídos de diversos bosques de la Amazonía Peruana, en la madera de diez especies forestales del Perú, para lo cual emplearemos la metodología que nos permitirá evaluar, la durabilidad de la madera en condiciones de laboratorio

La investigación se realizó en los laboratorios de los Departamentos de Sanidad Vegetal y de Industrias Forestales de la Universidad Nacional Agraria - La Molina Lima - Perú.

Los resultados obtenidos permitirán establecer los grados de durabilidad natural de la madera de diez especies, con el propósito de propiciar su mejor utilización en el mercado nacional.

REVISION BIBLIOGRÁFICA**ESPECIES FORESTALES***CARYOCAR COCCINEUM*

Nombre científico: *Caryocar coccineum* Pilger

Toponimia: Almendro, Almendra

Familia: CARIOCARIACEAE

Aróstegui (2) y MacBride (29), señalan que los individuos de esta especie, normalmente alcanzan una altura total de 30 m. y comercial de 20 m. Poseen fustes rectos, casi cilíndricos, con pequeñas aletas basales. El diámetro a la altura del pecho (D.a.p) en promedio es 0.80 m. La distribución geográfica de la especie comprende los departamentos de Loreto (Yurimaguas y Pucallpa), San Martín (Tarapoto), Huánuco (Tingo María) y Madre de Dios, hasta los 700 m.s.n.m.

Tosi (39), ubica a esta especie en la formación ecológica de Bosque Tropical Húmedo.

Aróstegui (3), señala que la albura es amarilla claro o marrón grisácea y el duramen rojizo marrón. Grano recto. Madera pesada. Posibles usos, en estructuras en general y durmientes.

CARINIANA DOMESTICATA

Nombre científico: *Cariniana domesticata* Mart.

Toponimia: Cachimbo

Familia: LECYTHIDACEAE

Aróstegui y Lao (2,27) indican que esta especie posee árboles de 25 m. de altura total y 12 m. de altura comercial, de fuste recto, ahusado y cilíndrico. El D.a.p. es de 0.58 m. se presenta en zonas altas.

Tosi (39), anota que la mayor distribución en el país está en el departamento de Loreto (Pucallpa). Se halla en formaciones ecológicas del Bosque Tropical Húmedo y Bosque Seco Tropical.

Aróstegui (3), encuentra que no hay diferenciación aparente entre la albura y el duramen, siendo su color rojizo. El grano es entrecruzado y la textura media y heterogénea. Sus usos posibles son en estructuras en general. Puede sustituir al pino oregón.

HURA CREPITANS

Nombre científico: *Hura crepitans* L

Toponimia: Catahua amarilla, Habilla

Familia: EUPHORBIACEAE

Según Aróstegui (2) y Mac Bride (29), los individuos de esta especie, normalmente alcanzan una altura total de 27 a 39 m y comercial de 12 a 13 m. Poseen fuste recto y limpio. El D.a.p. es de 0.80 a 1.50. La especie está distribuida en el Perú en los departamentos de Loreto (Iquitos, Pucallpa y Yurimaguas), Huánuco (Tingo María), y San Martín (Tarapoto), hasta los 900 m.s.n.m.

Tosi (39), indica que la formación ecológica de la especie es Bosque Tropical Húmedo.

Arósteguí (3), dice que la albura es blanca - amarillenta y el duramen marrón claro. Grano entrecruzado a recto y textura fina. Madera moderadamente liviana. Posibles usos, en chapas para revestimiento de interiores y ebanistería.

COPAIFERA OFFICINALIS

Nombre científico: *Copaifera officinalis* L.

Sinonimia: *Copaifera reticulata* Ducke; *Sclerolobium micranthum* L. ex Wims.

Toponimia: Copaiba

Familia: CAESALPINACEAE

Según Arósteguí (2), esta especie presenta árboles con altura s totales de 40 m. y comerciales de 20 m. sus fustes son generalmente rectos, casi cilíndricos, con pequeñas aletas basales. El D.a.p. oscila entre 0.7 y 1 M

Tosi (39), indica que la especie se encuentra ampliamente distribuida en los bosques tropófitos de la amazonía siendo su formación ecológica la de Bosque Tropical Húmedo y Bosque Seco Tropical, en suelos bien drenados y humíferos, en el departamento de Loreto (Yurimaguas y Pucallpa

Mac Bride (30), dice que la especie se encuentra en la Amazonía colindante con el Brasil,

Arósteguí (3), al describir la madera, que la altura es de color rosado al igual que su duramen por lo que estas dos zonas no son muy diferenciales. La madera es de densidad mediana y su grano es recto a cespó. Se la utiliza en estructuras, postes y durmientes.

PSEUDOLMEDIA LAEVIS

Nombre científico: *Pseudolmedia laevis* Marc.

Sinonimia: *Oldoedia laevis* R y P.

Toponimia: Chamicua

Familia: MORACEAE

Arósteguí (2), dice que esta especie presenta árboles con alturas totales de 20 m. y comerciales de 12 m., sus fustes son rectos, ahusados y cilíndricos, con D.a.p. de 0.48 m. en promedio.

Mac Bride (30), indica que la distribución geográfica de la especie comprende los departamentos de Junín (La Merced), Huánuco (Pozuzo), San Martín (Juanjuí) y en general es abundante en las zonas de Iparia y Pucallpa.

Arósteguí (2,3), señala que en condición seca al aire no se diferencia la albura del duramen, siendo ambos de color marrón claro. El grano es entrecruzado y la textura fina y homogénea. Sus usos posibles son en estructuras pesadas y durmientes.

PODOCARPUS OLEIFOLIUS

Nombre científico: *Podocarpus oleifolius* Lamb.
Toponimia: Diablo Fuerte, Saucecillo
Familia: PODOCARPACEAE

Aróstegui (2), dice que la especie es dominante, con árboles de fuste recto y cilíndrico y con D.a.p. de 1 m. El volumen maderable puede exceder los 20 m³ por árbol. Se la encuentra en los bosques de Ceja de Selva y en la vertiente occidental de los Andes en el Norte del país.

Este mismo autor (3), señala que la madera de color amarillo - marrón no presenta diferenciación marcada entre la albura y el duramen. El grano es recto y la textura es mediana a fina. Sus usos más comunes son en estructuras, carpintería de obra y encofrados.

ORMOSIA COCCINEA

Nombre científico: *Ormosia coccinea* Jacks
Toponimia: Huayruro
Familia: PAPILIONACEAE

Aróstegui (2) y Mac Bride (29), indican que la especie presenta árboles con alturas de 40 m. y que el D.a.p. oscila entre 0.6 y 0.8 m.

Aróstegui (3), señala que el Huayruro se encuentra distribuido en el departamento de Loreto (Yurimaguas y Pucallpa)

Tosi (39), dice que la formación ecológica es la de Bosque Tropical Húmedo.

Aróstegui (2), describe la madera indicando que la albura es de color pardo amarillento y el duramen es amarillo rojizo. La madera es de textura media a gruesa y su grano es crespo a entrecruzado. Sus usos posibles son en construcciones, carpintería de obra y contrachapado.

BROSIMUM ULEANUM

Nombre científico : *Brosimum uleanum* Mildbe
Toponimia: Manchinga
Familia : MORACEAE

Aróstegui (2), dice que los árboles de la especie alcanzan alturas de 20 m a 40 m. La altura comercial es de 10 á 30 m. El D.a.p. es de 0.30 a 1 m con el fuste recto, con aletas basales bien pronunciadas. Se encuentra esta especie en los departamentos de Huanuco (Tingo María) y Loreto (Pucallpa).

Aróstegui (3), destaca que la albura y el duramen son poco diferenciados de color blanco amarillento. Grano oblicuo a entrecruzado y textura media a fina. Sus usos en construcciones livianas y obras interiores.

SIMAROUBA AMARA

Nombre científico: *Simarouba amara* Aubl.
 Toponimia : Marupa
 Familia: SIMAROUBACEAE.

Aróstegui (2) y Mac Bride (31), dicen que la especie alcanza alturas de 24 a 39 m.; con D.a.p. de 0.45 a 0.9 m. de fuste cilíndrico y sin aletas. La distribución geográfica en el Perú comprende los departamentos de Loreto Yurimaguas y Pucallpa y San Martín (Tarapoto).

Según Tosi (39), su formación ecológica es Bosque Tropical, Húmedo.

En la descripción de la madera, Aróstegui (2), dice que la albura y el duramen son de color crema con tinte amarillo verdoso, no diferenciados. - El grano generalmente es recto, la textura mediana uniforme. Sus usos posibles son en construcciones temporales y chapas.

CEDRELINGA CATENAEFORMIS

Nombre científico: *Cedrelinga catenaeformis* Ducke
 Toponimia: Tornillo, Aguano, Huaira-Caspi.
 Familia: MIMOSACEAE

El tornillo, según Aróstegui (2) y Mac Bride (29), posee fuste recto, cilíndrico y dominante alcanza una altura total de 40 m. y comercial de 25 m. El D.a.p. es de 1 m.

Tosi (39), dice que el Tornillo se encuentra en los departamentos de Loreto (Yurimaguas e Iquitos), Huánuco (Tingo María) y Cuzco (Urubamba). Se halla en formaciones ecológicas de Bosque Sub-Tropical Húmedo.

Aróstegui (3), indica que la albura es blanco amarillento, y el duramen rosado claro. El grano es entrecruzado y la textura gruesa. Los usos comunes de la madera son en estructuras, construcciones livianas y carpintería de obra en general. Puede sustituir al Pino Oregón.

HONGOS XILOFAGOS

POLYPORUS SANGUINEUS

Nombre científico: *Polyporus sanguineus* (Lex Fr.) Murr
 Sinonimia: *Pycnopus sanguineus* Murr
Pycnopus coccineus (Fr.) Bond-Sing.
Polystictus sanguineus (Lex Fr.) Mey.
Coriolus sanguineus (Fr.) GH. Cunn
Trametes Cinnabarina (Jacq ex Fr.)
 Fr. var. *sanguínea* (1) Pilat
 Familia: POLYPORACEAE

Esta especie está ampliamente distribuida en las zonas tropicales del mundo. González Flores (19), en el Perú, la extrajo del Bosque Tropical Húmedo de Yurimaguas, pero la especie es común en otros tipos de bosques.

Madhosingh (33), anota que *Polyporus sanguineus*, posee un carpóforo anual, corchoso, más bien delgado y algo flexible. Presenta un himeneo arrugado, con tubos o poros en su cara inferior. El hongo es de color rojo ladrillo.

Martínez (34), indica que *Polyporus sanguineus* causa en la madera una pudrición corrosiva caracterizada por la destrucción de la lignina, dejando al final un complejo de celulosa, más o menos blanquecino, que se presenta en forma de olorosos o de vetas blancas, separadas por zonas de madera sana, de color normal.

Scheffer y Duncan (36), indican que cuando la madera está expuesta a las condiciones de alta humedad, por un período de tiempo más o menos prolongado, se produce una especie de erosión superficial debido al desaviado (lavado) de las partes exteriores del tejido leñoso, que es muy similar a la degradación que producen los hongos *Polyporus* en los primeros estadios de la pudrición de la madera.

Martínez (34), señala que Burquelet y Herisey, fueron los primeros que investigaron en 1895 los fermentos extraídos de los basidiocarpos de *Polyporus* y Czapek en 1899, descubrió en las infecciones de estos hongos, un principio activo capaz de liberar de la lignina una sustancia llamada hadromal, que da las reacciones de la lignina en extractos alcohólicos; la enzima capaz de liberar esta sustancia fue denominada "hadromasa" (lignina específica). Buller, en 1906 ensayó el jugo extraído de los esporocarpos de otros poliporos y comprobó con certeza la presencia de 8 enzimas hidrolíticas: ligninasa, oxigenasa, raffinasa, pectinasa, maltasa, sacarasa, celulosa y amilasa.

El Laboratorio de Productos Forestales de Madison (17), indica que la descomposición de la lignina por acción de los hongos poliporos es, en primer término un proceso de oxidación; por ello, *P. sanguineus* que descompone la lignina de la madera de reacción positiva a la prueba de la oxidasa, indicando con ello que es evidente la presencia de enzimas oxidantes en el micelio de este hongo.

POLYPORUS VERSICOLOR

Nombre científico: *Polyporus versicolor* L. ex Fr.

Sinonimia: *Coriolus versicolor* Quel

Polystietus versicolor (Fr.) Cooke

Familia : POLYPORACEAE

Según Hunt y Garratt (21), esta especie es considerada como sub-cosmopolita encontrándose en climas tropicales y sub-tropicales del mundo.

Bessey (6) y Martínez (34), dicen que sobrevive hasta dos años. Comúnmente es débil notándose que el cuerpo fructífero del hongo queda como adosado a la superficie de la madera sobre la cual se encuentra.

Martínez (34), indica que la madera afectada por *P. versicolor* es decolorada, pero que conserva su forma y volumen, mostrando hacia afuera rajaduras contraídas por las que a veces asoma un micelio blanquecino. Algunas veces, la madera presenta paredes de color canela, la cual se conoce como "Línea de pudrición".

Torres (37), señalan que *P. versicolor* ataca a maderas en estacionamiento, las que muestran al comienzo una podredumbre insignificante, que luego se vuelve muy fuerte, hasta lograrse la descomposición completa de la madera.

Findlay (15, 16), describe la pudrición de la madera, en árboles de hoja ancha, como una degradación de la lignina que ocasiona en la madera aspectos alveolares o cavernosos. Al ejercer una simple presión entre los dedos de la mano, este material se rompe mostrando puntas agudas en los extremos fracturados.

ARMILLARIA MELLEA

Nombre científico: *Armillaria mellea* Quel

Sinonimia : *Armillariella mellea* (Vahl) Pat.

Familia : AGARICACEAE

Fernández Valiera (14), dice que este hongo es muy común, encontrándosele en muchas especies forestales, principalmente en climas templados y templados fríos.

González Flores (18), indica que *Armillaria mellea* crece en alfombras, en la base de los troncos, tocones y raíces viejas. De comportamiento saprófite-parasítico, se difunde de una planta a otra por contacto de sus raíces infectadas con raíces sanas. La difusión de la especie se verifica más por micelio que por esporas.

Fernández Northcote y Fribourg (13), indican que el hongo puede formar cordones o anastomosis de micelio, llamados rizomorfos y recorrer con éstos distancias considerables hasta alcanzar nuevos huéspedes, Es un hongo del suelo.

Torres Juan (38), indican que los árboles más atacados por *Armillaria* pertenecen a las coníferas: *Cedrus spp.*, *Pinus spp.*, *Pseudotsuga spp.*, etc. pero también se le encuentra en numerosas latifoliadas como el *Quercus spp.*, *Acacia spp.* Y muchas otras.

En el Perú, aunque las determinaciones no son muy precisas, González Flores y Abad (18), la han encontrado en los departamentos de Huánuco (Tingo María), Junín (Hacienda El Naranjal -San Ramón), Loreto (Pucallpa) y Lima (Parque de la Reserva), sobre las más diversas especies forestales.

Iaconis (24), señala que cuando un árbol está muerto o muriendo y en condiciones de alta humedad del suelo, se observa en la base de los troncos las fructificaciones del hongo a manera de sombrerillos (Agarical). Las plantas enfermas aparecen en manchones o bosques y la infección va aumentando en forma radial en el bosque. Otras veces, los árboles enfermos aparecen dispersos. Los árboles que crecen en suelos mal drenados son los más susceptibles al ataque de *Armillaria mellea*.

LENZITES TRABEA

Nombre científico: *Lenzites trabea* (Pers.) Fr.

Sinonimia: *Trametes trabas* Eres.

Familia: POLYPORACEAE

Según Martínez (34), este hongo es común en latifoliadas de los bosques templados.

Baxter (5), señala que el hábitat típico de este hongo es la madera estacionada o la que se encuentra en edificaciones. También es frecuente en postes y durmientes; no ataca árboles en pie. Él pile típico tiene forma de repisa, pero es más común encontrarlo en su forma corchosa dura. Al principio es amarillo tostado, después marrón oscuro con margen amarillento.

Lenzites trabea, causa en la madera una podredumbre seca muy destructiva, a la que Martínez (34), llama carbonizarais, de este tipo cavernoso, indicando que este hongo es capaz de producir en corto tiempo la pérdida total de resistencia de las maderas instaladas en edificios, por lo que lo considera de mucha importancia en el aspecto económico.

Hunt y Garratt (21), indican que los hongos patrón utilizados para las pruebas de laboratorio en los ensayos de durabilidad natural son *Fomes annosus* (Fr.) Cooke y *Lenzites trabea* (Pers.) Fr.

GANODERMA APPLANA TUM

Nombre científico: *Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat.

Sinonimia: *Fomes applanatus* (Wallr) Gill.

Familia : POLYPORACEA

Cartwright (10), considera que este hongo es sub-cosmopolita.

Jungen (25), dice que en América, en general es muy frecuente en todos los tipos de bosques.

Scheffer (36), dice que la especie es conocida como saprófita de la madera, pero se la encuentra como parásito dañino en una amplia variedad de especies forestales, causando podredumbres del tipo blanquecino que por lo general corre a través del grano de la madera y en árboles en pie, el límite externo de avance es marcado por bandas angostas de color negro; finalmente la infección de la parte leñosa del huésped se vuelve blanca sedosa y esponjosa (carie de los árboles).

Fernández Valiera (14), define a Ganoderma como un hongo de esporocarpo perennial, que se produce en madera podrida, tomando forma de repisa completamente achatada (*G. applanatum*) de color rojizo - marrón, debido a un conjunto muy abundante de esporas ferruginosas. El reconocimiento que este investigador establece para la diferenciación entre Fomes y Ganoderma es que el primero no tiene el pileo recubierto por lacas, mientras que el segundo sí.

PUDRICIONES DE LA MADERA

La pudrición de la madera viene a ser el resultado de la acción enzimática sobre las paredes de las células leñosas. Para hacer una clasificación de las pudriciones de madera se debe tener como fundamento las características propias de la pared celular, entre las que destacan la composición química y la constitución submicroscópica.

En la madera, el contenido de la pared celular en celulosa, en forma de lignocelulosa; lignina y hemicelulosa o materias pépticas son los componentes más importantes que intervienen en las pudriciones. La constitución submicroscópica nos permite explicar la existencia de poros capilares resultantes de la hinchazón de la madera en medio acuoso. Los cuerpos sólidos e insolubles en agua, susceptibles a hincharse están constituidos por partículas cristalinas submicroscópicas, llamadas micelas. La lignina y la hemicelulosa de la pared secundaria, no están unidas químicamente, sino que constituyen una materia amorfa.

La celulosa y la lignina de la lámina secundaria forman dos sistemas que se compenetran, de tal modo, que uno de ellos puede ser extraído de la madera, dejando al otro, que es la sustancia complementaria.

Lese (28), distingue a la "Podrición Blanca" de las especies estudiadas destruida o alterada la lignina, dejándose en la madera al final de este proceso, un complejo de celulosa más o menos blanquecino que al ser atacado por los hongos, lo que da lugar a un tipo de pudrición que se clasifique por su aspecto en alveolar, vetada, cavernosa y otros. Los hongos que atacan a la celulosa dejando un residuo carbonáceo, formado por lignina más o menos indemne, que puede disgregarse fácilmente entre los dedos, producen la "Podrición Negra", llamada también "Podrición Parda".

Nombre común	Nombre Científico	Familia	Procedencia	Zona de vida
Almendro	<i>Caracaras coccineum</i> Pilger	CARYOCARACEAE	BN AvH	bmh-PT
Gachimbo	<i>Cariniana domestica</i> Mart.	LECYTHIDACEAE	BN I	bh-T
Catahua	<i>Hura crepitans</i> L.	EUPHORBIACEAE	BN AvH	bmh-PT
Copaiba	<i>Copaifera officinalis</i> L.	CAESALPINACEAE	BN I	bh-T
Chimicua	<i>Pseudolmedia /aevs</i> March	MORACEAE	BN AvH	bmh-PT
Diablo Fuente	<i>Podocarpus oleifolius</i> Lambe	PODOCARPACEAE	V. R.	bmh-PT
Hayatiro	<i>Ormosia coccinea</i> Jacq.	APRILIACEAE	BN I	bmh-PT
Mixta	<i>Brosimum uleanum</i> Mildbe	MORACEAE	BN AvH	bmh-PT
Marupa	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	SIMAROUBACEAE	BN AvH	bmh-PT
Hun T. Carratt (2)	<i>Cedrela</i> otro tipo de pudrición	MIMOSACEAE	BN I	bmh-PT

Hun T. Carratt (2) señala otro tipo de pudrición que se presenta en maderas de construcción interna, cuando ésta posee un bajo contenido de humedad. La pudrición transforma a la madera en una masa seca deleznable.

Hunt (20), indica que los hongos que producen la podredumbre seca requieren humedad y no pueden atacar directamente a la madera seca (infección por espora) sino que conducen el agua a través de sus rizomorfos, desde un sitio húmedo, más o menos distante (infección por micelio).

FUENTE: MAPA ECOLOGICO DEL PERU - ONERN (35)

Wolf (40) señala que en la pudrición hay dos fases, en la primera existe una acción mecánica para la introducción del agente causal y en la segunda hay una acción química, con producción de enzimas que destruyen los tejidos.

Findlay (15, 16) encontró enzimas hidrolizantes en muchos hongos poliporales causantes de pudrición.

MATERIALES Y METODOS

Lugar de Ejecución

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Preservación de la Madera, del Departamento de Industrias Forestales, en coordinación con el Departamento de Sanidad Vegetal de la Universidad Nacional Agraria - La Molina.

Materiales y equipo

A. La madera de la que se confeccionaron las probetas para los estudios de laboratorio se colectó con motivo del "Estudio Integral de la Madera para Construcción" Convenio de Investigación entre la Universidad Nacional Agraria y el Ministerio de Agricultura y Alimentación.

La identificación botánica de las especies, estuvo a cargo de la Dirección de Investigación Forestal y de Fauna del Ministerio de Agricultura y Alimentación.

Las muestras de madera fueron colectadas en base a lo especificado en la Norma ITINTEC No. 251.008 - (23).

B. Las especies estudiadas y las zonas de procedencia se indican en el Cuadro No. 1

HONGOS XILOFAGOS

Se utilizaron 5 especies de hongos xilófagos:

Polyporus sanguineus (Lex Fr.) Murr, aislado del esporocarpio del hongo, en tronco abatido de Chamicua en el Bosque Nacional Alexander von Humboldt - Pucallpa.

Polyporus versicolor L. ex Fr., aislado del esporocarpio del hongo, en tronco abatido de Copaiba, en el Bosque Nacional de Iparia-Pucallpa

Armillaria mellea Quel aislado del esporocarpio del hongo en tronco de Marupa, en el Bosque Nacional Alexander von Humboldt-Pucallpa

Canodemia applanatum (Pers.) Pat., aislado del esporocarpio del hongo, en tronco caído al suelo de Igualara (*Zanthoxylum juniperum* Poepp.) en Yurimaguas.

Lenzites trabea (Pers.) Fr., remitido al Laboratorio de Preservación de la madera de la UNA, por el Ing. Jesús Cornejos, M Laboratorio Nacional de Productos Forestales, Mérida - Venezuela.

Medio de cultivo

Se empleó el sustrato estándar agar - malta, empleado en Norteamérica para el cultivo de los hongos típicos de la madera, cuya composición según Mac Nabb (32), es como sigue:

Agar-agar	25 g
Extracto de malta	20 g
Dextrosa	20 g
Peptona	1 g
Agua destilada	1,000 c.c.

Cámaras de pudrición y accesorios

Se utilizaron botellas de vidrio de 250 ml. de capacidad, con tapa de metal a rosca, de la que se quitaron las empaquetaduras para facilitar el desarrollo de los hongos.

CUADRO 2. CANTIDAD DE PROBETAS UTILIZADAS EN LAS DETERMINACIONES DE PUDRICIÓN DE LA MADERA

Especies	No. de Repeticiones	No. de probetas por árbol		No. de probetas para control de humedad (*)		Total por Especie
		Albura	Duramen	Albura	Duramen	
Almendro	5	8	8	10	+ 10	100
Cachimbo	5	8	8	10	+ 10	100
Catánua	5	8	8	10	+ 10	100
Copaiba	5	8	8	10	+ 10	100
Quinicua	5	8	8	10	+ 10	100
Diablo Fuerte	5	8	8	10	+ 10	100
Manchinga	5	8	8	10	+ 10	100
TOTAL	50	80	80	100	+ 100	1.000

(*) testigos

De cada especie forestal, se tomaron tablas de 5 árboles, seleccionándose piezas de albura y de duramen, de las que se prepararon 100 probetas por árbol, de las dimensiones (2 x 2 x 2 cm.) correspondientes a las indicadas por la Norma 10-63 de la American Wood Presservers Asociation (A.W.P.A.) (1).

La cantidad de probetas utilizadas para los ensayos se indica en el Cuadro N° 2.

Cultivo e inoculación

Los hongos seleccionados para los ensayos de pudrición de la madera se cultivaron en extracto de malta-agar, tomando las precauciones normales para evitar las contaminaciones. Los cultivos se mantuvieron a 25 – 27 °C en placas Petri por un período de 3 semanas de desarrollo. La inoculación a las cámaras de pudrición se realizó tomando el micelio de los hongos con sacabocados metálicos de 1 cm² de sección, previamente esterilizados.

Preparación de las cámaras de pudrición

Las botellas de vidrio fueron esterilizadas y preparadas con 25 ml. de medio extracto de malta-agar y esterilizadas nuevamente en autoclave por 15 libras de presión; después las botellas se colocaron en posición vertical hasta la completa solidificación del medio. Cuando el medio hubo endurecido, se llevó a cabo la inoculación de las cámaras.

Los inóculos se transfirieron asépticamente mediante ama esterilizada a las superficies de agar en las botellas, colocándolas aproximadamente en el centro del medio de cultivo. Alrededor de cada inóculo se colocó una varilla de vidrio en forma de V, previamente esterilizada en autoclave, por 20 minutos y a 15 libras de presión. Las varillas se esterilizaron en placas Petri y se introdujeron a las botellas de cultivo una por una, asépticamente, usándose pinzas esterilizadas.

Las cámaras de pudrición ya inoculadas, fueron Incubadas a 25 – 27 °C, hasta que el hongo en estudio formó una capa de micelio bien desarrollada sobre la superficie del medio, lo que requirió un período de 4 semanas.

Acondicionamiento de probetas

Las especificaciones de la Norma ASTM D-2017-63- (4) en concordancia con las Normas AWWA. (1), nos indican que las probetas o cubos de madera del ensayo deben acondicionarse hasta que lleguen a un equilibrio higroscópico adecuado, el cual fue de 15 ± 1 % de humedad.

El acondicionamiento de las probetas se realizó en un ambiente controlado a 70 % de humedad relativa y 27°C de temperatura, por un período de 2 semanas, al término de los cuales, las probetas se esterilizaron en autoclave (calor húmedo) durante 15 minutos a 15 libras de presión. Seguidamente, se pesaron con exactitud de 0.0001 g obteniéndose así el peso inicial (Pi).

De cada especie se seleccionaron 10 probetas de albura y 10 probetas de duramen, que fueron secadas hasta obtener peso constante, el cual fue usado para calcular la Humedad Inicial (Hi) y Humedad Final (Hf) de las probetas que se sometieron al ataque de los hongos, de acuerdo a la Norma ITINTEC 251.010 (22).

PROCEDIMIENTO

Una vez pesados los cubos de madera y determinada la humedad inicial, las probetas se colocaron sobre la correspondiente varilla de vidrio V dentro de las cámaras de pudrición preparadas, exponiendo la madera al ataque de los hongos por un período de 30 semanas (210 días) al término de las cuales, cada probeta se sacó de la cámara de pudrición, se humedeció y se limpió a fondo con una gasa mojada en alcohol - bencina. Las probetas limpias, se secaron a 105°C durante 24 horas y se pesaron por segunda vez para obtener el dato de la diferencia de eso.

Según Martínez (34), el peso seco inicial (PSI) se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{PSI} = \text{Pi} - \frac{\text{Pi} \times \text{Hi}}{100}$$

La clasificación de especies por durabilidad natural (resistencia a la pudrición) se hizo midiendo la cantidad de sustancia leñosa destruida por los hongos y para ello fue necesario conocer el Peso seco final (PSF), que es el peso de la probeta secada a 105°C durante 24 horas, luego del ataque de los hongos xilófagos.

La pérdida de peso expresada en porcentaje se determinó con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Pérdida de peso} = \frac{(\text{PSI} - \text{PSF}) \times 100}{\text{PSI}}$$

La interpretación de los resultados para la clasificación de las especies se hizo siguiendo las indicaciones de la Norma ASTM: D-2017-62 T (4) que se resumen en el Cuadro No. 3.

CUADRO N° 3 CRITERIO PARA LA INTERPRETACION DE RESULTADOS Y CLASIFICACION DE MADERAS RESPECTO A SU RESISTENCIA NATURAL A LAS PUDRICIONES

Promedio de Pérdida de Peso en %	Promedio de Peso Residual en %	Grado de Resistencia al Hongo Prueba	Clase
0-10	90 -100	Altamente resistente	A
11-24	76- 89	Resistente	B
25 - 44	56- 75	Moderadamente resistente	C
45 en adelante	55 o menos	Ligera o no resistente	D

DISEÑO EXPERIMENTAL

En el trabajo realizado se tuvo en cuenta lo siguiente:

- A. Número de especies: 10
- B. Número de hongos: 5
- C. Número de árboles por Especie (K) : 5
- D. Número de probetas por árbol, de albura y de duramen total: 16 (excluidas las de control de humedad).
- E. Número total de probetas por especie: 80 (Excluidas las de control de humedad).
- F. Número total de probetas para las diez especies: 800 (Excluidas las de control de humedad).

ANALISIS ESTADISTICO

Se realizó según la Norma COPANT, Maderas.- Método para realizar el análisis estadístico de las propiedades COPANT 30:1-012 (12).

VALORES ESTADISTICOS

Con los valores obtenidos en los ensayos de laboratorio se calculó lo siguiente:

- a. Valor promedio por árbol (\bar{x})
- b. Valor promedio por especie (\bar{x})
- C. Desviación estándar entre árboles (S_1)
- d. Desviación estándar total (S_t)
- e. Coeficiente de variabilidad (CV)
 - Entre árboles (CV_1)
 - Total (CV_t)
- f. Intervalo de confianza en valor absoluto ($\bar{x} \pm q$) para 0.05 P y K-1 g.l.

ESTUDIO DE LA REGRESION

Entre el peso específico de las 10 especies forestales y el porcentaje de pérdida de materia seca leñosa por acción de 5 hongos xilófagos.

RESULTADOS

Luego de un período de 210 días (30 semanas) de exposición de las probetas de madera, de las diez especies forestales del ensayo a la acción de los cinco hongos xilófagos *Polyporus sanguineus*, *Polyporus versicolor*, *Armillaria mellea*, *Lenzites trabea* y *Ganoderma applanatum*, se dio por terminado el proceso de incubación, registrándose la siguiente información:

Pérdida de peso de las probetas de madera

En los Cuadros N° 4 a 8 y Figuras 1 a 5 se presentan los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio para determinar, la resistencia natural de la madera de diez especies forestales: *Caryocar coccineum* (Almendro), *Cariniana domesticata* (Cachimbo), *Hura crepitans* (Catahua), *Copaifera officinalis* (Copaiba), *Pseudolmedia laevis* (Chimicua), *Podocarpus eleifolius* (Diablo. Fuerte), *Ormosia coccinea* (Huayruro) *Brosimum uleanum* (Manchinga), *Simareuba amara* (marupa) y *Cedrelinga catenaeformis* (Tornillo).

El análisis crítico de estos cuadros señala que la actividad de los hongos de albura y duramen, en las especies del ensayo, se traducen en pudriciones que se manifiestan claramente por la pérdida de peso que experimentaron las probetas. La pérdida de material leñoso que sufrieron las probetas de albura fue mayor que las de duramen, debido a que las alburas son menos resistentes a la pudrición que los respectivos durámenes.

Los resultados de la incubación de la madera se interpretaron de acuerdo a las normas establecidas en la metodología (Ver Cuadro No. 3.).

Clasificación de la resistencia natural de la madera

En el Cuadro N° 9, se presenta la clasificación de la resistencia natural de la madera de las diez especies forestales a la pudrición causada por los 5 hongos xilófagos.

Calificación de la madera por su resistencia natural a las pudriciones

La calificación de la madera por sus rangos de resistencia a la pudrición de los hongos xilófagos se presenta en el Cuadro N° 10, en el que se ha recogido la información de los resultados para lograr la apreciación de correlación entre las especies forestales y los hongos destructores de la madera.

Con el objeto de lograr una rápida ubicación de las especies, por sus características de durabilidad natural, se presenta a continuación el Cuadro N° 11, en el que se señalan los promedios de los resultados obtenidos en los tipos de madera de albura y duramen expuestas a la acción de los cinco xilófagos.

CUADRO No. 4 PROMEDIOS ESTADISTICOS DE LA PERDIDA DE PESO DE LAS PHOBETAS DE MADERA POR ACCION DEL HONGO POLYPORUS SANGUINEUS LUEGO DE 210 DIAS DE

ESPECIES	Peso específico	HONGO : <i>Polyporus sanguineus</i>									
		ALBURA					DURAMEN				
		PSI (g)	PSF (g)	P.P (g)	S ₁	C _v	PSI (g)	PSF (g)	P.P (g)	S ₁	C _v
Almendra <i>Caryocar coccineum</i>	0.65	4.90	3.74	22.80	0.93	4.10	4.91	4.57	6.82	0.39	5.78
Cachimbo <i>Cariniana domesticata</i>	0.59	4.61	3.40	26.30	1.08	4.11	4.63	3.97	14.20	0.37	6.60
Catahua <i>Hura crepitans</i>	0.41	2.89	2.27	21.62	1.69	7.85	2.91	2.54	12.60	0.70	5.61
Copaiba <i>Copaifera officinalis</i>	0.56	5.01	2.65	47.22	1.39	2.95	5.03	3.70	26.38	1.12	4.27
Chimicua <i>Pseudolmedia laevis</i>	0.71	5.51	4.20	23.83	1.27	5.36	5.53	4.82	12.75	0.97	7.62
Diablo fuerte <i>Podocarpus oleifolius</i>	0.53	4.45	3.24	27.21	1.00	3.70	4.45	3.61	18.80	1.27	6.80
Huayruro <i>Ormosia coccinea</i>	0.61	4.67	3.75	19.81	0.98	4.98	4.68	4.17	10.80	0.97	9.07
Manchinga <i>Brosimum uleanum</i>	0.68	5.40	4.24	21.62	0.96	4.45	5.41	4.79	11.60	0.90	7.79
Marupa <i>Simarouba amara</i>	0.36	3.25	1.69	48.30	1.56	3.23	3.26	1.87	42.62	1.62	3.81
Tornillo <i>Cedrelinga catenaeformis</i>	0.45	4.12	3.15	23.62	1.37	5.83	4.15	3.60	13.24	0.63	4.79

PSI = Peso Seco Inicial
 PS = Peso Seco Final
 PP =Perdida de Peso
 S₁ = Desviación estandar
 C_v = Coeficiente de variación

Publisor

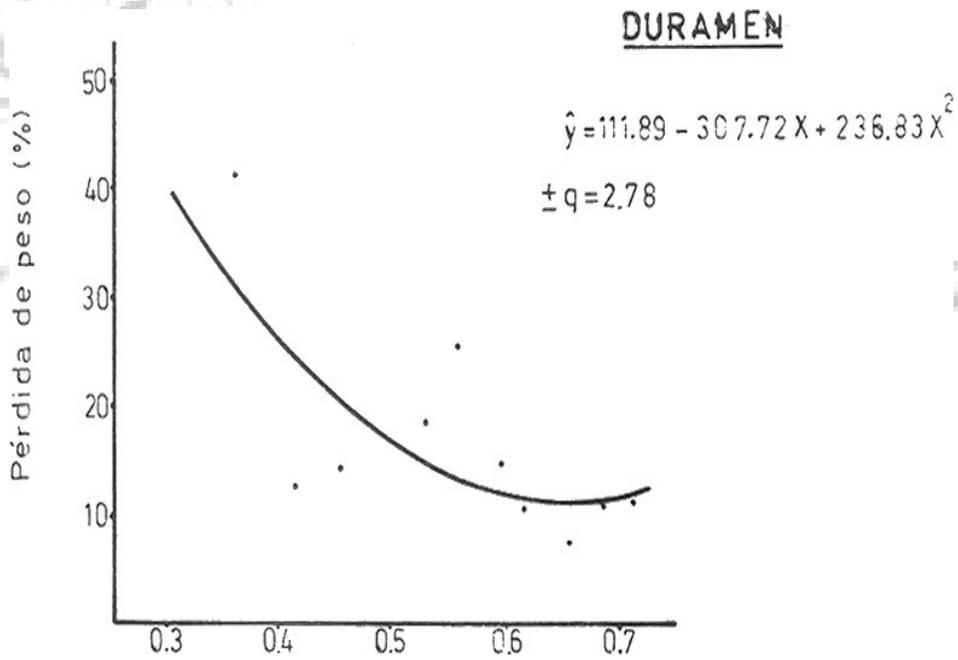
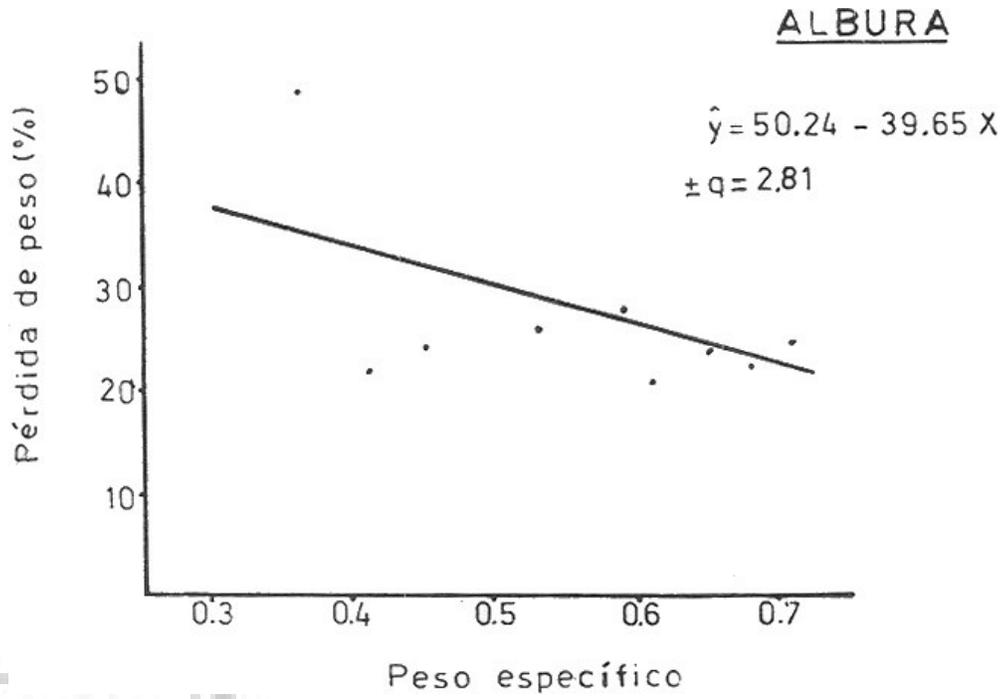


Fig. 1.- DISPERSION DE PUNTOS BICARACTERIZADOS Y LINEAS DE REGRESION PARA P. sanguineus

CUADRO No. 5 PROMEDIOS ESTADISTICOS DE LA PERDIDA DE PESO DE LAS PROBETAS DE MADERA POR ACCION DEL HONGO POLYPORUS VERSICOLOR LUEGO DE 210 DIAS DE

ESPECIES	Peso específico	HONGO : <i>Polyporus versicolor</i>									
		ALBURA					DURAMEN				
		PSI (g)	PSF (g)	P.P (g)	S ₁	C _v	PSI (g)	PSF (g)	P.P (g)	S ₁	C _v
Almendro <i>Caryocar coccineum</i>	0.65	4.91	3.70	24.61	1.30	5.30	4.91	4.60	6.23	0.47	7.70
Cachimbo <i>Cariana domesticata</i>	0.59	4.73	3.53	25.21	1.28	5.21	4.74	4.02	15.31	1.23	8.07
Catahua <i>Hura crepitans</i>	0.41	3.06	2.21	27.80	1.24	4.48	3.10	2.69	13.20	0.72	5.47
Copaiba <i>Copaifera officinalis</i>	0.56	5.23	2.88	44.94	1.89	4.21	5.24	3.85	26.60	0.95	3.58
Chimicua <i>Pseudolmedia laevis</i>	0.71	5.32	4.27	19.80	2.18	11.00	5.34	4.68	12.41	2.16	22.30
Diablo Fuerte <i>Podocarpus oleifolius</i>	0.53	4.51	3.31	26.62	1.86	7.01	4.53	3.69	18.63	1.05	5.68
Huayruro <i>Ormosia coccinea</i>	0.61	5.50	4.39	20.35	1.37	6.76	5.50	4.93	10.38	2.53	24.42
Manchinga <i>Brosimum uleanum</i>	0.68	4.57	3.61	20.80	1.35	6.50	4.57	4.13	9.54	1.15	12.11
Marupa <i>Simarouba amara</i>	0.36	3.28	1.65	49.60	1.56	3.16	3.27	1.90	41.70	2.13	5.11
Tornillo <i>Cedrelinga catenaeformis</i>	0.45	3.56	2.75	22.72	1.53	6.74	3.59	3.13	12.78	1.01	7.94

PSI = Peso Seco Inicial

PS = Peso Seco Final

PP =Perdida de Peso

S₁ = Desviacion estandar

C_v = Coeficiente de variación

Publisor

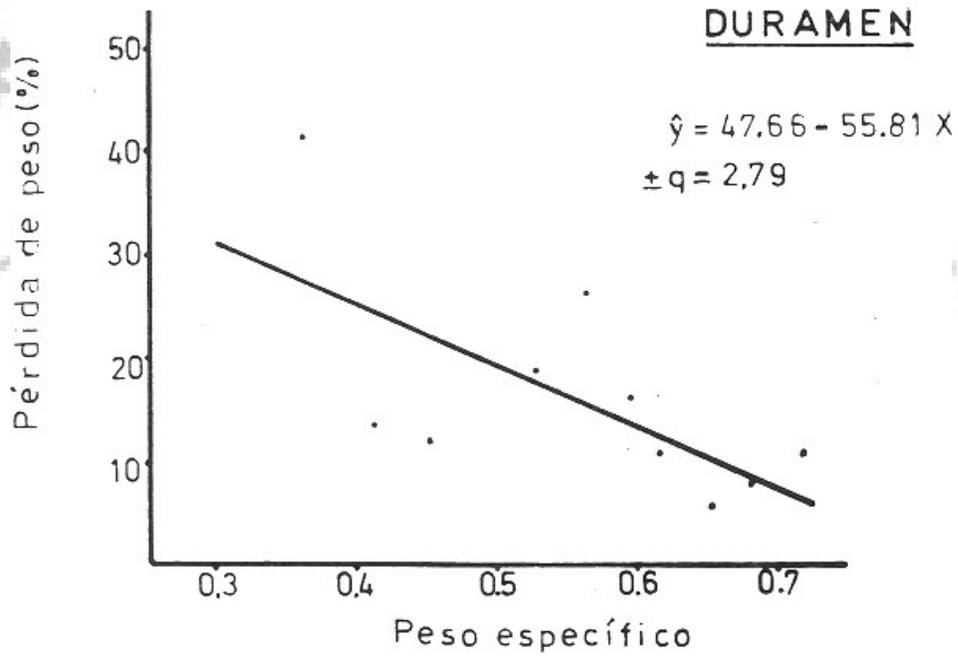
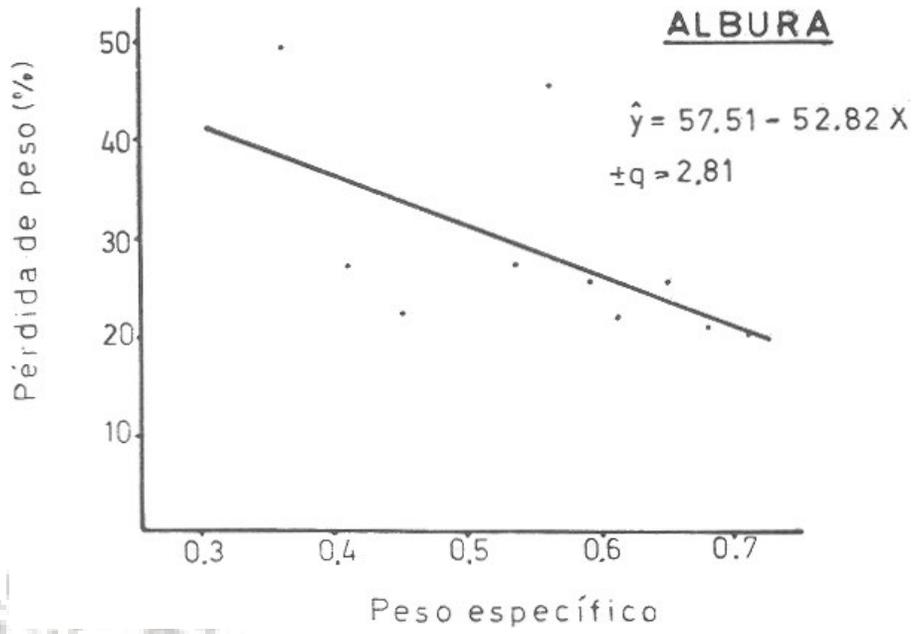


Fig. 2.- DISPERSION DE PUNTOS BICARACTERIZADOS Y LINEAS DE REGRESION PARA P. versicolor

CUADRO No. 6 PROMEDIOS ESTADISTICOS DE LA PERDIDA DE PESO DE LAS PROBETAS DE MADERA POR ACCION DEL HONGO ARMILLARIA MELLEA LUEGO DE 210 DIAS DE

ESPECIES	Peso específico	HONGO : <i>Armillaria Mellea</i>									
		ALBURA					DURAMEN				
		PSI (g)	PSF (g)	P.P (g)	S ₁	C _v	PSI (g)	PSF (g)	P.P (g)	S ₁	C _v
Almendro <i>Caryocar coccineum</i>	0.65	5.20	4.26	18.14	2.66	14.69	5.20	4.85	6.80	0.77	11.41
Cachimbo <i>Cariana domesticata</i>	0.59	4.45	3.38	23.94	3.23	13.51	4.45	3.90	12.60	1.01	8.03
Copaiba <i>Copaifera officinalis</i>	0.56	5.29	3.27	38.17	5.53	14.49	5.29	3.49	34.01	4.84	14.25
Chimicua <i>Pseudolmedia laevis</i>	0.71	6.02	4.80	20.14	4.23	21-.03	6.03	5.28	12.30	2.63	21.38
Diablo Fuerte <i>Podocarpus oleifolius</i>	0.53	4.08	3.17	22.26	4.17	18.73	4.07	3.31	1&63	1.89	10.14
Huayruro <i>Ormosia coccinea</i>	0.61	4.99	4.00	19.71	2.81	14.30	5.08	4.53	10.41	1.18	11.38
Manchinga <i>Brosimum uleanum</i>	0.68	4.66	3.71	20.21	3.25	16.12	4.66	4.41	5.32	0.60	11.34
Marupa <i>Simarouba amara</i>	0.36	3.06	1.58	48.31	7.02	14.53	3.07	1.64	46.71	1.36	2.91
Tornillo <i>Cedrelinga catenaeformis</i>	0.45	3.76	3.06	18.63	2.60	13.97	3.77	3.35	11.31	0.76	6.70

PSI = Peso Seco Inicial
 PS = Peso Seco Final
 PP =Perdida de Peso
 S₁ = Desviacion estandar
 C_v = Coeficiente de variación



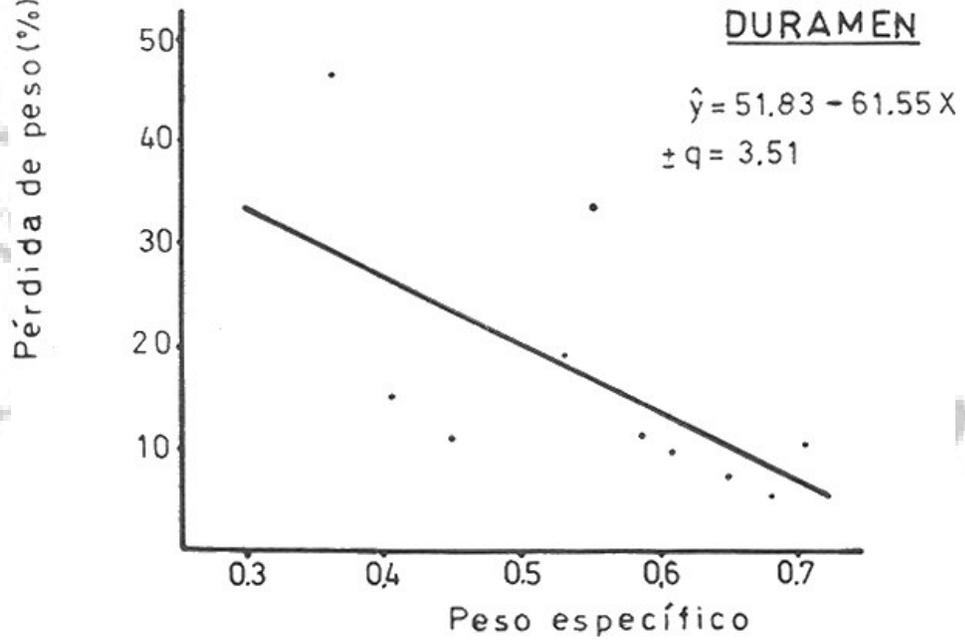
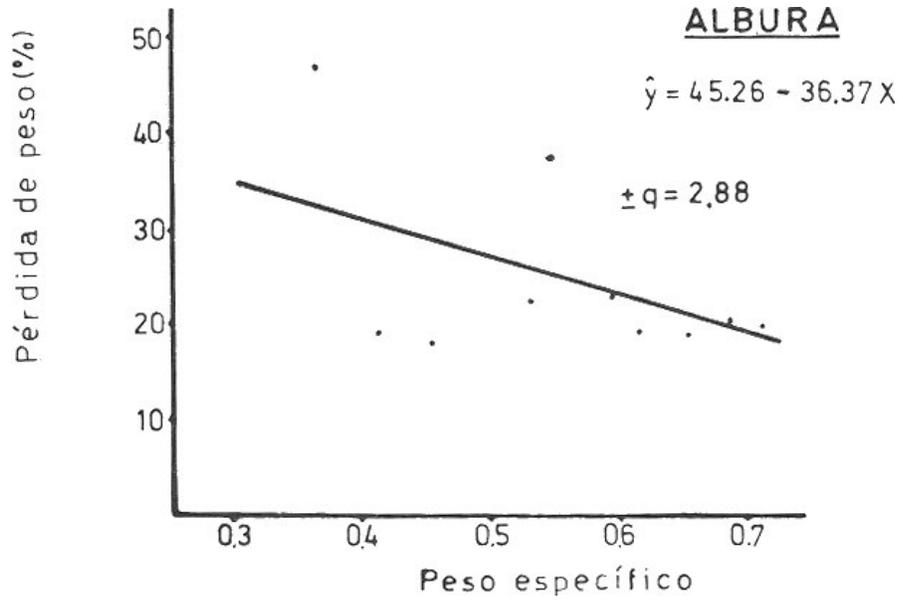


Fig. 3.- DISPERSION DE PUNTOS BICARACTERIZADOS Y LINEAS DE REGRESION PARA A. mellea

CUADRO No. 7 PROMEDIOS ESTADISTICOS DE LA PERDIDA DE PESO DE LAS PROBETAS DE MADERA POR ACCION DEL HONGO LENZITES TRABEA LUEGO DE 210 DIAS DE EXPOSICION

ESPECIES	Peso específico	HONGO : <i>Lenzites trabea</i>									
		ALBURA					DURAMEN				
		PSI (g)	PSF (g)	P.P (g)	S ₁	C _v	PSI (g)	PSF (g)	P.P (g)	S ₁	C _v
Almendro <i>Caryocar coccineum</i>	0.65	5.13	4.28	16.42	0.49	3.95	5.13	4.85	5.30	0.47	8.95
Cachimbo <i>Cariana domesticata</i>	0.59	4.62	3.43	25.60	0.76	2.98	4.62	3.84	16.75	0.84	5.03
Catahua <i>Hura crepitans</i>	0.41	3.13	2.49	20.30	0.99	4.92	3.14	2.56	18.24	0.63	3.49
Copaiba <i>Copaifera officinalis</i>	0.56	5.12	2.99	41.60	0.71	1.71	5.13	3.42	33.24	0.88	2.67
Chimicua <i>Pseudolmedia laevis</i>	0.71	5.39	4.29	20.30	1.70	8.38	5.41	4.74	12.33	0.73	5.46
Diablo Fuerte <i>Podocarpus oleifolius</i>	0.53	4.24	3.11	26.40	0.87	3.31	4.25	3.17	25.31	1.41	5.59
Huayruro <i>Ormosia coccinea</i>	0.61	5.10	4.18	18.10	1.07	5.93	5.14	4.59	10.63	0.78	7.37
Manchinga <i>Brosimum uleanum</i>	0.68	4.91	4.05	17.33	0.97	5.65	4.91	4.61	6.20	0.49	8.00
Marupa <i>Simarouba amara</i>	0.36	2.97	1.59	46.30	1.42	3.07	2.98	0.97	67.30	1.82	2.71
Tornillo <i>Cedrelinga catenaeformis</i>	0.45	3.93	3.30	16.20	0.81	5.04	3.96	3.46	12.52	0.83	6.68

PSI = Peso Seco Inicial

PS = Peso Seco Final

PP =Perdida de Peso

S₁ = Desviacion estandar

C_v = Coeficiente de variación

Publisor

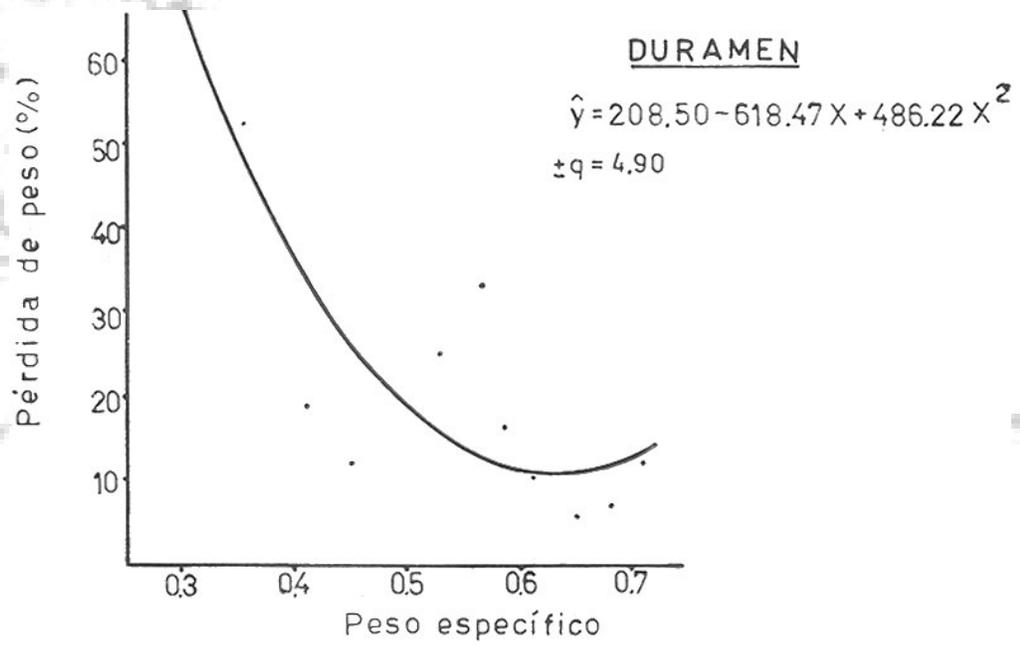
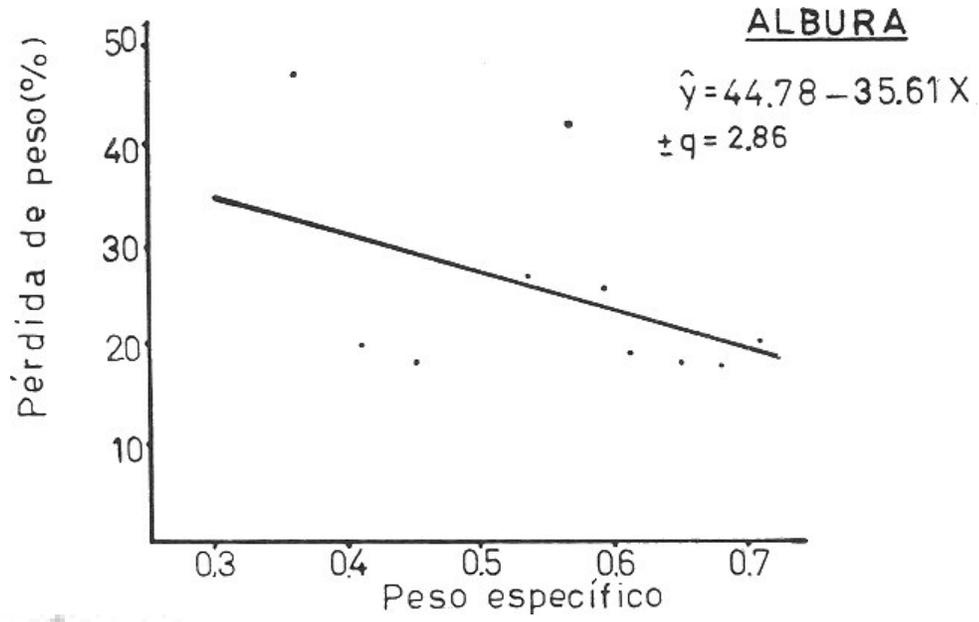


Fig. 4.- DISPERSION DE PUNTOS BICARACTERIZADOS Y LINEAS DE REGRESION PARA L. trabea

CUADRO No. 8 PROMEDIOS ESTADISTICOS DE LA PERDIDA DE PESO DE LAS PROBETAS DE MADERA POR ACCION DEL HONGO GANODERMA APPLANATUM LUEGO DE 210 DIAS DE

ESPECIES	Peso específico	HONGO : <i>Ganoderma applanatum</i>									
		ALBURA					DURAMEN				
		PSI (g)	PSF (g)	P.P (g)	S ₁	C _v	PSI (g)	PSF (g)	P.P (g)	S ₁	C _v
Almendro <i>Caryocar coccineum</i>	0.65	5.05	4.41	12.66	0.90	7.14	5.03	4.71	6.23	0.62	10.00
Cachimbo <i>Cariana domesticata</i>	0.59	4.71	3.96	15.87	0.94	5.94	4.71	4.03	14.39	1.17	8.20
Catahua <i>Hura crepitans</i>	0.41	3.07	2.42	21.22	2.21	10.44	3.10	2.49	19.29	1.44	7.51
Copaiba <i>Copaifera officinalis</i>	0.56	5.03	3.12	37.83	1.25	3.32	5.02	2.70	46.08	1.60	3.48
Chimicua <i>Pseudolmedia laevis</i>	0.71	6.17	4.96	19.61	1.59	8.14	6.19	5.82	6.01	0.41	6.83
Diablo Fuerte <i>Podocarpus oleifolius</i>	0.53	3.24	3.01	28.47	1.42	6.02	3.95	3.02	23.67	1.50	6.37
Huayruro <i>Ormosia coccinea</i>	0.61	5.01	3.97	20.75	1.92	9.28	5.05	4.61	8.63	0.53	6.23
Manchinga <i>Brosimum uleanum</i>	0.68	4.89	4.19	14.33	1.30	9.09	4.89	4.53	7.40	0.74	10.06
Marupa <i>Simarouba amara</i>	0.36	3.07	1.22	60.28	2.75	4.58	3.07	1.33	56.80	2.42	4.27
Tornillo <i>Cedrelinga catenaeformis</i>	0.45	3.65	2.98	18.18	1.19	6.57	3.65	3.20	12.30	1.30	11.21

PSI = Peso Seco Inicial
 PS = Peso Seco Final
 PP =Perdida de Peso
 S₁ = Desviacion estandar
 C_v = Coeficiente de variación

Publisor

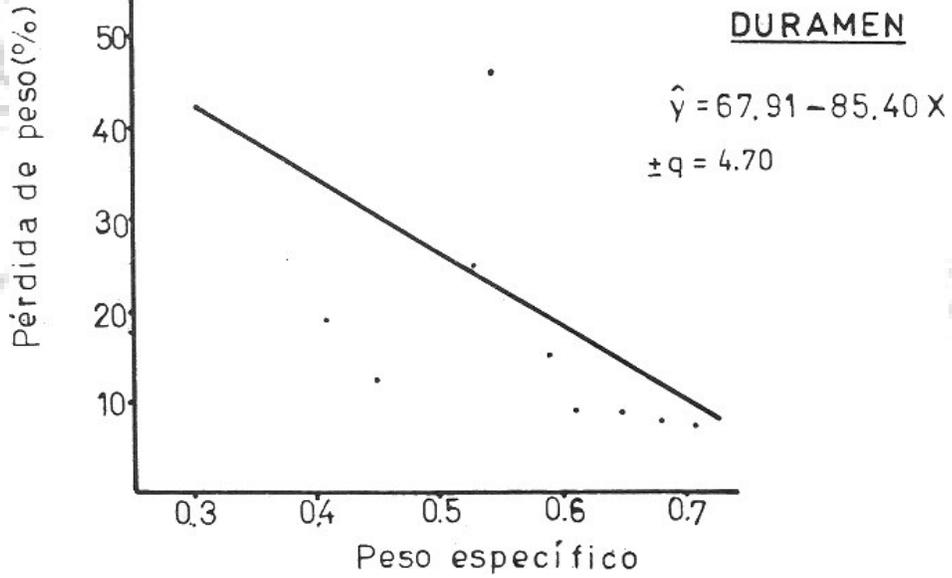
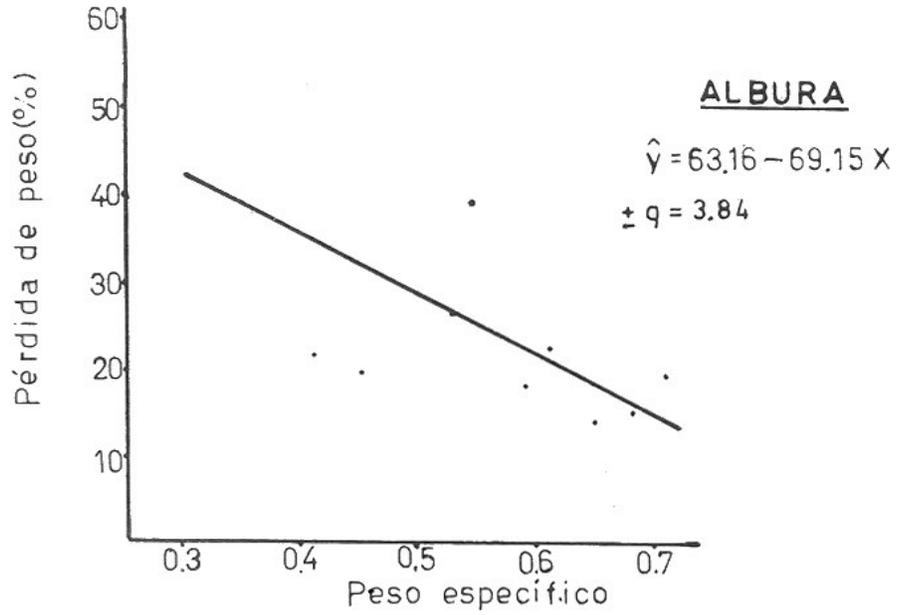


Fig.5.- DISPERSION DE PUNTOS BICARACTERIZADOS Y LINEAS DE REGRESION PARA G. Applanatum

CUADRO No. 9 CLASIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA NATURAL A LA PUDRICIÓN EN LAS ESPECIES FORESTALES ESTUDIADAS

ESPECIES	Peso Específico	<i>POLYPORUS SANGUINEUS</i>		<i>POLYPORUS VERSICOLOR</i>		<i>ARMILLARIA MELLEA</i>		<i>LENZITES TRABEA</i>		<i>GANODERMA APPLANA TUM</i>	
		Albura	Duramen	Albura	Duramen	Albura	Duramen	Albura	Duramen	Albura	Duramen
Almendro <i>Caryocar coccineum</i>	0.65	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A
Cachimbo <i>Cariniana domesticata</i>	0.59	C	B	C	B	B	B	C	B	B	B
Catahua <i>Hura crepitans</i>	0.41	B	B	C	B	B	B	B	B	B	B
Copaiba <i>Copaifera officinalis</i>	0.56	D	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Chimicua <i>Pseudolmedia laevis</i>	0.71	B	B	B	B	B	B	B	B	B	A
Diablo Fuerte <i>Podocarpus oleifolius</i>	0.53	C	B	C	B	B	B	C	C	B	B
Huayruro <i>Ormosia coccinea</i>	0.61	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A
Manchinga <i>Brosimum uleanum</i>	0.68	B	B	B	A	B	A	B	A	B	A
Marupa <i>Simarouba amara</i>	0.36	D	C	D	C	D	D	D	D	D	D
Tornillo <i>Cedrelinga catenaeformis</i>	0.45	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

A = Altamente resistentes
 B = Resistentes
 C = Moderadamente resistentes
 D = No resistentes o susceptibles

CUADRO No. 10 CLASIFICACIÓN DE LA MADERA DE DIEZ ESPECIES FORESTALES DE LA AMAZONÍA PERUANA POR SU RESISTENCIA AL ATAQUE DE CINCO HONGOS XILÓFAGOS

CALIFICACION	TIPO DE MADERA	ESPECIE FORESTAL	HONGO XILOFAGO *
Altamente Resistente A	Duramen	Almendro <i>Caryocar coccineum</i>	1, 2, 3, 4, 5
		Huayruro <i>Ormosia coccinea</i>	1, 2, 3, 4, 5
		Manchinga <i>Brosimum uleanum</i>	2, 3, 4, 5
Resistentes B	Duramen	Cachimbo <i>Cariniana domesticata</i>	1, 2, 3, 4, 5
		Catahua <i>Hura crepitans</i>	1, 2, 3, 4, 5
		Chimicua <i>Pseudolmedia laevis</i>	1, 2, 3, 4, 5
		Diablo Fuerte <i>Podocarpus oleifolius</i>	1, 2, 3, 4, 5
		Tornillo <i>Cedrelinga catenaeformis</i>	1, 2, 3, 4, 5
	Albura	Almendro <i>Caryocar coccineum</i>	1, 2, 3, 4, 5
		Catahua <i>Hura crepitans</i>	1, 3, 4, 5
		Chimicua <i>Pseudolmedia laevis</i>	1, 2, 3, 4, 5
		Huayruro <i>Ormosia coccinea</i>	1, 2, 3, 4, 5
		Manchinga <i>Brosimum uleanum</i>	1, 2, 3, 4, 5
		Tornillo <i>Cedrelinga catenaeformis</i>	1, 2, 3, 4, 5
Moderadamente Resistentes C	Duramen	Copaiba <i>Copaifera officinalis</i>	1, 2, 3, 4, 5
		Cachimbo <i>Cariniana domesticata</i>	1, 2,
	Albura	Copaiba <i>Copaifera officinalis</i>	2, 3, 4, 5
		Diablo Fuerte <i>Podocarpus oleifolius</i>	1, 2, 4
No resistente	Duramen	Marupa <i>Simarouba amara</i>	3, 4, 5,
	Albura	Marupa <i>Simarouba amara</i>	1, 2, 3, 4, 5

- (*) 1 = *Polyporus sanguineus*
 2 = *Polyporus versicolor*
 3 = *Armillaria mellea*
 4 = *Lenzites trabea*
 5 = *Ganoderma applanatum*

CUADRO N°11 RESUMEN PROMEDIO DE LA CALIFICACIÓN DE ESPECIES FORESTALES POR SU RESISTENCIA A LA PUDRICIÓN

ESPECIES	Altamente Resistentes (A)		Resistentes (B)		Moderadamente Resistentes (C)		No Resistentes (D)	
	Albura	Duramen	Albura	Duramen	Albura	Duramen	Albura	Duramen
Almendro <i>Caryocar coccineum</i>	-	x	x	-	-	-	-	-
Cachimbo <i>Cariniana domesticata</i>	-	-	-	x	x	-	-	-
Catahua <i>Hura crepitans</i>	-	-	x	x	-	-	-	-
Copaiba <i>Copaifera officinalis</i>	-	-	-	-	x	x	-	-
Chimicua <i>Pseudolmedia laevis</i>	-	-	x	x	-	-	-	-
Diablo Fuerte <i>Podocarpus oleifolius</i>	-	-	-	x	x	-	-	-
Huayruro <i>Ormosia coccinea</i>	-	x	x	-	-	-	-	-
Manchinga <i>Brosimum uleanum</i>	-	x	x	-	-	-	-	-
Marupa <i>Simarouba amara</i>	-	-	-	-	-	-	x	x
Tornillo <i>Cedrelinga catenaeformis</i>	-	-	x	x	-	-	-	-

Análisis Estadístico

Estudio de la regresión entre el peso específico de la madera de 10 especies forestales y el porcentaje de pérdida de peso de las probetas por acción de 5 hongos xilófagos

$$Y = B_0 + B_1 X + B_2 X^2 + E$$

Donde:

Y = Pérdida de peso

X = Peso Específico

E = Error

B₀; B₁; B₂ = Parámetros no conocidos, llamados coeficientes de regresión

B₀ = Término constante.

B₁ = Coeficiente de Regresión Lineal

B₂ = Coeficiente de Regresión Cuadrático

Los parámetros B fueron estimados por el método de los Cuadrados Mínimos. La ecuación estimada la llamamos Ecuación de Predicción:

$$Y = b_0 + b_1 X + b_2 x^2$$

Donde:

y = valor estimado de la pérdida de peso

$\bar{x} = 0.55$

b_0, b_1, b_2 = Valores estimados de los coeficientes de regresión

Modelo significativo

$\hat{y} = 50.2468 - 396581 X$

r = 0.43

POLYPORUS SANGUINENSIS

A. Madera de Albura

Análisis de Variancia					
FUENTE	GL	SC	CM	F	SIG.
Regresión X	1	1556.066	1556.066	18.59	**
Error	78	6527.531	83.686		
Total	79	8083.537			

** = Altamente significativo

$S_y = 10.11$

y = 28.24

CV = 35.80%

B. Madera de Duramen

X = 0.55

$y = 111.8930 - 307.7258X + 235.832$

Análisis de Variancia					
FUENTE	GL	SC	CM	F	SIG.
Regresión X	1	2905,871	2905,871	50,10	**
Regresión X ² /X	1	527,988	527,988	9,10	**
Error	77	4466,503	58,006		
Total	79	7900,362			

** = Altamente significativo

$S_y = 10.00$

y = 16.98

CV = 58.89

POLYPORUS VERSICOLOR

A. Madera de Albura

$\bar{x} = 0.55$

Modelo significativo
 $\hat{y} = 57.5065 - 52.8218X$
 $r = 0.59$

Análisis de Variancia

FUENTE	GL	SC	CM	F	SIG.
Regresión X	1	2760.505	2760.505	40.77	**
Error	78	5280.804	67.703		
Total	79	8041.309			

** = Altamente significativo

$S_y = 10.08$

$y = 28.19$

$CV = 35.75$

B. Madera de Duramen

$\bar{x} = 0.55$

Modelo significativo
 $\hat{y} = 47.6553 - 55.8128X$
 $r = 0.62$

Análisis de Variancia

FUENTE	GL	SC	CM	F	SIG.
Regresión X	1	3081.949	3081.949	49.09	**
Error	78	4896.961	62.781		
Total	79	7978.910			

** = Altamente significativo

$S_y = 10.05$

$y = 16.68$

$CV = 60.25$

ARMILLARIA MELLEA

A. Madera de Albura

36.3700X

$\bar{x} = 0.55$

Modelo significativo

$$\hat{y} = 45.2657 -$$

$r = 0.40$

Análisis de Variancia

FUENTE	GIL	SC	cm	F	SIG.
Regresión X	1	1337.890	1237.890	15.71	**
Error	78	7152.218	91.695		
	79	8490.108			

** = Altamente significativo

$S_y = 10.36$

$y = 24.89$

CV = 41.62

B. Madera de Duramen

$\bar{x} = 0.55$

Modelo significativo

$$\hat{y} = 51.8374 - 61.5519X$$

$r = 0.55$

Análisis de Variancia

FUENTE	GIL	SC	cm	F	SIG.
Regresión X	1	3831.891	3831.891	34.02	**
Error	78	8785.199	112.631		
Total	79	12617.090			

** = Altamente significativo

$S_y = 12.63$

$y = 17.36$

CV = 72.75

Publisor

LENZITES TRABEA

A. Madera de Albura

$\bar{x} = 0.55$

Modelo significativo

$\hat{y} = 44.7841 - 35.6157X$

$r = 0.39$

Análisis de Variancia

FUENTE	GL	SC	CM	F	SIG.
Regresión X	1	1282.984	1282.984	14.15	**
Error	78	7072.953	90.679		
Total	77	8355.937			

** = Altamente significativo

$S_y = 10.28$

$y = 14.83$

$Cv = 41.40$

B. Madera de Duramen

$\bar{x} = 0.55$

Modelo significativo

$y = 208.4959 - 618.4650X + 486.2155X^2$

$r = 0.64$

Análisis de Variancia

FUENTE	GL	SC	CM	F	SIG.
Regresión X	1	9985.449	9985.449	61.60	**
Regresión X ² X	1	2041.925	2041.925	12.6	**
Error	77	12481.423	162.097		
Total	79	24508.897			

** = Altamente significativo

$S_y = 17.61$

$y = 20.78$

$Cv = 84.74$

Publisor

GANODERMA APPLANATUM

A. Madera de Albura

$\bar{x} = 0.55$

Modelo significativo
 $\hat{y} = 63.1598 - 69.1476X$
 $r = 0.57$

Análisis de Variancia

FUENTE	GL	SC	CM	F	SIG.
Regresión X	1	4836.006	4836.006	36.69	**
Error	78	10281.005	131.800		
Total	79	15117.01			

** = Análisis significativo

$S_y = 13.83$

$y = 24.43$

$Cv = 56.61$

B. Madera de Duramen

$\bar{x} = 0.55$

Modelo significativo
 $\hat{y} = 67.9078 - 85.4032X$
 $r = 0.57$

Análisis de Variancia

FUENTE	GL	SC	CM	F	SIG.
Regresión X	1	7376,923	7376,923	37,75	**
Error	78	15245.020	195,406		
Total	79	22621,943			

** = Altamente significativo

$S_y = 16.92$

$y = 20.08$

$Cv = 84.26$

DISCUSION

COMPORTAMIENTO DE LOS HONGOS

El método de laboratorio empleado para la evaluación de la durabilidad natural de la madera fue rápido y los resultados obtenidos satisfactorios. Los hongos crecieron bien en las condiciones normales del ensayo. Con la única excepción de *Lenzites trabea* que produjo una podredumbre negra en la madera y el desarrollo de su micelio no cubrió completamente las probetas, el comportamiento de los demás hongos fue muy similar, es decir, que lograron producir un manto de micelio muy abundante y causa la podredumbre blanca en la madera que atacaron.

La correlación obtenida entre el peso específico de la madera de cada una de las especies estudiadas y la pérdida de peso del material seco leñoso fue de moderada a baja habiendo resultado una ligera diferencia entre el comportamiento de la madera de albura que fue más destruida por los hongos y la madera de duramen, para cada una de las especies forestales.

Analizando los resultados de las pudrición obtenidas, podemos notar que para la representación gráfica de las líneas de regresión en *Polyporus sanguineus* y *Lenzites trabea*, fue necesario aplicar el término cuadrático B_2 para estimar la ecuación de pudrición sólo en la madera de duramen. En todos los demás casos, la ecuación lineal fue suficiente para hacer la representación matemática de los resultados de la resistencia de la madera a las pudriciones causadas por los hongos.

En consecuencia, la pudrición de la madera lograda en las condiciones de laboratorio, fue altamente significativa a un nivel de confianza de 99 %. Estos resultados ofrecen un índice con 95 % de probabilidad para que la madera en probetas se comporte dentro de las categorías de resistencia que ocuparon en las pruebas aceleradas de laboratorio, en concordancia con las que ocuparían una vez colocadas en obra, en construcciones permanentes y en tamaños reales

COMPORTAMIENTO DE LA MADERA

En líneas generales, el comportamiento de la madera de diez especies forestales fue muy similar, habiéndose demostrado claramente que el peso específico de la madera no siempre es un término que se deba considerar como para medir la durabilidad de la madera, ya que especies como la Catahua y el Tornillo, con baja densidad básica, se comportaron muy bien en los ensayos de pudrición, habiendo dado mayores valores de resistencia que otras especies de mayor peso específico que ella. Contrariamente, la Copaiba, con un peso específico de 0.56 resulto más atacada que otras de menor peso específico, tal como se puede apreciar en el Cuadro No. 4.

La madera, es un material que en sus características generales exhibe variaciones múltiples tanto por su composición anatómica, como por su composición química. Su resistencia al ataque de los hongos es un ejemplo típico de esta variabilidad.

La característica general de la madera de las diez especies forestales escogidas para la prueba de laboratorio, es que se usan en construcciones y obras permanentes, sin tener un conocimiento exacto de su durabilidad natural, o sea que para indicar su aptitud para la construcción, sólo se basan en las propiedades de resistencia físico-mecánicas y no biológicas, que son en definitivas, las que dan la durabilidad de la madera

Analizando en Cuadro N° 4 de los resultados, encontramos que el 60 % de las especies mostraron una albura Resistente, un 30 % Moderadamente resistente y sólo un 10 % No resistente. En la

madera de duramen, se tuvo un 30 % Altamente resistente, 50 % Resistente, 10 % Moderadamente resistente y 10 % No resistente.

Las maderas de Almendro, Huayruro y Manchinga, principalmente en duramen, resultaron las más resistentes a la pudrición Chimicua, a pesar de ser de madera más pesada que todas las otras especies, ocupó el segundo lugar de resistencia, conjuntamente con la Catahua y el Tornillo, que son de madera liviana. El tercer grupo de resistencia fue ocupado por Cachimbo y Diablo Fuerte y finalmente, la madera que resultó con la menor resistencia fue la de Marupa y Copaiba.

El conocimiento de la durabilidad natural de la madera, en las especies forestales nativas es importante, porque con él se dará mejores oportunidades al industrial y al consumidor, para la mejor aplicación de las especies maderables en la industria de la construcción empleando las de mayor resistencia biológica al natural y las no resistentes, o de resistencia moderada, con los tratamientos preservadores más indicados, según los usos a que se destinen sus maderas. La clasificación correcta de una madera deberá interpretarse en función del uso final que ésta tenga.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos de trabajo, con la metodología seguida y los resultados obtenidos, se presentan a continuación las siguientes conclusiones:

1. El peso específico de la madera, no es una condición determinante en el comportamiento de este material frente a la acción destructiva de los hongos xilófagos.
2. Las maderas de Almendro (*Caryocar coccineum*) Huayruro (*Ormosia coccinea*) y Manchinga (*Brosimum uleanum*) poseen alta resistencia natural, sobre todo en su madera de duramen.
3. Las maderas de Copaiba (*Copaifera officinalis*) y Marupa (*Simarouba amara*) poseen la menor resistencia natural de las especies estudiadas.
4. Todas las maderas de las especies estudiadas pueden ser utilizados en la industria de la construcción, con la condición de que aquéllas que poseen madera susceptible al ataque de los hongos xilófagos, sean preservadas para aumentar artificialmente su durabilidad natural.
5. Los hongos *Polyporus sanguineus*, *Polyporus versicolor* y *Ganoderma applanatum* tienen un comportamiento muy similar en la destrucción de la madera, causando una pudrición blanca significativa y de rápida proliferación.
6. El hongo *Armillaria mellea*, también causante de pudrición blanca significativa, es de desarrollo algo lento, pero la madera afectada igualmente es destruida o alterada en sus propiedades físico-mecánicas, quedando imposibilitada de ser usada en construcciones permanentes.
7. El hongo *Lenzites trabea* causa la podredumbre negra de la madera, es de desarrollo lento y no tiene un buen desarrollo miceliano sobre el material que ataca.
8. En el desarrollo de los hongos xilófagos, el manto miceliano no constituye un índice de grado de destrucción que ocasionan en la madera que atacan.
9. La correlación estadística entre la pérdida de peso de la madera y su peso específico es baja, siendo ligeramente más marcada en la madera de duramen que en la de albura.

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. **ANONIMO** 1963. American Wood Presservers Asociation. Hojas sueltas que aparecen periódicamente. U.S.A.
2. **AROSTEGUI, A.** 1975. Estudio Tecnológico de Maderas del Perú, Zona Pucallpa Vol. 1. U.N.A "La Molina", Lima-Perú. 483p.
3. 1978. Estudio Integral de la Madera para Construcción. Contrato entre el Ministerio de Agricultura - Dirección General Forestal y de Fauna y la Universidad Nacional Agraria "La Molina" Departamento de Industrias Forestales. Lima-Perú. 184 p.
4. **A.S.T.M.**, 1962. Tentative Method for Accelerated Laboratory Test of Natural to book of ASTM Stand, Pan 6 p. 7 5-82 p. decay resistancy of Woods. Reprinted from Copyrighted 1962. Supplement.
- 5.- **BAXTER, D.V** 1943. Pathology in Forest Practice. John Willey & Sons Inc. Chapman & Hall Limited. Londond 618 p
- 6.**BESSEY, EGA.** 1952. Morphology and Taxonomy of Fungi Constable and Co. Ltd. London W.C.2. 791 p.
7. **BORLANDO, L.** 1953. Determinación de la Durabilidad Natural de Algunas Maderas Argentinas. Laboratorio de Ensayo de Materiales e Investigaciones Tecnológicas (LEMIT). Ministerio de Obras Públicas Serie 11. No. 5 1. La Plata - Argentina. 23 p.
8. -----1956. Durabilidad Natural Relativa de Duramen de Varias Maderas Argentinas. Laboratorio de Ensayos de Materiales e investigaciones Tecnológicas (LEMIT). Ministerio de Obras Públicas. Serie II. No. 68. La Plata, Argentina. 17p.
9. **BUENO, J.** 1966. Notas de Clase (mimeografiados) del curso de Productos Forestales. UNA. "La Molina". Lima Perú. P. 1-2 .
10. **CARTWRIGHT K.S.T.G.** 1942. The Variability in Resistance to Decay of the Heartwood of Home Grown Western Red Ceder (Thuyer applicated D. Don) and its relation position in the log. Forestry, 16: 50-51. U.S.A.
11. -----and **FINDLEY W.P.K.** 1964. Decay of Timber and its Production. Forest Products Research Laboratory, Princes Risborough, Aylesbury. Bucks. p. 5-10; 48-50; 117; 232-213.
12. **COPANT.** 1972. Método para realizar el análisis estadístico de las propiedades de la Madera. Norma 30: 1-012. Comisión Panamericana de Normas Técnicas. 9 p.
- 13.**FERNANDEZ NORTHCOTE, E.N. y FRIBOURG, C.** 1972. Tipos de Penetración por hongos. Notas de clase del curso Fisiología de Parasitismo. Fitopatología. U.N.A. "La Molina - Lima.
14. **FERNANDEZ VALIEL, M.V.** 1952. Introducción a la Fitopatología Coda. Ed. Bs.Ar. Argentina. 872 p.

- 15. FINDLAY W.P.K.** 1937. Testing Wood Preservatives in the Laboratory. Reprint from Papers of British Wood Press. Assoc. p . 10-16.
- 16.** 1940. Studies In the Physiology of wood destroying Fungi. Annals of Botany. N.S.Vol. IV,No. 16p.701-710p.
- 17. FOREST PRODUCTS LABORATORY.** 1946. Comparative decay resistance of heartwood of different native species in her used under conditions which favor decay, in U.S.A. Delp of Agric. technical
- 18. GONZALES FLORES, V.R. y ABAD C.J.** 1975. Armillaria Chelsea Manuel. Revista Forestal del Perú Vol. 6 Nos. 1-2. La Molina – Lima - Perú p. 89-93.
- 19. GONZALEZ FLORES, V.R. y ABAD, C.J.** 1977. Monotonous sanguineus Fr. Revista Forestal del Perú Vol. 7. Nos. 1-2. La Molina, Lima-Perú p. 100-105.
- 20. HUNT, G.M.** 1941. Factors that in influence the decay of untreated wood in service and comparative decay resistance of different species. U.S. Dep. of Agric. Forest Products. Lab. R. 68.
- 21. HUNT y GARRATT, G.A. 1952.** Preservación de la Madera. Madrid. 486 p.
- 22. ITINTEC.** 1972. Maderas. Método de Determinación de; Contenido de Humedad. Norma 251.010. Lima-Perú.
- 23.** Maderas. Selección y Colección de Muestras. Norma 251.008. Lima-Perú. 11 P.
- 24. IACONIS, L.** 1962. Armillaria mellea en especies forestales cultivadas e indígenas de la Isla Victoria. Tomo 111 No. 1. Argentina p. 29-34.
- 25. JUNGEN, K.,** at al. 1977. Diseases, Pests and Weeds in Tropical Crops. Verlag Paul Patsy. Berlin and Hamburg, 666 p.
- 26. KOLLMAN, F. 1955.** Tecnología de la Madera y sus Aplicaciones 2da. Ed. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias al Servicio de la Madera. Madrid. 789 p.
- 27. LAO, R. 1969.** Catálogo Preliminar de las Especies Forestales de; Perú. Revista Forestal del Perú. Vol. 3 No. 2. La Molina. Lima-Perú. 61 p,
- 28. LESE, J. 1928.** Zerstörung des Holzes durch Holzschadlinge, en Mahleke-Tros- Hand buch der Holzkonservierung, Verlag von juras, Springer, Berlín p. 49-52; 69; 70-81.
- 29. MAC BRIDE, F.** 1937. Flora of Perú Vol. XIII Part. III No. 1. Field Museum of Natural History. Chillado. p. 120.121 Chicago. p. 326-327.
- 30.** Flora of Perú. Vol. XIII Part.11 No. 2, Field Museum of Natural History
- 31.** Flora of Perú, Vol. Mil Part.III. No. 11.. Field Museum of Natural History. Chicago. p.698-699.
- 32. MAC NAB, H.S. jr.** 1958. Procedures for Laboratory Studies on Wood Decay Resistance Peccadillos of the Iowa Aca- of Science, Vol. 65. U.S.A.

- 33.MADHOSINGH, C. 1942.** Physiological Studies in the species of Pycnopus. Canadian Journal of Botany. Vol. 40 No. 8.
- 34.MARTINEZ, J.B. 1952.** Conservación la Madera en su Aspecto Técnico, industrial y Económico. Madrid. Inst. Forestal de Investigaciones y Experiencias. 550 p.
- 35.ONERN.** 1976. Mapa Ecológico del Perú. Guía Explicativa. Oficina Nacional, de Evaluación de Recursos Naturales Lima. 146p.
- 36.SCHEFFER, T.C. and DUNCAN,C.C. 1947.** The decay resistance of certain Central American and Ecuatorian Woods. Tropical Woods. No. 92: 1-24.
- 37.TORRES, J.J. 1960.** Conservación de Maderas en su Aspecto Práctico. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid. 97 p.
- 38.** 1964. Principales enfermedades de las frondosas en España. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid. p. 25-28.
- 39. TOSI, J.A.** 1960. Zonas de Vida Natural en el Perú. IICA. de la OEA. Zona Andina. Boletín Técnico No. 5 271 p.
- 40. WOLF, F.A. y VIOLE, F.T.** 1941. The Funda. Vol. II John Willey & Sons, Iras. New York. p. 37-50; 53-67; 96-109; 123-147 y 151-163.

