

Durabilidad Natural de 53 Especies Forestales de Yurimaguas

V. R. González F. ⁽¹⁾

Resumen

La madera, siendo un valioso recurso natural, debe ser aprovechada en la mejor forma para lograr el rendimiento más económico, y para ello es necesario clasificarla en todos sus aspectos.

El presente trabajo tiene como finalidad principal clasificar a un grupo de 53 especies forestales de Yurimaguas, bajo el aspecto de Durabilidad Natural y para ello, se han sometido probetas del duramen de estas maderas a la acción continua de 5 variedades puras de hongos xilófagos, analizando al cabo de 90 días de exposición el comportamiento de dichas especies.

La prueba se realizó de acuerdo a las normas existentes para este tipo de ensayos de laboratorio de corta duración, por el procedimiento de agar nutritivo y probetas de madera como sustrato.

Los resultados obtenidos nos llevan a clasificar las 53 especies en la siguiente forma: 10 muy resistentes; 15 resistentes; 11 moderadamente resistentes; 15 no resistentes y 2 muy susceptibles a las pudriciones en general.

En nuestro país, prácticamente no se dispone de datos relativos a la durabilidad de maderas nativas, sin embargo, es bien conocida la resistencia natural de ciertas especies, que han logrado obtener fama como tales, por lo que se hace necesario continuar con este tipo de estudios a fin de clasificar todas las especies forestales del Perú.

Summary

The wood, being a valuable natural resource, should be utilized in the best form in order to get the most economical yield, for doing so it is necessary to classify them considering all its aspects.

The main objective of the present study is to classify a group of 53 wood species from Yurimaguas - Peru. The natural durability of the wood was considered for this analysis, samples of the different woods were subjected to the continuous action of 5 pure varieties of xilophagous fungi, the behavior of the samples to the attack were checked after 90 days of being under these conditions.

The test was developed according to the established standards for this type of laboratory experiment short period of time, using the procedure of nutritional agar, and with wood samples as the substratum.

According to the results that were obtained, the wood species are classified on the following form: 10 very resistant; 15 resistant; 11 moderately resistant; 15 no resistant; and 2 very susceptible to rotting.

¹ Ing. Forestal. Profesor Asociado. Departamento de Industrias Forestales. Universidad Nacional Agraria.

In our country, practically there is a lack of data related to the durability of native woods, however, it is very well known the natural resistance of some species, the some ones are famous because of that characteristic, that is why is necessary to continue doing this studies in order to classify all the Peruvian wood species.

Introducción

El hombre viene utilizando la madera desde tiempos muy remotos y si en un principio hizo con ella utensilios muy rudimentarios, con el correr del tiempo ha llegado a confeccionar verdaderas obras de arte, por lo que con toda justicia, se ha calificado a la madera como el material más completo, capaz de ser empleado en la más amplia gama de productos. Sin embargo, por el hecho de cambiar sus características físicas, por variaciones en su contenido de humedad y destrucción por diversos elementos, se ha tratado, en numerosas ocasiones, de encontrar otros productos que sean capaces de sustituirla, pero a decir verdad, los esfuerzos realizados no han logrado reemplazarla en muchos usos, al menos satisfactoriamente, tan es así, que los ferrocarriles, industrias agrícolas, minería y servicios eléctricos en general, dependen de la madera en muchas de sus necesidades.

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, perforadores marinos, fuego y desgaste mecánico.

Los tres primeros son los llamados agentes biológicos de destrucción y en el presente trabajo hacemos referencia al más importante de ellos; o sea a los hongos y particularmente a 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.

La metodología seguida para evaluar la durabilidad de la madera en laboratorio, ya sea al estado natural, o luego de haber sido tratada con sustancias químicas preservadoras, es muy variada, pero los métodos más generalizados son aquellos que emplean agar nutritivo y probetas de madera, expuestas durante un cierto tiempo frente a la acción destructiva de cultivos puros de hongos típicos de la madera, midiendo luego la intensidad del ataque por la pérdida de peso producida en dichas probetas (1,4, 5, 14, 16, 18).

En el Laboratorio de Preservación de la Madera, del Departamento de Industrias Forestales de la Universidad Nacional Agraria, se ha evaluado la durabilidad natural de 53 especies forestales de Yurimaguas, empleando la técnica de probetas de madera sobre agar, denominada "bloque de agar" o método europeo, el cual permite calcular con razonable seguridad, el comportamiento que tendrá la madera de esas especies cuando se las someta a pruebas definitivas en el campo o método de Cementerios que indudablemente es más exacto para la medida de durabilidad, pero muy lento, ya que requiere de observaciones periódicas por espacio de 8 a 10 años o más, para poder clasificar la madera por dicha propiedad.

A continuación se informa sobre los resultados obtenidos en el trabajo de laboratorio, efectuado entre los meses de Octubre de 1969 y Setiembre de 1970 en "La Molina", Lima, como consecuencia de un Convenio realizado entre el Departamento de Industrias Forestales de la Universidad Nacional Agraria y la Zona Agraria IX del Ministerio de Agricultura.

Revisión Bibliográfica

En relación con la metodología sobre este tema, hay una abundante información, pero con respecto a los resultados de durabilidad de las maderas nacionales, el único tipo de antecedentes que existe se basa en observaciones empíricas hechas por habitantes de algunas zonas del país, lo cual sólo tiene un valor relativo, ya que en muchos casos se ha comprobado que es bastante erróneo.

Se sabe perfectamente que cuando un árbol va envejeciendo, sólo necesita de los anillos anuales más externos para la conducción de savia y suministros de materia transformada, mientras la madera interna va perdiendo gradualmente su actividad vital. Esta transformación de albura en duramen es acompañada por la fijación de resinas, gomas, taninos, esencias y productos en general muy complejos, que oscurecen su color e incrementan su duración, este hecho, tantas veces comprobado, ha sido la base del desarrollo de la industria de preservación de la madera (21).

Numerosas investigaciones demuestran además, que estos preservadores naturales de la madera se encuentran en cantidades relativamente pequeñas y que son solubles en agua o en alcohol (20).

Humphrey y Hubert, en estudios realizados en la albura de varias especies, demostraron que todas ellas fueron rápidamente destruidas por la acción de los hongos (10).

El poder tóxico de algunas sustancias solubles ha sido investigado por dos métodos, principalmente, indicando el poder fungicida de los preservadores y ensayando la resistencia de las maderas, antes y luego de su impregnación con distintos compuestos. Hawley (1924) y Anderson (1931) investigaron por el primer método y demostraron que existía una marcada relación entre la toxicidad de los estratos y la durabilidad de la madera de la cual se obtuvieron (15). Buckley (1931), finalizó su trabajo en el convencimiento de que las maderas durables contenían mayor proporción de materiales extraíbles en alcohol-benceno, que las poco durables.

Flerov y Popov en 1933, publicaron en Europa los primeros trabajos sobre el método de bloque de suelo, el cual fue formalizado por Leutritz en 1946 en los Estados Unidos con bases en estudios acerca de las influencias de la humedad, nutrientes del suelo, y temperatura de incubación sobre las actividades de los hongos destructores de la madera.

Investigaciones posteriores pusieron de manifiesto la necesidad de introducir modificaciones para mejorar el método, tales como la aireación adecuada y precisa para el desarrollo de los hongos, estableciéndose la eliminación de las empaquetaduras de cartón de las tapas de los frascos para cultivos y el aflojamiento de los tapones a 1/4 de vuelta de su posición cerrada, durante el período de incubación (1, 9, 19).

El método fue aceptado por la Sociedad Americana de Prueba de Materiales en 1962, para la realización de pruebas aceleradas de Laboratorio sobre la durabilidad natural y para valorar la resistencia de productos de madera u otros materiales orgánicos expuestos a pudriciones por hongos (14). Sus especificaciones definen que para valoraciones normalizables en resistencia a la pudrición, solamente debe ser usado el duramen ya que la albura no posee las condiciones de durabilidad favorables ni requeridas para este tipo de pruebas (14).

Otras consideraciones, nos hacen ver que en un mismo tronco hay diferencias con respecto a la durabilidad de su albura y duramen, siendo que la resistencia de este último, es mayor que la primera, y varía marcadamente en algunas especies según su posición en el tronco (6, 7), o según la

procedencia u otros factores ecológicos de las especies en juego. En todos estos casos, durabilidad y toxicidad de los componentes de la madera se encuentran estrechamente relacionadas (3).

El peso específico de la madera no es un factor que sirva para relacionarlo con la durabilidad, desde que no hay correlación marcada entre esta propiedad y la resistencia fungosa (17). Dicha resistencia puede relacionarse con las variaciones de extractivos u otros contenidos celulares (3).

Otro factor de resistencia que suele tomarse muy en cuenta es la humedad de la madera, en donde las piezas no estacionadas pueden retener su contenido de agua por un tiempo más o menos prolongado, como para facilitar el desarrollo de los hongos. Pero la madera seca, que se usa sin tratamiento y en contacto directo con el suelo, no aumentará su natural resistencia al ataque biológico (16).

Las condiciones de utilización dan la mejor orientación sobre el comportamiento de una madera, pese a que existen una serie de variantes que pueden modificar el proceso vital de los factores causantes de pudrición.

El Laboratorio de Productos Forestales de Madison, ha confeccionado tablas basadas en datos obtenidos con el uso de diferentes especies en ellas se dividen a las maderas en cuatro categorías: muy durables, durables, intermedias y no durables (11).

Los ensayos en cementerios, con maderas no tratadas son necesarios cuando una medida del ataque de insectos es tan importante como el factor pudrición, 10 que sucede principalmente en los países tropicales (3).

El problema queda resuelto no usando madera sin preservar en situaciones favorables al desarrollo de los hongos, exceptuando aquellas especies sobre las cuales se dispone de datos que no dejan ninguna duda sobre su durabilidad natural (12).

La importancia práctica de las maderas naturalmente durables, está en su aplicación para aquellos usos en donde el empleo de preservadores no es deseable o es muy dificultoso (8).

La importancia real del conocimiento de la resistencia natural de las maderas, está en las recomendaciones que pueden hacerse para el uso sin tratamiento, ya sea porque este no es deseable o porque la característica de la especie hace muy dificultoso el tratamiento (12).

Materiales y Métodos

El material de investigación se extrajo del bosque húmedo tropical de Yurimaguas en donde se seleccionaron 70 especies forestales, pero fueron reducidas posteriormente en Lima a 53, debido a que las 17 eliminadas no presentaban buenas características. La relación de especies se indica en el Cuadro N° 1.

Según Tosi (22), el potencial de esta región, para un futuro desarrollo económico-social y para su integración efectiva en la vida nacional, es uno de los mejores que tiene el Perú.

Preparación de probetas

Las probetas para el ensayo se prepararon en Lima, en el Laboratorio de Procesamiento de la Madera de la Universidad Nacional Agraria y provienen de muestras recolectadas en la Hacienda

San Ramón en Yurimaguas donde seleccionaron piezas de albura y duramen de cada especie maderable, marcadas y remitidas al Departamento de Industrias Forestales en Lima, La Molina.

Debido al gran número de especies a investigar en laboratorio, se prepararon 2 tipos de probetas (A y B) a fin de solucionar el problema que se planteaba con la existencia de material de vidrio en esos momentos, ya que se hicieron 5 repeticiones en cada caso.

Las probetas Tipo A son paralelepípedos rectangulares de 3 cm de longitud, 1 cm de ancho y 0.5 cm de espesor, cortadas de tal modo que la arista mayor resulta paralela a la dirección de las fibras. Las probetas Tipo B son cubos de 1.9 cm de arista.

La totalidad de probetas, en cada especie, se extrajo del duramen de una misma muestra, para que aquellas resulten representativas (1,14).

La Norma M10-63 de la AWWA, tomada del Libro de Standards de ASTM, nos indica que las probetas o bloques de prueba deben acondicionarse hasta que lleguen a un equilibrio higroscópico adecuado.

El acondicionamiento de probetas se realizó en un ambiente controlado a 70% de humedad relativa y 27°C de temperatura por un período de 30 días, al término de los cuales las probetas se secaron en horno a $105 \pm 2^\circ \text{C}$ durante 24 horas. Seguidamente se pasaron con exactitud de 0.001 gr, obteniéndose así el peso inicial.

De cada especie se seleccionaron 10 probetas que fueron secadas hasta obtener peso constante, el cual fue usado para calcular la *Humedad inicial* de las probetas que se sometieron al ataque de los hongos.

Luego de estas operaciones, las probetas se esterilizaron en autoclave a 120°C durante 1 hora, proporcionándoles además la humedad necesaria para hacer factible el ataque de los hongos.

El *Peso seco inicial* se calculó de acuerdo a la siguiente fórmula (18):

$$PSI = P_i = \frac{P_i \times H_i}{100}$$

donde:

PSI = peso seco inicial (gr)

P_i = peso inicial de las probetas (gr)

H_i = humedad inicial (%)

La clasificación de especies por durabilidad natural se hizo midiendo la cantidad de sustancia leñosa destruida por los hongos y para ello fue necesario conocer el *Peso seco final*, que es el peso de la probeta secada a $105 \pm 2^\circ \text{C}$ durante 24 horas, luego del ataque fungoso.

La pérdida de peso expresada en porcentaje se determinó con la siguiente fórmula (18):

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

Con el porcentaje de pérdida de la materia leñosa se hizo la clasificación de especies que figura en el Cuadro N° 3.

Hongos xilófagos

Se utilizaron 5 especies diferentes de hongos típicos de la madera, los cuales provienen de cultivos puros que desarrollan bien en condiciones normales de laboratorio. Dichos hongos son los siguientes:

L.P.M. – 301 *Polyporus sanguineus* L. ex Fr.,* aislado del esporóforo del hongo en tronco caído al suelo de Chamicua (*Claricia nitida* (Allem) Macbr.), en Yurimaguas, por R. González F., en Octubre de 1969.

F.P. 58548 - S. *Fomes annosus* (Fr.) Karst., aislado del esporóforo del hongo en *Pinus* sp., por Summit Hills, en Virginia (Estados Unidos) y coleccionado por R. W. Davison en Noviembre de 1933, remitido al Laboratorio de Preservación y secado de la Madera (La Molina) por el Forest Disease Laboratory en Noviembre de 1969.

L.P.M. - 302 *Polyporus versicolor* L. ex Fr., * aislado del esporóforo del hongo en tronco caído al suelo de Copal (*Trathinckia* sp.), coleccionado por R. González F. en Octubre de 1969.

L.P.M. - 304 *Lactarius deliciosus* L. ex Fr., ** aislado del tejido leñoso, en proceso de pudrición en Yanahuasca (*Oligantes discolor* [HBK]), en el Laboratorio de Preservación de la madera, UNA. La Molina, coleccionado por C. Bazán de segura en Mayo de 1966.

L.P.M. - 306 *Ganoderma applanatum* (Pers) Pat., aislado del esporóforo del hongo, en tronco caído al suelo de Hualaja (*Zanthoxy-lum juniperum* Poepp y Endol.), en Yurimaguas, coleccionado por R. González , F. en Octubre de 1969.

Cultivo e inoculación

Los hongos seleccionados para los ensayos de durabilidad, pertenecen a la clase Basidiomycetes y se cultivaron en extracto de malta de la siguiente composición (13):

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

La inoculación se realizó con las precauciones normales, para evitar las contaminaciones y fue de aproximadamente 1 cm² de micelio, empleándose para ello tubos de prueba para las probetas

* Hongos identificados por R. González F. en el Laboratorio de Preservación de la Madera - La Molina.

** Hongo identificado por C. Bazán de Segura en La Molina, confirmado en el Centro de Industrias Forestales de Portugal

tipo A y botellas de 250 ml. de capacidad, con tapa de metal a rosca de la que se quitaron las empaquetaduras (modelo francés), para las probetas tipo B.

En ambos casos, los cultivos se hicieron en mayor número al calculado para la investigación, lo que permitió reemplazar luego los pocos cultivos en los que se observó la presencia de organismos extraños.

Las pruebas de laboratorio se llevaron a cabo según las indicaciones de la Asociación Americana de Preservadores de la madera (AWPA), conforme a las especificaciones de la Norma M10-63 (1) .

La exposición de probetas a la acción de los hongos tuvo una duración de 90 días, realizándose observaciones mensuales del desarrollo fungoso sobre las probetas.

Las fotografías que se adjuntan dan buena idea del aspecto que presentaban los ensayos, luego de ese período de incubación (Figs 1 a 3).

Resultados

Después de un período de 90 días de exposición de las probetas de madera de 53 especies forestales, a la acción de los hongos, *Polyporus sanguineus*, *P. versicolor*, *Fomes annosus*, *Lactarius deliciosus* y *Ganoderma applanatum*, se registró la siguiente información.

En el Cuadro 1 se indica la actividad de crecimiento que tuvieron las colonias puras de los hongos sobre las probetas de madera, notándose que *Polyporus sanguineus* alcanzó un desarrollo fungoso muy rápido y notable sobre la mayoría de las especies forestales; *Polyporus versicolor* cubrió bien las probetas y su actividad de crecimiento fue de buena a notable; *Fomes annosus* desarrolló un micelio muy uniforme sobre las probetas de madera, pero en algunos casos esta actividad, aparentemente fue paralizada y reducida a un ligero crecimiento fungoso; *Ganoderma applanatum* nos mostró una actividad algo variada, pero en general buena; y por último, *Lactarius deliciosus* no pasó de un ligero desarrollo y en algunos casos hasta fue nulo, lo cual nos indica que en el caso de este hongo, no es conveniente realizar pruebas de mayor duración

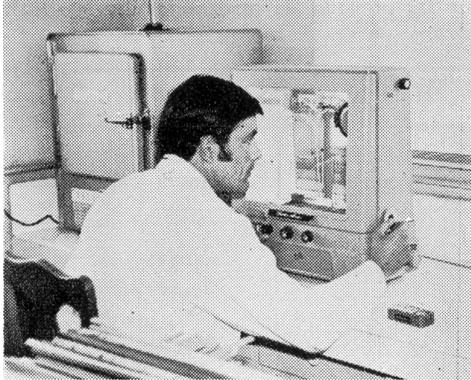


FIG. 1 — Obtención de pesos iniciales de las probetas

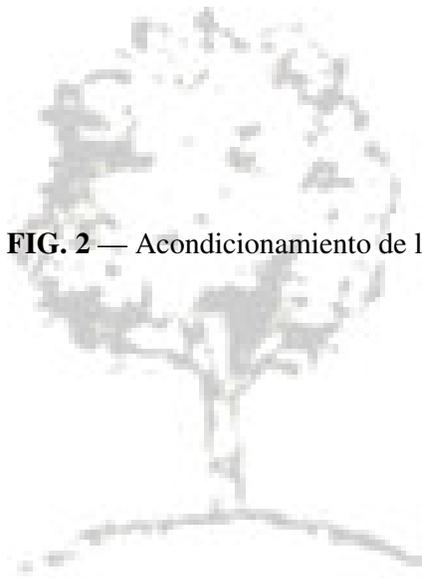


FIG. 2 — Acondicionamiento de las cámaras de pudrición

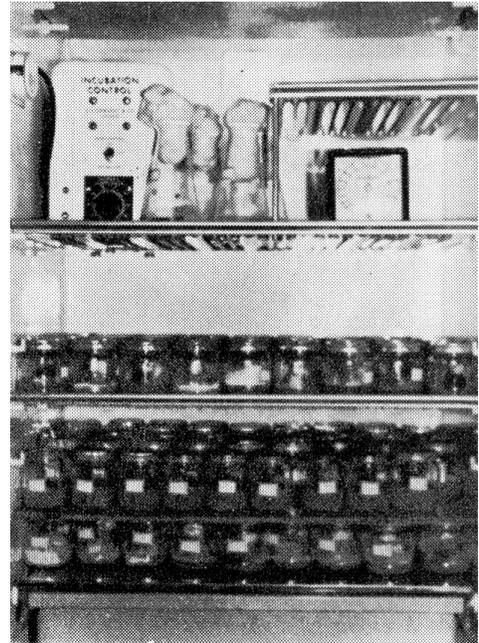
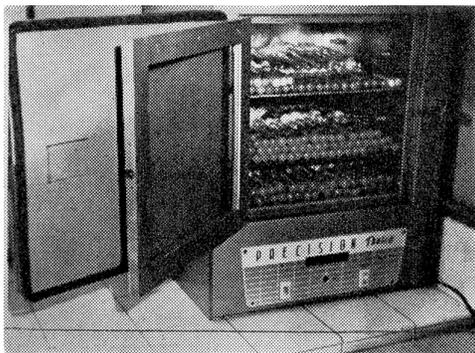


FIG. 3 — Cultivo de los hongos, prueba en estufa

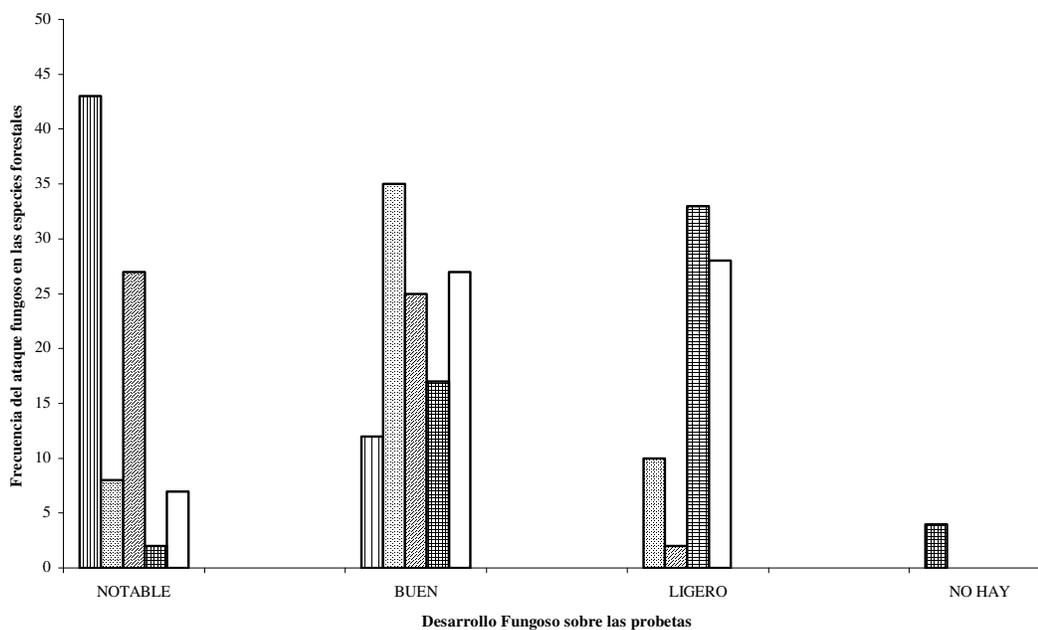


	ESPECIES FORESTALES	HONGOS				
		Polyporus sanguineus	Fomes annosus	Polyporus versicolor	Lactarius deliciosus	Ganoderma applanatum
01	<i>Parinarium parile</i> (Parinari)	+++	+++	+++	++	++++
02	<i>Rhedia floribunda</i> (Palo azufre)	++++	+++	+++	++	+++
04	<i>Sapium marmieri</i> (Caucho masha)	++++	+++	++++	++	++
06	<i>Hevea microphylla</i> (Shiringa)	++++	++++	++++	+++	++
07	<i>Sickingia williamsii</i> (Puca quiro)	++++	++	++++	++	++
08	<i>Clorophora tintorea</i> (Isullija)	++++	++	+++	++	++++
09	<i>Ormosa coccinea</i> (Huayruro)	++++	+++	++++	+++	+++
10	<i>Palicournea sp.</i> (Panguana)	++++	+++	+++	+++	+++
11	<i>Sterculia sp.</i> (Huangana caspi)	++++	+++	++++	+++	+++
12	<i>Diploporis martiussi</i> (Chonta quiro)	++++	+++	++++	+++	++
12a	<i>Diploporis sp.</i> (Chiquiro blanco)	+++	+++	+++	++	+++
13	<i>Trichilia japurencis</i> (Ucho mullaca)	++++	+++	+++	++	++
14	<i>Symphonia globulifera</i> (Quillo huiqui)	++++	+++	+++	+++	++
15	<i>Iryanthera paraensis</i> (Pucuna caspi)	++++	++	+++	++	+++
16	<i>Cosmibuena grandiflora</i> (Acero caspi)	++++	++	+++	++	++
17	<i>Erythrina sp.</i> (Ana caspi)	+++	+++	+++	++	+++
18	<i>Jacaranda copaia</i> (Ishtapi)	++++	++++	++++	+++	+++
19	<i>Vitex pseudoles</i> (Palo perro)	++++	+++	++	+++	++
20	<i>Clarisia racemosa</i> (Mashonaste)	++++	+	+++	++	+++
22	<i>Ouratea sp.</i> (Loromicuna)	+++	+++	+++	++	+++
24	<i>Hymenaea oblonguifolia</i> (Yutubanco)	++++	++	++++	++	++++
27	<i>Cordia sp.</i> (Openchona)	++++	++	++++	++	+++
28	<i>Ogcodeja tamamari</i> (Tamamuri)	++++	+++	++++	+++	+++
29	<i>Zanthoxylum juniperum</i> (Hualaja)	++++	+++	++++	++	+++
31	<i>Pterocarpus alej</i> (Yahuar caspi)	++++	+++	+++	+++	++
33	<i>Croton matourensis</i> (Yurac ciprana)	++++	+++	++++	+++	+++
34	<i>Inga sp.</i> (Puca shimbillo)	++++	+++	++++	++	+++
35	<i>Simarouba amara</i> (Marupi)	++++	+++	++++	+++	++++

ESPECIES FORESTALES	HONGOS				
	Polyporus sanguineus	Fomes annosus	Polyporus versicolor	Lactarius deliciosus	Ganoderma applanatum
37 <i>Oliganthes discolor</i> (Yana huasca)	++++	+++	++++	++	++++
38 <i>Brosimum paraense</i> (Palo sangre)	+++	+++		++	++
38a <i>Brosimum uleanum</i> (P. sangre blanco)	+++	++++		++	++
39a <i>Perebea chemicua</i> (Chemicua blanca)	++++	+++	++++	++	+++
41 <i>Caryocar coccineum</i> (Almendro)	+++	+++	+++	++	++
42 <i>Couma macrocarpa</i> (Leche caspi)	++++	+++	++++	+++	+++
43 <i>Trophis racemosa</i> (Urpay manchinga)	+++	+++	+++	++	++
44 <i>Spondias mombin</i> (Ubos)	++++	+++	++++	+++	++++
45 <i>Lonchocarpus sp.</i> (Ochabaja)	++++	++++	++++	++	++
46 <i>Myroxylon balsamum</i> (Estoraque)	++++	++	+++	++	+++
47 <i>Terminalia oblonga</i> (Yacushapana)	++++	++++	++++	+++	+++
48 <i>Matisia bicolor</i> (Sapote)	++++	++++	++++	++++	++++
52 <i>Aspidosperma vargesii</i> (Quillo bordon)	++++	+++	+++	+	++
53 <i>Trichilia sp.</i> (Cedro mullaca)	+++	++	+++	++	++
54 <i>Tabebuia pentaphylla</i> (Tahuari)	+++	++	++++	+	++
55 <i>Manilkara bidentata</i> (Quinilla colorada)	+++	++	+++	+	++
65 <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Capirona)	++++	+++	+++	++	++
66 <i>Ficus anthelmintica</i> (Ojé)	++++	++++	++++	+++	+++
67 <i>Couropita peruviana</i> (Aya huma)	++++	+++	++++	+++	+++
68 <i>Guarea trichilioides</i> (Requia)	++++	+++	+++	++	+++
68a <i>Guarea sp.</i> (R. blanca)	++++	+++	+++	++	+++
69 <i>Carpotroche parvifolia</i> (Cacha huayo)	+++	+++	+++	++	+++
73 <i>Parahancornia amapa</i> (Naranja podrida)	++++	+++	+++	++	+++
75 <i>Sterculia tessmannii</i> (Sapoena)	++++	+++	++++	++	+++
80 <i>Pousoqueria longifolia</i> (Raya caspi)	++++	++++	++++	++	+++

- +: No hay desarrollo fungoso sobre las probetas.
- ++: No hay desarrollo fungoso sobre las probetas.
- +++ : Buen desarrollo fungoso sobre las probetas.
- ++++: Notable desarrollo fungoso sobre las probetas.

CRECIMIENTO DE LOS HONGOS XILOFAGOS SOBRE LAS PROBETAS AL TERMINAR EL ENSAYO (90 DIAS)



-  Polyporus sanguineus
-  Fomes annosus
-  Polyporus versicolor
-  Lactarius deliciosus
-  Ganoderma applanatum

En el Cuadro N° 2 se registra la información correspondiente a la durabilidad natural en Laboratorio, indicando el porcentaje de pérdida sufrido por las probetas, debido a la acción de cinco cepas puras de hongos típicos de la madera, durante 90 días, bajo las condiciones del ensayo.

El examen de las maderas sometidas a esta prueba biológica, permitió establecer una cierta concordancia entre los datos de la pérdida de materia leñosa y la apreciación directa de la magnitud del ataque sobre las probetas, notándose que en algunos casos no existe relación ya que probetas muy cubiertas por manto fungoso no indicaron porcentajes altos de pérdida de peso, en cambio, probetas que no mostraron un notable ataque a simple vista, habían perdido mayores pesos, como es el caso en *Fomes annosus*.

CUADRO N° 2. Promedio de Pérdida de Peso de las Probetas, por acción de los hongos, expresada en porcentaje (90 días).

ESPECIES FORESTALES	HONGOS					
	Peso específico	Polyporus sanguineus	Fornes annosus	Polyporus versicolor	Lactarius deliciosus	Ganoderma applanatum
Parinarium parile	0.65	1.65	2.97	1.43	0.13	0.63
Rhedia floribunda	0.74	6.54	13.76	6.43	3.47	3.34
Sapium marmieri	0.32	13.09	2.47	13.47	13.06	13.22
Hevea microphylla	0.58	15.97	0.94	15.89	12.58	14.02
Sickingia williamsii	0.61	4.42	0.98	3.05	3.36	5.68
Chlorophora tintorea	0.55	1.83	12.18	1.35	1.6	1.06
Ormosia coccinea	0.67	2.55	2.33	3.63	4.39	2.72
Palicourea sp.	0.57	25.13	6.75	24.97	13.32	16.7
Sterculia sp.	0.62	2.38	13.19	2.08	2.05	2.32
Diploporus martiusii	0.82	0.78	14.39	0.42	0.61	0.22
Diploporus sp.	0.84	0.42	7.59	0.8	0.11	0.16
Trichilia japurensis	0.36	11.75	2.51	10.65	10.23	10.25
Symphonia globulifera	0.36	20.77	19.84	20.93	18.14	20.34
Iryanthera paraensis	0.84	0.68	0.55	0.3	0.12	0.17
Cosmibuena grandiflora	0.82	5.92	6.58	5.7	3.51	4.83
Erythrina sp.	0.7	2.22	2.33	2.14	2.37	2.07
Jacaranda capria	0.31	14.02	6.36	20.42	15.35	18.82
Vitex pseudolea	0.83	7.85	8.43	7.5	7.43	7.18
Clarisia racemosa	0.51	18.35	25.25	23.18	23.14	22.39
Ourotea sp.	0.38	13.85	14.65	11.1	12.32	13.18
Hymenoclea oblongifolia	0.72	6.45	7.63	5.18	7.02	6.45
Cordia sp.	0.44	10.65	12.14	9.67	7.49	6.35
Ogcodesia tamamuri	0.7	2.45	3.81	2.22	2.48	2.63
Zanthoxylum juniperum	0.45	13.84	12.67	13.22	10.7	13.45
Pterocarpus ulei	0.57	15.8	17.24	14.36	12.75	13.8
Croton matourensis	0.35	37.83	39.45	38.36	29.4	31.36
Inga sp.	0.73	0.16	0.48	0.13	+0.02	0.18
Simarouba amara	0.29	18.45	23.18	19.65	17.43	18.35
Oliganthes discolor	0.34	12.33	17.18	13.04	12.65	13.18
Brosimum paraense	0.75	+0.23 (1)	+0.31	+0.43	+0.18	+0.03
Brosimum uleanum	0.83	4.27	5.65	5.18	3.43	3.29
Perebea chimicua	0.74	8.67	9.36	8.45	7.63	7.21
Caryocar coccineum	0.83	+0.03	+0.05	+0.02	+0.75	+0.18
Couma macrocarpa	0.45	13.65	18.33	14.41	7.63	9.18
Couropita peruviana	0.71	7.65	4.33	5.92	3.17	4.36
Guarea trichilioides	0.43	14.75	12.18	14.09	13.27	14.65
Guarea sp.	0.78	4.36	3.7	4.18	2.19	6.00
Carpotroche parvifolia	0.83	1.33	0.29	1.02	0.43	0.18
Parahaucornia amapa	0.71	5.6	6.22	5.41	4.78	5.02
Sterculia tessmannii	0.41	30.91	35.28	32.43	26.18	26.2
Pousoqueria longifolia	0.61	2.14	1.43	1.92	1.18	+0.23
Trophis racemosa	0.47	1.19	2.16	1.43	1.9	1.35
Spondias nombin	0.8	2.18	3.04	3.02	2.46	2.02
Lonchocarpus sp.	0.79	0.1	0.1	0.08	+1.14	+1.00
Myroxylon balsamum	0.65	1.43	1.18	1.03	0.93	0.91
Terminalia oblonga	0.3	18.43	21.12	18.45	19.27	23.02
Matsia bicolor	0.42	10.63	9.18	7.33	8.32	8.2
Aspidosperma vargesii	0.62	0.03	0.5	0.18	0.03	0.04
Trichilia sp.	0.46	1.23	0.95	1.05	0.18	0.31
Tabebuia pentaphylla	0.62	2.18	3.63	2.95	1.93	2.15
Manilkara bidentata	0.53	7.93	9.45	6.38	6.18	6.3
Calycophyllum spruceanum	0.41	5.33	5.18	5.43	4.68	4.79
Ficus anthelmintica	0.47	7.9	7.4	7.83	7.03	7.18

(1) Los valores con signo positivo indican aumento de peso, pero no afectan la precisión de la prueba y se consideran frecuentes y normales en este tipo de ensayos (7)

El promedio de pérdidas de peso, por especie, se consigna en el Cuadro N° 3, en donde, de acuerdo con las normas establecidas para la interpretación de resultados, se forman cinco rangos de resistencia a la descomposición fungosa: muy resistentes (inferiores al 1% de pérdida), hasta muy susceptibles (superiores al 30% de pérdida de materia leñosa), referidos a los pesos secos iniciales de las probetas de madera en prueba.

CUADRO N° 3. Clasificación Promedio de especies en base al porcentaje de peso perdido por las probetas expuestas a la acción de los hongos.

INFERIORES al 1 %	ENTRE 1.1% y 5%	ENTRE 5.1% y 10%	ENTRE 10.1% y 30%	SUPERIORES al 30%
CLASIFICACION DE ESPECIES POR RESISTENCIA NATURAL				
Muy Resistentes	Resistentes	Moderadamente Resistentes	No Resistentes	Muy Susceptibles
Diptotropis martinsii	Parinarium parile	Cosmibuena grandiflora	Sapium marmieri	Croton matourensis
Diptotropis sp.	Rhedia floribunda	Xitex pseudolea	Hevea microphylla	Matisia bicolor
Iryanthera paraensis	Sickingia williamsii	Humenaea oblongifolia	Policournia sp.	
Inga sp.	ChIorophora tintorea	Cordia sp.	Trichilia japurensis	
Brosimum paraense	Ormosia coccinea	Perebea chimicua	Symphonia globulifera	
Caryocar coccincum	Sterculia S.P.	Trophis racemosa	Jacaranda espaia	
Myroxylam balsamum	Erythrina sp.	Terminalia oblonga	Clarisia racemosa	
Manilkara bidentata	Ogcodeia tamamuri	Couropita peruviana	Ouratea sp.	
Guarea trichiloides	Brosimum uleanum	Parahaucornia amapa	Zanthoxylum juniperinum	
Guarea sp.	Lonchocarpus sp.	Sterculia, tessmannii	Pterocarpus ulei	
	Aspidosperma vargesii	Posouguaria longifolia	Sinnarouba amara	
	Trichillia sp.		Oliganthes discolor	
	Tabebuia pentaphylla		Couma macrocarpa	
	Calcophyllum spruceanum		Spondias mombin	
	Carpotroche parvifolia		Ficus anthelmintica	

ESTUDIO DE LA REGRESION ENTRE EL PESO ESPECIFICO DE LAS 53 ESPECIES FORESTALES Y EL PORCENTAJE DE PERDIDA DE MATERIA SECA POR ACCION DE 5 HONGOS XILOFAGOS

$$y = a + b (x - \bar{x}) \text{ donde } a = \bar{y}$$

$$b = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{N}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}}$$

$$\bar{x} = 0.59$$

$$N = 53$$

POLYPORUS SANGUINEUS :

$$\bar{x} = 8.3$$

$$y = 26.6 - 30.5x$$

$$r = -0.6$$

Análisis de la Variancia

Fuente	GL	SC	CM	F	Sig.
Regresión	1	1519.06	1519.06	37.40	XX
Error	51	2071.55	40.61		
Total	52	3590.61			

XX = Altamente significativo

$$S^2 = 40.61$$

$$Sd = \pm 6.3$$

FOMES ANNOSUS:

$$\bar{y} = 8.65$$

$$y = 27.8 - 31.9x$$

$$r = -0.6$$

Análisis de la Variancia

Fuente	GL	SC	CM	F	Sig.
Regresión	1	1664.1	1664.1	35.73	XX
Error	51	2375.2	46.57		
Total	52	4039.3			

XX = Altamente significativo

$$S^2 = 46.57$$

$$Sd = \pm 6.8$$

POLYPORUS VERSICOLOR :

$$\bar{x} = 8.3$$

$$y = 26.4 - 31.9x$$

$$r = -0.6$$

Análisis de la Variancia

Fuente	GL	SC	CM	F	Sig.
Regresión	1	1537.6	1537.6	32.78	XX
Error	51	2392.3	46.90		
Total	52	39.29.9			

XX = Altamente significativo

$$S^2 = 46.90$$

$$Sd = \pm 6.9$$

LACTARIUS DELICIOSUS:

$$\bar{y} = 7.0$$

$$y = 24.3 - 28.8x$$

$$r = -0.6$$

Análisis de la Variancia

Fuente	GL	SC	CM	F	Sig.
Regresión	1	1288.3	1288.3	47.0	XX
Error	51	1395.6	27.4		
Total	52	2683.9			

XX = Altamente significativo

$$S^2 = 27.4$$

$$Sd = \pm 5.2$$

GANODERMA APPLANATUM:

$$\bar{y} = 7.5$$

$$y = 25.9 - 30.7x$$

$$r = -0.6$$

Análisis de la Variancia

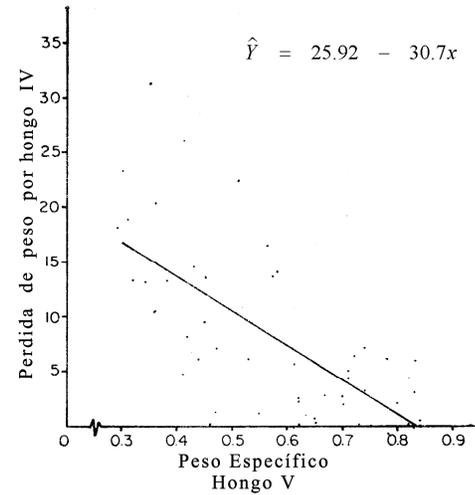
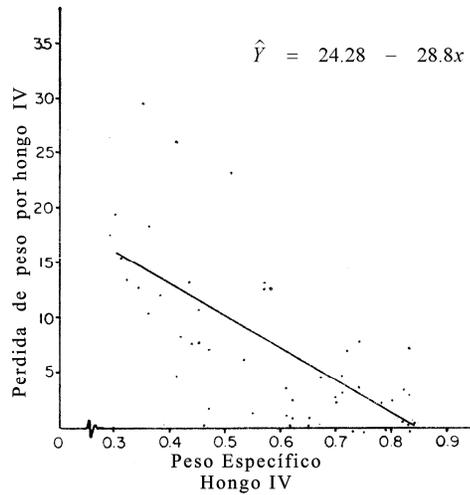
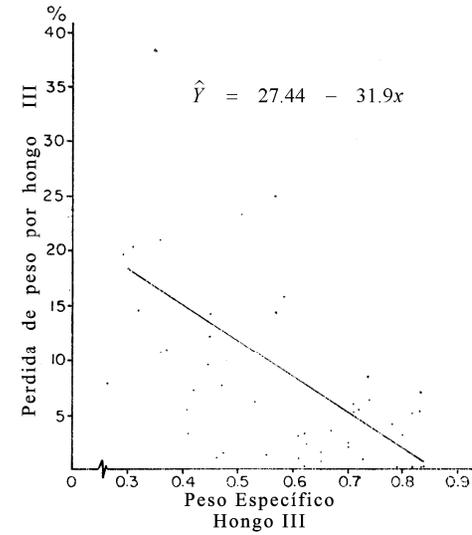
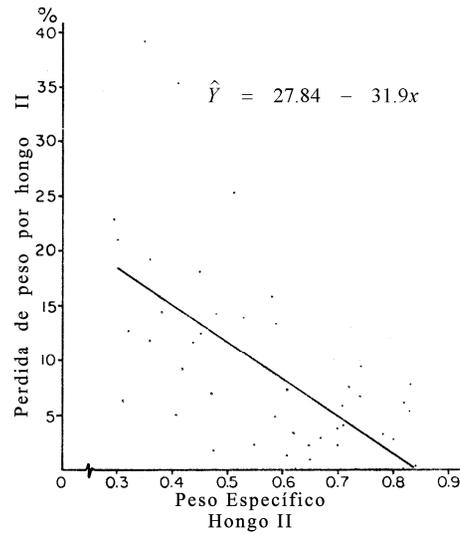
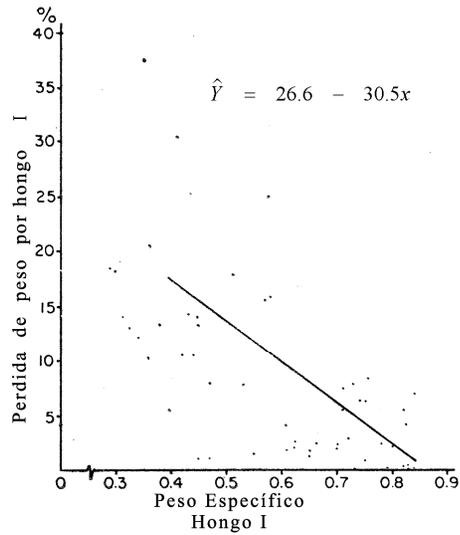
Fuente	GL	SC	CM	F	Sig.
Regresión	1	1494.5	1494.5	46.3	XX
Error	51	1645.9	32.27		
Total	52	3140.4			

XX = Altamente significativo

$$S^2 = 32.27$$

$$Sd = \pm 5.6$$

REGRESION LINEAL ENTRE PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE PERDIDA DE MATERIA LEÑOSA POR ACCION DE LOS HONGOS



- Hongo I = Polyporus sanguineus
- II = Fomes annosus
- III = Polyporus versicolor
- IV = Lactarius deliciosus
- V = Ganoderma applanatum

Discusión

El método empleado en la evaluación de la durabilidad natural de la madera fue rápido y los resultados obtenidos satisfactorios. Los hongos seleccionados crecieron muy bien en las condiciones normales del laboratorio y los casos de infección que se presentaron, no fueron significativos.

Para la elección de los hongos se tomó en cuenta algunas características de agresividad, que de una u otra forma, les han dado alguna fama de dañinos, tal es el caso de *Fomes annosus*, también conocido como "Madison 517", el cual es muy ensayado en la evaluación de la durabilidad natural y relativa en el mundo entero, ya que causa graves daños a árboles de mucha importancia económica (17, 18).

La Norma M10-63 de la AWWA, recomienda el uso del *Polyporus versicolor* para el ensayo de maderas duras, ya que al igual que *Polyporus sanguineus* se trata de especies tropicales (1). Los hongos *Ganoderma applanatum* y *Lactarius deliciosus* son bastante comunes en nuestro medio y poseen buena fama, como destructores de la madera. La descripción de algunas de las características más importantes de estos hongos se presentan en el Apéndice.

Relacionando las observaciones realizadas visualmente durante el tiempo que duró la prueba biológica, en lo que se refiere al desarrollo de los hongos sobre las probetas, y la pérdida de peso, podemos notar que el mejor desarrollo del micelio lo presentó *Polyporus sanguineus*, pero que en realidad, la mayor pérdida de peso la registran las probetas atacadas por *Fomes annosus*. *Lactarius deliciosus* fue el hongo que menor actividad mostró su desarrollo fue ligero y en algunos casos nulo y la pérdida de peso que registraron las probetas atacadas, en general, fue baja, al menos comparada con la actividad desarrollada por los otros hongos.

Esta circunstancia nos permite calcular que la especie fungosa no se adaptó bien a las condiciones del experimento o que influyeron en ella condiciones ecológicas que variaron su comportamiento en forma negativa.

En la confección de probetas, se seleccionó madera de duramen de 2,5 cm. de grosor tal como lo indican las normas, pero en las medidas finales de las probetas de tipo A, se consideró conveniente no ajustarse a las especificaciones dadas por la AWWA, debido principalmente al material de vidrio que se disponía en el laboratorio.

Por otra parte, cabe mencionar que las normas ASTM y las de la AWWA, consideran que en todo ensayo para pruebas de durabilidad se deben considerar a las especies forestales menos resistentes como indicadoras de la severidad del ataque de los hongos xilófagos que en nuestro caso bien podrían ser las especies *Croton matourensis* o *Matisia bicolor* que demostraron ser muy susceptibles.

De la información recogida en los resultados del experimento, podemos presumir que ha de sacarse toda la utilidad práctica que pueda permitir a los usuarios de madera del país emplear la especie forestal más apropiada para los distintos usos a que estén destinadas las maderas del Perú. Recordemos que sólo las especies que resultaron muy resistentes, al ataque del hongo, pueden emplearse sin tratamiento preservador; al menos si se usa su duramen solamente (12). Las especies que resultaron resistentes deberán ser tratadas sólo en los casos que se deban encontrar muy expuestas a la acción destructiva de los elementos biológicos y todas las demás especies deberán ser tratadas para evitar su fácil descomposición.

CARACTERISTICAS MÁS IMPORTANTES DE LOS HONGOS QUE SE EMPLEARON EN LA PRUEBA DE DURABILIDAD

Polyporus sanguineus L. ex Fr. (Basidiomycete, Polyporaceae)

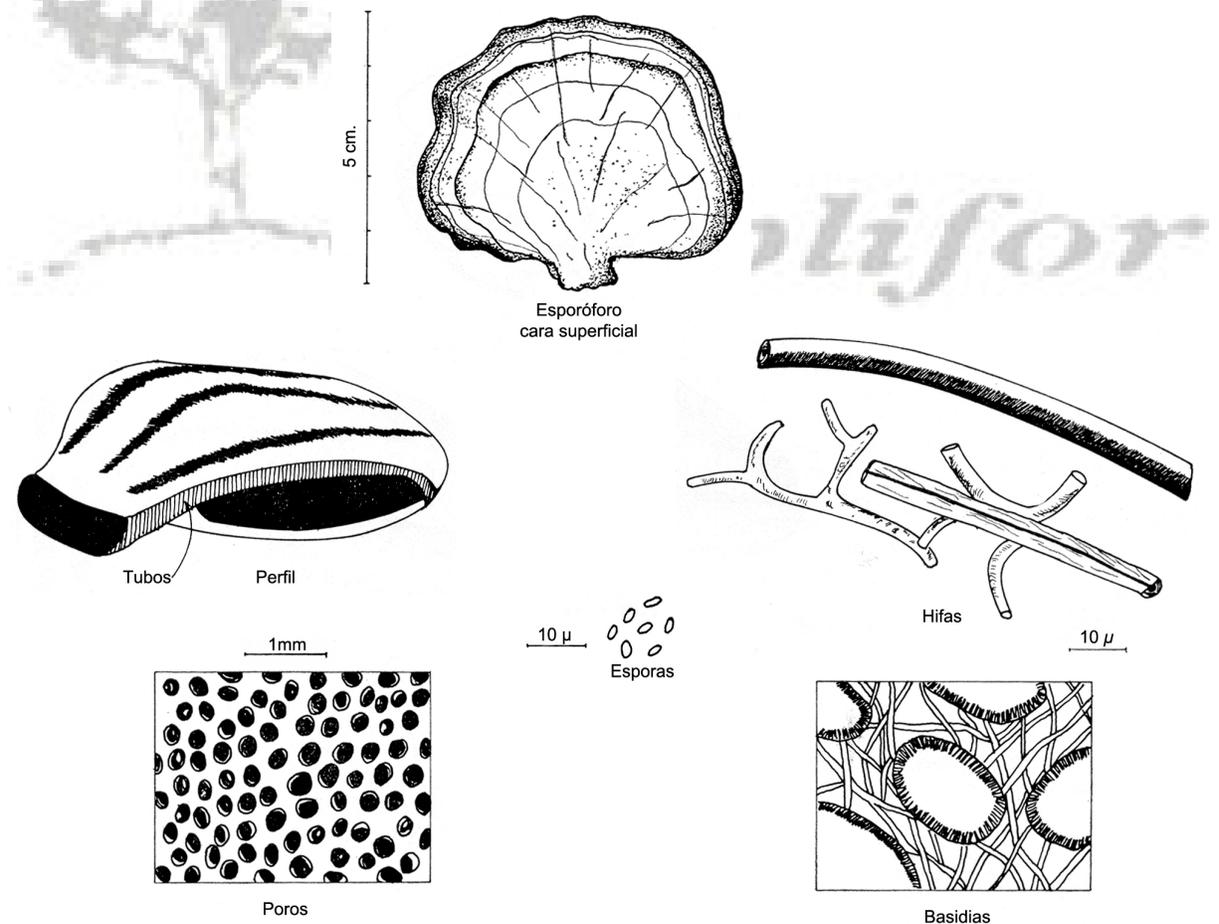
Sinonimia: *Pycnoporus sanguineus* (L. ex Fr.) Murr.; *Pycnoporus coccineus* (Fr.) Bond-Sing.; *Polystictus sanguineus* (L. ex Fr.) Mey.; *Coriolus sanguineus* (Fr.) G.H. Cunn.; *Trametes cinnabarina* (Jacq. ex Fr.) Fr. var. *sanguinea* (L.) Pilát (2, 18).

Esta especie está ampliamente distribuida en las zonas tropicales habiéndose registrado en Ghana, Guayana, India, Nueva Zelandia y muchos países más. En Perú, se extrajo del bosque tropical húmedo en Yurimaguas, pero la especie está bien representada en nuestros bosques.

Polyporus sanguineus, posee un carpóforo anual, corchoso, más bien delgado y algo flexible. Presenta un himenio ligeramente arrugado, con tubos o poros en su cara inferior. El hongo es de color rojo ladrillo.

Los cultivos en laboratorio, en extracto de malta, a 24-27°C de temperatura dieron muy buen resultado, obteniéndose colonias puras, bien desarrolladas a los pocos días caracterizadas por su aspecto algodonoso afieltrado, blanco al comienzo y posteriormente cambiantes a rojo-ladrillo.

En maderas tropicales, causa una pudrición corrosiva, caracterizada por la destrucción de la lignina, dejando al final un complejo de celulosa, más o menos blanquecina que se presenta en forma de alveólos o betas blancas, separadas por zonas de madera sana, de color normal.



Fomes annosus (Fr.) Cooke (*Basidiomycete, potyporaceae*)

Sinonimia: *Polyporus tulipiferus* Overh.; *Trametes radiciperda* Hartig.; *Fomitopsis annosus* (Fr.) Karst.

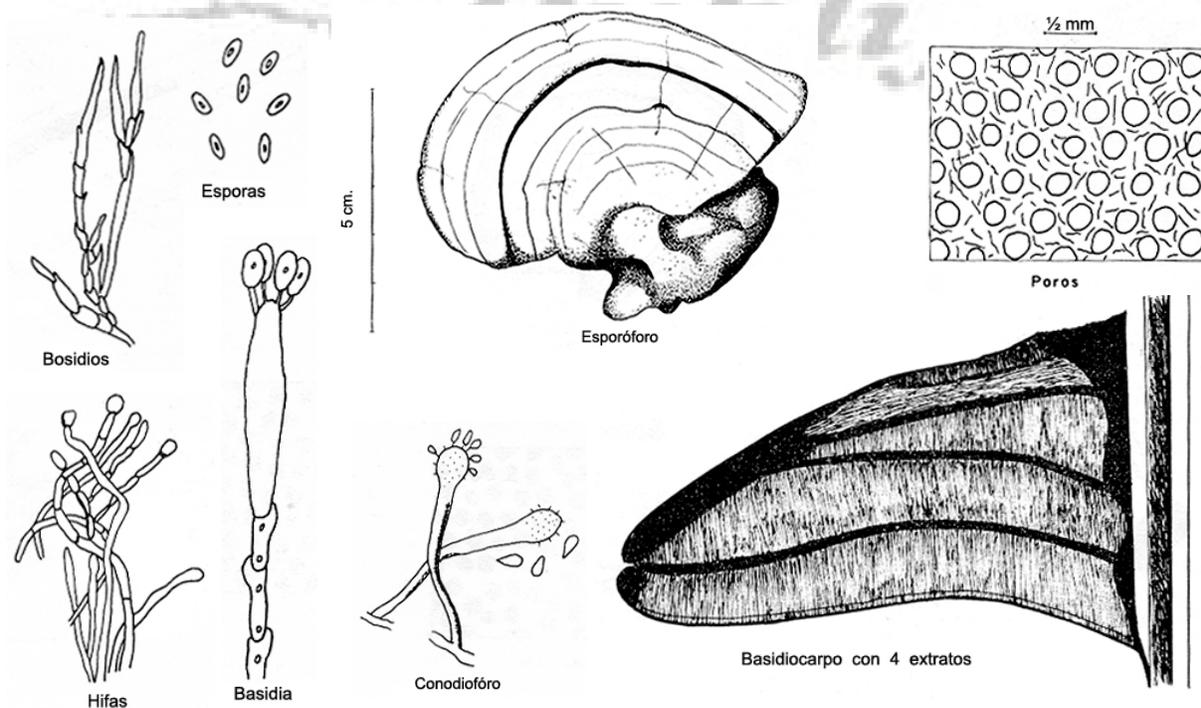
Conocido generalmente como *F. annosa* en Australia y Nueva Zelanda. Ampliamente distribuido, principalmente en el Norte de la zona templada, pero también en Australia, Sud Africa y el Oeste Indio. No se ha registrado en el Perú.

La especie es muy importante porque ataca coníferas y latifoliadas. Se encuentra como saprófito en maderas, desparramando sus esporas por acción del viento, convirtiéndose rápidamente en parásito de árboles (pudrición de la raíz o pudrición roja) produciendo infección por contacto de raíces. En coníferas, el primer síntoma de infección se manifiesta por una coloración rojiza-púrpura acompañada luego de rayas que varían según el huésped. En latifoliadas, la pudrición es destructiva tipo prismático, caracterizada por un fuerte ataque concentrado principalmente sobre la celulosa y pentosanos asociados, dejando un residuo carbonífero formado por lignina más o menos inalterada, el cual puede desintegrarse fácilmente entre los dedos.

El esporóforo o cuerpo fructífero casi siempre se forma en la base de los árboles, es de al tamaño variable, algo arrugado y coriáceo, más tarde leñoso. Presenta un pileo no cubierto de laca, con la superficie aterciopelada cuando está joven, convirtiéndose en marrón rojizo pulido y lustroso, oscureciéndose con el tiempo, siendo su margen restante blanquecino. Posee esporas no truncadas que salen de un conidióforo típicamente erecto. La especie es perenne, y es decir, que cada año produce una nueva capa himenial en estratos, pudiendo contarse más de diez de estos pisos en cuerpos fructíferos viejos.

El comportamiento del hongo en laboratorio, sobre extracto de malta a 24-27°C de temperatura es bueno, notándose el manto de micelio a los pocos días.

La agresividad de este hongo típico de la madera, hace que con frecuencia se lo emplee en evaluaciones toximétricas de preservadores y en pruebas de durabilidad natural de la madera.



Polyporus versicolor L. ex Fr. (Basidiomycete, Polyporaceae)

Sinonimia: *Coriolus versicolor* Quéll.; *Polystictus versicolor* (Fr.) Cooke.

Es una especie de hongo considerada como Subcosmopolita, encontrándose distribuida en Australia, Gran Bretaña, Canadá, Ceylán, Ghana, India, Pakistán y muchos otros lugares, a los que incluimos el Perú.

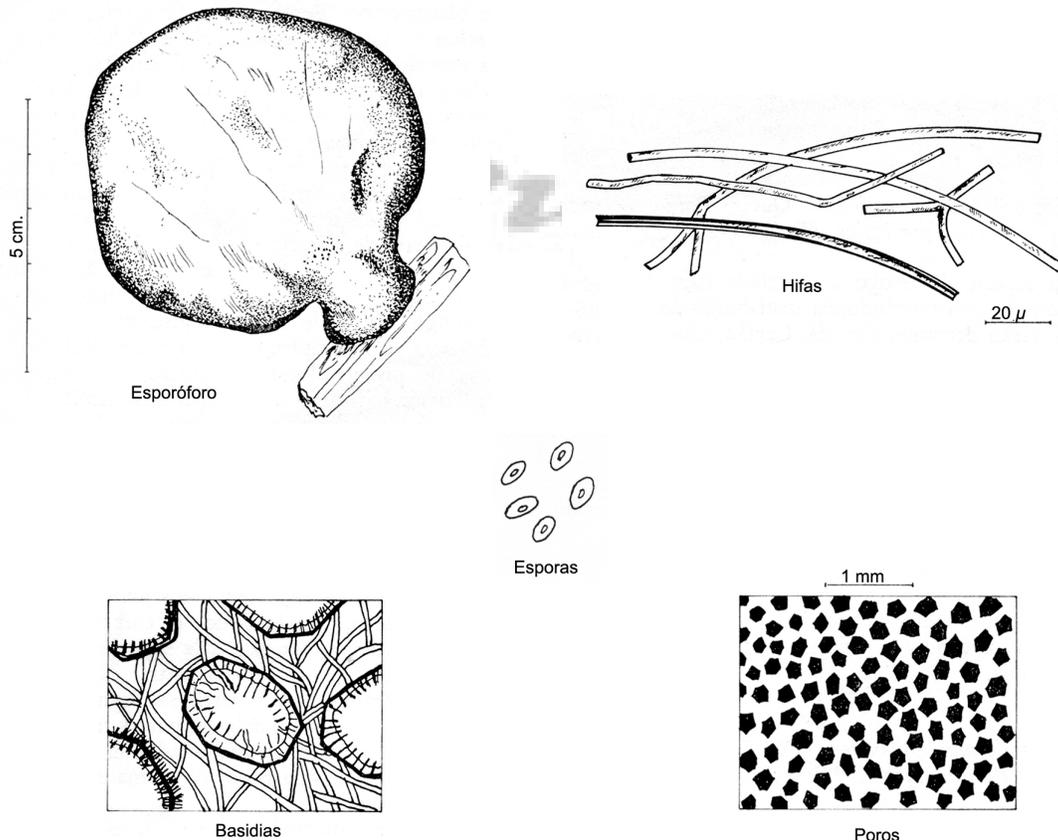
P. versicolor es comúnmente saprófito. Causa podredumbre en maderas de latifoliadas.

El basidiocarpo de este organismo es anual, pero puede sobrevivir hasta dos años, comúnmente es sésil, por lo tanto, el cuerpo fructífero queda como adosado a la superficie de la madera sobre la cual se encuentra; es de consistencia carnosa, dura o corchosa, llega a medir unos 10 cm. de ancho, delgado y muy resistente, de color marrón – rojizo - anaranjado. El himenio es crema blanco, con poros de forma angular y paredes delgadas.

La madera infectada en general, es muy pálida, pero retiene su forma y volumen, mostrando hacia afuera rajaduras contraídas con un micelio blanco. Algunas veces, la madera presenta paredes de color canela, lo cual se conoce como "Línea de pudrición negra", de gran desarrollo en la albura de muchos árboles de hoja ancha.

Ataca a maderas en estacionamiento, mostrándose al comienzo una podredumbre insignificante, que luego se vuelve muy fuerte hasta que logra la descomposición completa de la madera.

El crecimiento de las colonias en laboratorio a 25°C de temperatura, es muy abundante y al igual que *P. sanguineus*, cubrió muy bien las probetas de madera.



Lactarius deliciosus (L.) Fr. (Basidiomycete, Agaricaceae)

La distribución geográfica de esta especie no está bien difundida en la literatura forestal, sin embargo, su existencia en el Perú ha sido registrada.

La característica del órgano fructificante del hongo, es la segregación de una sustancia blanquecina, similar a la leche (látex), la cual es expulsada por una serie de tubos o células esferiformes que atraviesan totalmente al tejido que forma el píleo y la bolva, a ello se debe principalmente su nombre.

El carpóforo es carnoso, laminar y presenta variaciones de color debido a que el látex blanco amarillento, normal de la especie, cambia a veces a colores verde, azul y aún a otros tonos más llamativos.

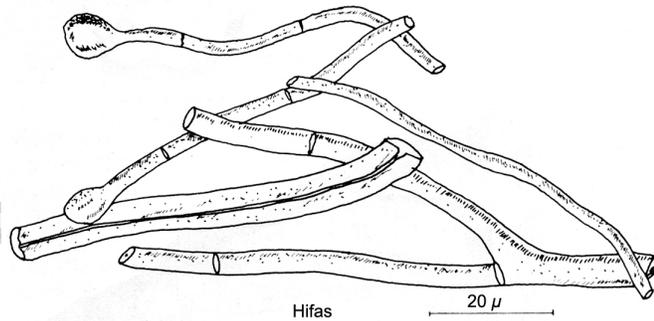
En su forma de ataque se parece mucho a *Armillaria mellea*, ya que prefiere la base de los troncos y llega a causar la muerte de los árboles que parasita. La madera atacada presenta una podredumbre corrosiva, tipo fibroso, la cual se extiende por todo el duramen de la base del huésped, en latifoliadas y se limita especialmente a la albura en coníferas.

El desarrollo que mostró en laboratorio, a 27°C de temperatura fue bueno, pero su actividad fungosa sobre las probetas de madera fue muy baja, llegando en algunos casos a ser totalmente nula.

LACTARIUS DELICIOSUS (L) F R



Esporóforo



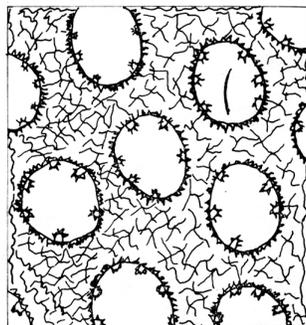
Hifas



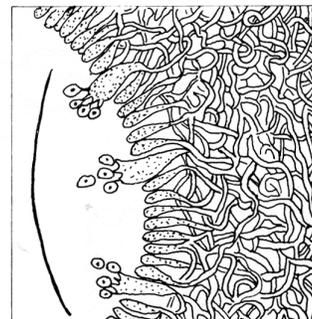
Esporas



20 µ



Sección Transversal del cuerpo fructífero mostrando los poros



Porción de un tubo en lo que se ven las basidias.

Ganoderma applanatum (Wallr.) Pat. (*Basidiomycete, Polyporaceae*)

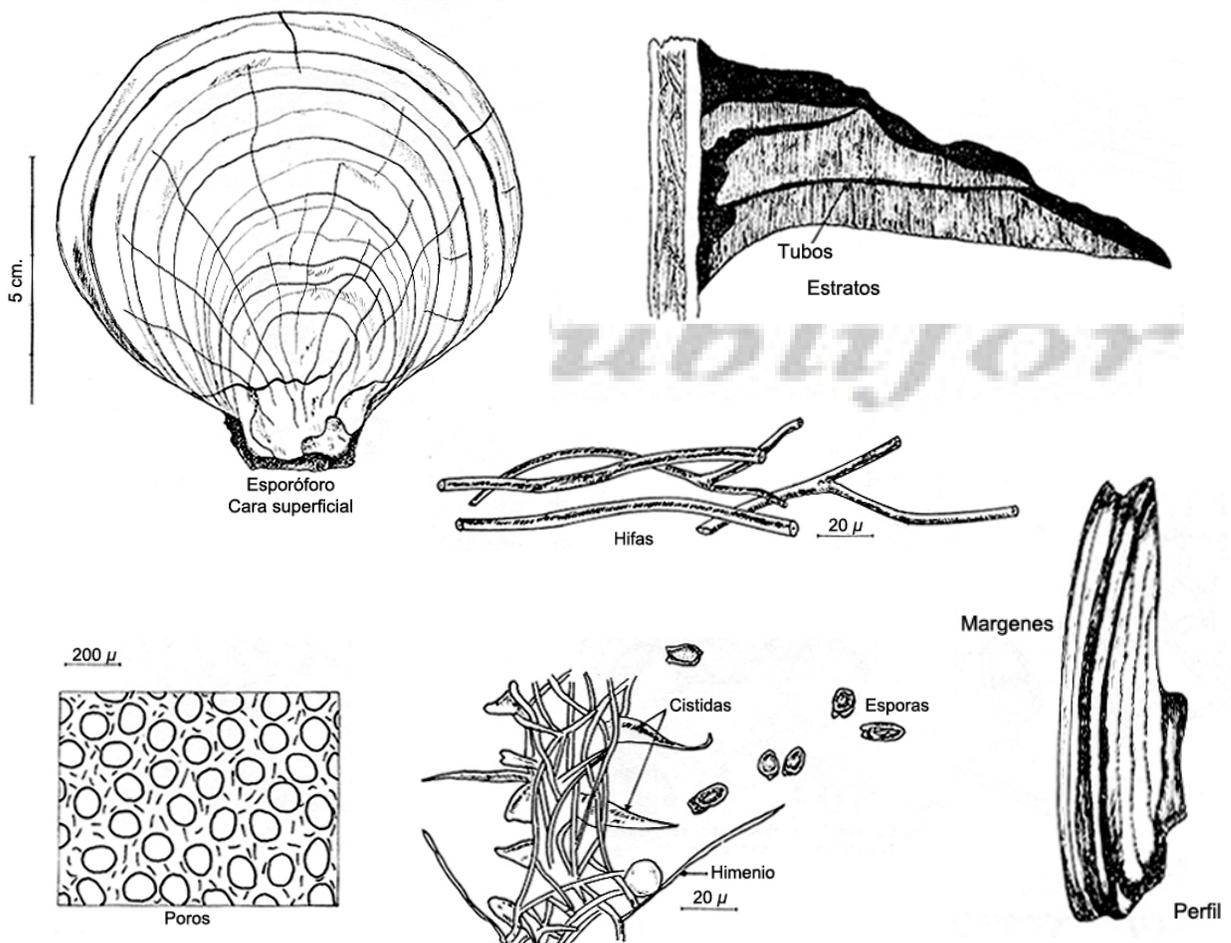
Sinonimia: *Fomes applanatus* (Wallr.) Gill.

Se le considera como subcosmopolita, principalmente en Australia, Gran Bretaña, Canadá y Nueva Zelanda. En América en generales abundante y en los Estados Unidos se le llama hongo de los artistas.

La especie es conocida comúnmente como saprofito, pero se le encuentra como parásito dañino en una amplia variedad de especies forestales, causando podredumbre de tipo moteado blanquizco, que por lo general corre a través del grano de la madera y en árboles en pie, el límite extremo 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.

El esporóforo perennial se produce en madera podrida, es ancho en forma de repisa completamente achatado, la parte superior mide hasta 40 cm. de ancho, muchas veces es imbricado; de color rojizo-marrón, debido a un conjunto muy abundante de esporas ferruginosas. Sus márgenes son blanco-carne.

En condiciones de laboratorio, a 24-27°C de temperatura sobre extracto de malta, desarrolló muy bien, obteniéndose colonias puras y bien desarrolladas.



Conclusiones

- 1.- El hongo *Fomes annosus* resultó ser el más destructor de materia leñosa (Cuadro N° 2) y los hongos *Polyporus* los de mayor desarrollo sobre las probetas.
- 2.- Existe muy poca correlación entre la actividad de crecimiento que alcanzaron los hongos del experimento sobre las probetas de madera con la destrucción causada por la acción de los mismos.
- 3.- El conjunto de especies forestales sometidas a la acción destructiva de los hongos seleccionados para el ensayo mostraron en general pérdidas de peso pequeñas debido a que el duramen es la parte más resistente a las pudriciones (12).
- 4.- El promedio de Resistencia Natural (Cuadro N° 3) nos indica que de las 53 especies forestales estudiadas, 10 resultaron muy resistentes; 15 resistentes; 11 moderadamente resistentes, 15 no resistentes y 2 muy susceptibles.
- 5.- Las especies *Croton matourensis* y *Matisia bicolor* por ser muy susceptibles al ataque fungoso, de los hongos típicos de la madera, pueden utilizarse como indicadores de la severidad de dichos hongos.
- 6.- En el Cuadro del promedio de pérdida de peso que sufrieron las probetas, por acción de los hongos xilófagos se registran algunos valores positivos, que indican, un aumento de peso; lo cual no afecta la precisión del experimento, ya que puede considerarse este hecho como frecuente y normal en este tipo de pruebas biológicas.
- 7.- El método de laboratorio empleado en la evaluación de la propiedad de durabilidad natural de la madera, nos da índices muy valiosos del comportamiento futuro de las especies forestales estudiadas, pero indudablemente los "cementeros de estacas" nos indicarán exactamente esta propiedad.
- 8.- La continuación de este tipo de trabajos con un mayor número de especies forestales, podrán proporcionarnos valiosa información para la clasificación, por resistencia natural, de las maderas del Perú.

Bibliografía

- 1.-ANONIMO. American Wood - Preservers Association. Hojas sueltas que aparecen periódicamente.
- 2.-BESSEY, E.A. 1952. Morphology and Taxonomy of Fungi. Constable and Co. Ltd. Lon. don, W.C.2. 791 p.
- 3.-BORLANDO, L.A. 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, N° 51. La Plata, Argentina. 23 p.
- 4.- ——— 1956. Durabilidad Natural Relativa del duramen de varias maderas argentinas. Laboratorio de Ensayo de Materiales e Investigaciones Tecnológicas (LEMIT), Ministerio de Obras Públicas, Serie 11, N° 68. 13 p.
- 5.-BOYCE, J.S. 1961. Forest Pathology. 3rd Ed. McGraw-Hill Book Co. Inc., N. Y., U.S.A. 572 p.
- 6.-CARTWRIGHT, KST. G. 1942. The variability in resistance to decay of the heartwood of home-grown western redcedar (*Thuja plicata*, D. Don) and its relation to position in the laog. Forestry, 16: 50-51. U.S.A.
- 7.- ——— 1942. The variability in resistance to decay of the heartwood of home-grown European Larch, *Larix decidua*, Mili (L. euro. pea), and its relation to position in the log. Forestry, 16: 49. U.S.A.
- 8.- ——— and W.P.K. FINDLAY. 1950. Decay of Timber and its Prevention. Chemical Publishing Co. Inc. Brooklin, N.Y., 294 p.
- 9.-EADES, H.W., and J.W. ROFF. 1953. The regulation of aeration in wood soil contact Culture Technique. For. Prod. Journ. III (3): 68-71 and 94-95.
- 10.-FRITZ, C.W. 1935. Decay and stains in wood, in For. Prado Lab. of Canada, Ottawa.
- 11.-FOREST PRODUCTS LABORATORY. 1946. Comparative decay resistance of heartwood of different native species when used under conditions which favor decay, in U.S. Dep. of Agric. Technical Note 229.
- 12.-GONZALEZ FLORES, V.R. 1970. Características de Preservación de 53 Especies Forestales de Yurimaguas. Revista Forestal del Perú. Vol. 4, N° 1.
- 13.- ——— y J. ABAD. 1969. Técnicas y Métodos de Laboratorio para el estudio de hongos xilófagos. Instituto de Investigaciones Forestales, Boletín N° 17. 34 p.
- 14.-GOMEZ & NAVA, M., MANRIQUE, R.E. y R.R. QUINARD. 1969. Indices de Laboratorio sobre Resistencia de la Madera a la pudrición en Once Especies Forestales Mexicanas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México, Boletín Técnico N° 31. 40 p.
- 15.-HAWLEY, L.F., FLECK, L.C. and C.A. RI- CHARDS. 1924. The relation between durability and chemical composition in wood, in Ind. Eng. Chem., 16: 699-700.

16.-HUNT, G.M. 1941. Factors that influence the decay of untreated wood in service and comparative decay resistance of different species U.S. Dept. of Agric., Forest Products Lab., R 68 rev. Appl.

17.- ——— y GARRAT G.A. 1962. *Preservación de la Madera*. Madrid Salvat. 486 p.

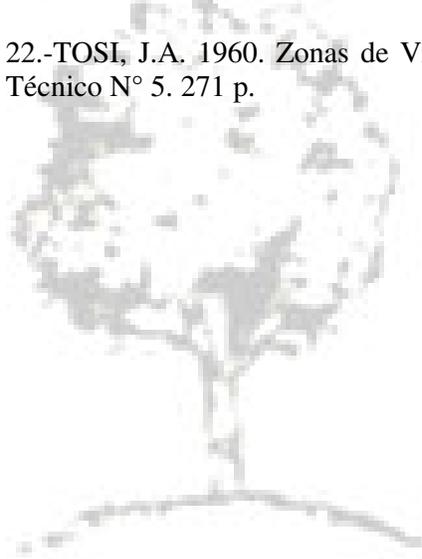
18.-MARTINEZ, B.J. 1952. *Conservación de la madera en su aspecto técnico, industrial y económico*. Madrid, Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. 550 p.

19.-SAKORNBUT, S.S., and R.J. BALSKE. 1957. The Effects of Soil, Moisture, and Aeration variable in Bisassay by the Soil. Block culture Method Repor., For. Prod. Jour. Vol. VII. N° 11: 404-407.

20.-SCHEFFER, T.C. and C.G. DUNCAN. 1947. The decay resistance of certain Central American and Ecuadorian woods. *Tropical Woods*, N° 92: 1-24.

21.-TORRES, J.J. 1966. *Conservación de maderas en su aspecto práctico*. Inst. Forest. de Invest. y Experiencias, Madrid. 97 p.

22.-TOSI, J.A. 1960. *Zonas de Vida Natural en el Perú*. IICA de la OEA. Zona Andina. Boletín Técnico N° 5. 271 p.



Publisor