

DURABILIDAD NATURAL DE MADERAS FRENTE AL ATAQUE DE HONGOS

CDO: 814.1: 844.2

Roberto Juacida P. *, Walter Liese**

RESUMEN

Se estudia la durabilidad natural de madera de coigüe (*Nothofagus dombeyi*), tepa (*Laurelia philippiana*), ulmo (*Eucryphia cordifolia*) y olivillo (*Aextoxicon punctatum*) frente al ataque de tres especies de hongos de pudrición *Coriolus versicolor*, *Coniophora puteana* y *Gloeophyllum trabeum*. Esta durabilidad natural se determina en laboratorio mediante la pérdida de masa experimentada por la madera colocada para este efecto durante 12 semanas en frasco Kolle.

Se analiza el efecto de los extraíbles de la madera en el desarrollo de *Coniophora cerebella* inoculado en placas Petri.

Las maderas ensayadas provenían de 24 árboles distribuidos en tres regiones geográficas de la provincia de Valdivia, Chile.

Los datos obtenidos indican una durabilidad natural escasa para las especies de madera estudiadas con excepción del duramen de coigüe.

Los extraíbles de las especies ensayadas mostraron efectos diferentes frente al desarrollo de *Coniophora cerebella*.

Esta investigación se realizó con la colaboración de la Universidad de Hamburgo, Alemania y Austral de Chile.

SUMMARY

This study deals with the natural decay of coigüe (*Nothofagus dombeyi*), tepa, (*Laurelia Philippiana*), ulmo (*Eucryphia cordifolia*) and olivillo (*Aextoxicon punctatum*) when subjected to the attack of three fungus species *Coriolus versicolor*, *Coniophora punteana* and *Gloeophyllum trabeum*. This natural decay was assayed in the laboratory by means of the loss of weight of the wood when placed in Kolle flasks for a period of 12 weeks.

The effect of wood extracts upon the growth of *Coniophora cerebella* inoculated in Petri dishes was analyzed.

The wood tested came from 24 trees dis-

tributed among three geographical regions of the province of Valdivia, Chile.

Data obtained show scant natural decay for the wood the species studied, except for the heartwood of coigüe.

The extracts of the species tested show different effects with regard to the growth of *Coniophora cerebella*.

This research was carried out under the sponsorship of the University of Hamburg, Germany and the Austral University of Chile.

1.1 Generalidades

El amplio concepto de durabilidad natural comprende aquellas características de resistencia que posee la madera sin tratamiento frente al ataque de hongos, insectos, perforadores marinos y otras influencias. Esta resistencia es debida a los componentes accesorios, los que actúan en forma diferente dependiendo del agente de que se trate.

Ensayos de terreno realizados en distintas zonas geográficas de Chile han mostrado que coigüe, tepa, ulmo y olivillo presentan una durabilidad natural escasa. (BLUHM et al, 1969; JUACIDA, 1973). Ensayos in vitro sobre durabilidad natural frente al ataque de hongos entregan resultados de pérdida de masa bastante variables para las especies de hongos y de maderas que se ensayan en el presente estudio.

De aquí que ha parecido necesario realizar un ensayo más extenso que analice las variaciones dentro y entre individuos de las especies coigüe, tepa, ulmo y olivillo con un material más representativo e igualmente, en base a la cantidad de extraíbles de estas especies, posibles relaciones de su resistencia frente al ataque de hongos. Este ensayo fue realizado en la Universidad de Hamburgo, en el Instituto de Biología y Protección de la Madera, República Federal de Alemania.

1.2 Ensayos micológicos

1.2.1 Material y Método

El presente estudio considera una muestra representativa de acuerdo a las pautas establecidas por JOSLYN (1972), de seis individuos por especie, dos árboles de cada región geográfica. Las regiones geográficas consideradas fueron: Corral, Llanacura y San Ramón, en la Provincia de Valdivia.

* Director del Departamento de Tecnología e Industrias de la Madera Universidad Austral de Chile - Valdivia — CHILE.

** Director del Instituto de Biología y Protección de la Madera Universidad de Hamburgo - Alemania Federal.

La elección de los árboles se realizó mediante el siguiente sistema al azar:

- De un punto ubicable en la cartografía del área (el que se encontraba como mínimo a 50 m de un lugar de explotación) se trazó líneas en dirección Norte-Sur.
- En dichas líneas se extrajeron 2 árboles por especie cuyos diámetros estuviesen dentro del diámetro medio determinado por COX (1975).

— Cada árbol así considerado debió presentar un óptimo estado de sanidad.

De cada árbol se cortaron secciones de 90 cm de largo a una altura de 4 m sobre el suelo. Es conocido que en la zona entre 4-5 metros sobre el suelo las características más importantes de la madera tienen resultados representativos. (TRENDELENBURG, MAYER-WEDELIN, 1955).

De cada árbol (Trozo-Muestra en Fig. N° 1) se obtuvieron dos secciones, una superior y otra inferior. De cada sección se prepararon tres sub-secciones de 40 x 40 x 2.50 mm correspondientes a la zona de albura (A) duramen externo (D₁) y duramen interno (D₂). En el caso de teja donde no es posible una diferenciación entre albura y duramen se consideró una zona externa (desde el cambio hasta 10 cm), una zona media (entre 10 y 20 cm) y una zona interna en la región cercana a la médula. De cada sub-sección se elaboraron 12 probetas de 15 x 15 x 20 mm orientación radial para los ensayos micológicos.

Se hizo cuatro ensayos paralelos con tres especies diferentes de hongos de pudrición: **Coriolus versicolor** (L. ex Fr.) Quel, Stamm N° 863 A que causa pudrición blanca y dos especies de causantes de pudrición parda: **Coniophora puteana** (Schum.) Fr. Stamm N° 15 y **Gloeophyllum trabeum** (Pers, per Fr.) Murrill, Stamm N° 109.

En consideración a lo expuesto se trabajó con cuatro especies: coigüe **Nothofagus dombeyi** (MIRB) OERST, teja **Laurelia philippiana** LOOSER, ulmo **Eucraphia cordifolia** CAV y olivillo **Aetoxicon punctatum** Ret. PAV, las tres especies de hongos anteriormente descritas, tres lugares de extracción de las probetas (A, D₁ y D₂) y cuatro repeticiones. Como patrón de control del ensayo se usó probetas de **Fagus sylvática** *.

* Esta especie se usa normalmente para controlar las condiciones de ensayo de hongos de prueba.

Todas las probetas fueron tratadas en autoclave mediante esterilización fraccionada (20 min; 120°C).

Los hongos se inocularon en frascos Kolle con Agar-malta (40 gr extracto de malta y 30 gr de Agar en 100 ml de agua, esterilización en autoclave).

Una vez desarrollado el micelio se colocaron directamente sobre él tres probetas: dos probetas de ensayo y un control manteniendo siempre la misma ubicación. Se consideró doce semanas como tiempo de incubación a 22°C y 70% de humedad relativa.

El grado de ataque se determinó de acuerdo al procedimiento normalizado de pérdida de masa entre el inicio y término del ensayo expresado como porcentaje. Al término del proceso se determinó el contenido de humedad de las probetas para asegurar que las condiciones de desarrollo del hongo eran adecuadas.

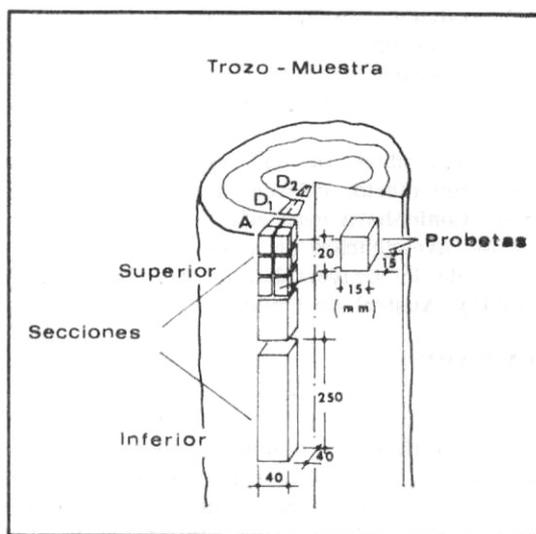


Fig. N° 1: Esquema de ubicación de las probetas en el trozo.

1.2.2 Resultados y Discusión

En las tablas y gráficos siguientes se presentan los resultados obtenidos por especies. Se incluyen además los parámetros obtenidos del análisis estadístico.

Coigüe

De las especies analizadas coigüe muestra la más clara diferencia entre la durabilidad natural de albura y duramen.

TABLA N° 1
Pérdida de masa (en porcentaje) de la especie coigüe

Coriolus versicolor (%)	A	D ₁	D ₂	Fagus-Control
Promedio	45,1	21,1	27,3	53,0
Desviación standard	7,1	13,4	14,8	10,9
Coeficiente de variación	15,7	63,5	54,2	20,5
Coniophora puteana				
Promedio	42,2	14,0	18,5	45,5
Desviación standard	6,8	8,8	13,6	8,4
Coeficiente de variación	16,1	59,1	73,5	18,5
Gloeophyllum trabeum				
Promedio	18,6	3,0	5,7	55,4
Desviación standard	8,2	3,5	6,3	10,1
		116,7	110,5	18,2

El duramen (D₁) cercano a la albura (A) posee resistencia más alta contra el ataque de hongos que el duramen interno (D₂).

El análisis estadístico entregó diferencias significativas en la comparación conjunta de A₁, D₁ y D₂ como también en los análisis separado para (A₁ D₁), (A₁, D₂), (D₁ D₂).

Esta tendencia se nota en igual forma para los tres hongos de prueba.

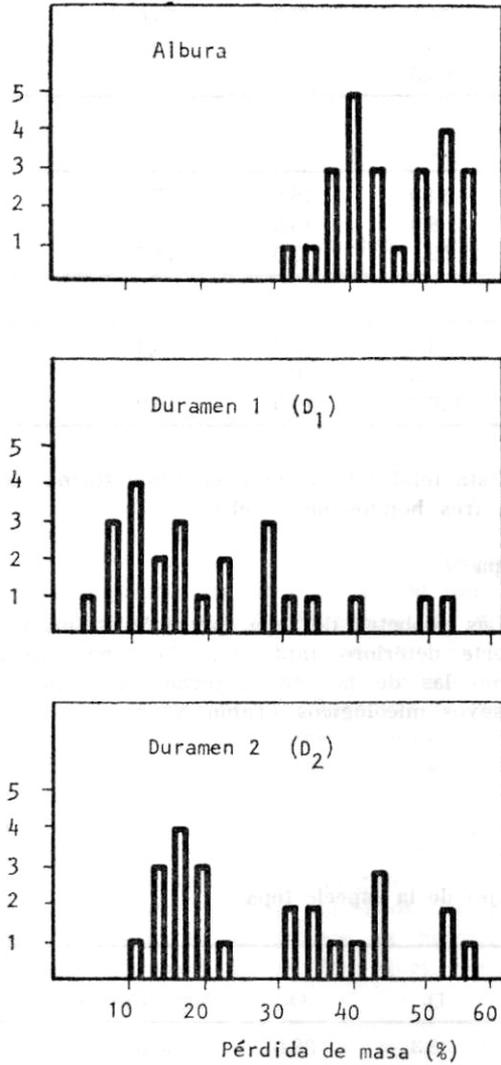
Tepa

Las probetas de tepa, presentaron un muy fuerte deterioro tanto aquella zona externa como las de la zona interna, en todos los ensayos micológicos (Tabla N° 2).

TABLA N° 2
Pérdida de masa (en porcentaje) de la especie tepa

Coriolus versicolor (%)	A	D ₁	D ₂	Fagus-Control
Promedio	35,4	36,3	38,0	40,5
Desviación standard	4,9	4,1	4,3	4,6
Coeficiente de variación	13,8	11,3	11,3	11,4
Coniophora puteana				
Promedio	44,4	41,2	41,5	53,0
Desviación standard	14,6	9,7	13,3	7,8
Coeficiente de variación	32,9	23,5	32,0	14,7
Gloeophyllum trabeum				
Promedio	49,3	48,5	52,5	48,3
Desviación standard	9,5	10,0	8,8	10,6
Coeficiente de variación	19,3	20,6	16,8	21,9

La intensidad del daño es similar a las probetas control de *Fagus Sylvatica* y algunos casos aún mayor.

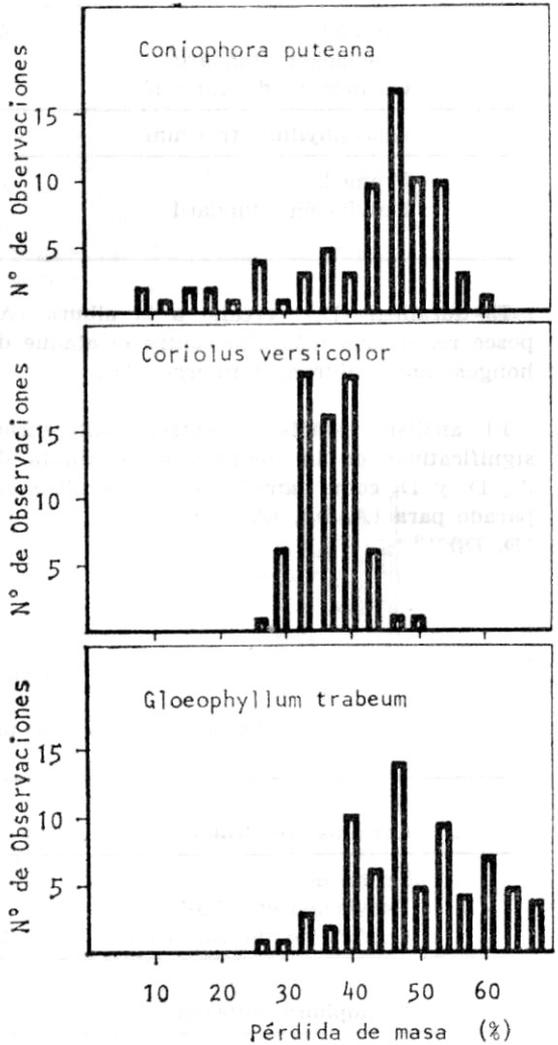


Gráf. 1: Ataque de coigüe por *Coriolus versicolor*.

Al comparar los resultados obtenidos de probetas de diferentes lugares de extracción se aprecia que los valores son homogéneos es decir, probetas cercanas al cambio, de la zona intermedia como de aquellas cercanas a la médula no presentan diferencias significativas. Mediante un análisis de varianza se comprobó que para esta especie no hay diferencias significativas entre los lugares de extracción de las probetas (Tabla N° 5).

El gráfico N° 2 se presenta la intensidad de destrucción por hongo de prueba.

Situándose la pérdida de masa de los hongos en un nivel relativamente homogéneo se realizó un análisis de varianza para determinar la existencia o no de diferencias significativas entre ellos.



Gráf. 2: Distribución de pérdida de masa en tepa.

F. tab. para un 95% de seguridad: 3.13

En el gráfico N° 2 es posible reconocer que:

TABLA N° 3

Análisis de varianza de la pérdida de masa en la especie tepa

	Coriolus versicolor	Coniophora punteana	Gloeophyllum trabeum
F. Calculado	2,105	0,451	1,135
Promedio (%)	36,6	42,4	50,1
Coefficiente de variación (%)	12,4	29,7	19,7

— **Coriolus versicolor** muestra la variación **Ulmo**
más pequeña

— **Coniophora puteana** posee la mayor variación la que se desplaza en dirección de las mayores pérdidas de masa.

Ulmo presenta una clara diferenciación en el ataque de los tres hongos de prueba. El mayor es causado por **Coriolus versicolor** seguido por **Coniophora puteana** y finalmente por **Gloeophyllum trabeum**.

TABLA N° 4

Pérdida de masa (en porcentaje) de la especie ulmo

Coriolus versicolor (%)	A	D ₁	D ₂	Fagus-Control
Promedio	38,4	38,0	37,2	44,6
Desviación standard	5,5	4,9	5,9	5,7
Coefficiente de variación	14,3	12,9	15,9	12,8
Coniophora puteana (%)	A	D ₁	D ₂	Fagus-Control
Promedio	15,2	19,2	27,9	48,5
Desviación standard	15,7	19,0	12,4	7,2
Coefficiente de variación	103,3	99,0	44,4	14,8
Gloeophyllum trabeum				
Promedio	6,8	9,5	21,6	58,3
Desviación standard	9,9	11,7	12,6	10,5
Coefficiente de variación	145,6	123,2	58,3	18,0

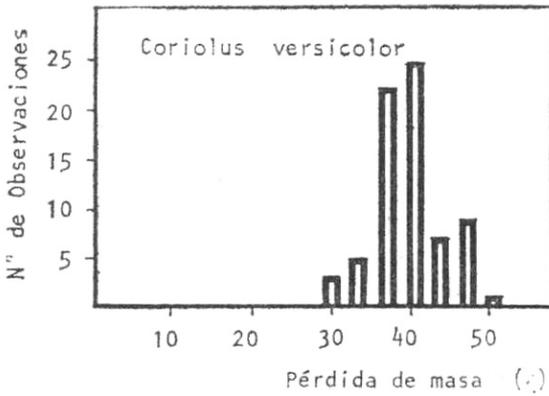
Mediante un análisis de varianza se determinó que para **Coriolus versicolor** no existen diferencias significativas entre los distintos lugares de extracción de las probetas.

En esta especie a diferencia de las dos anteriores, las diferencias significativas existen solamente entre algunas variables como se observa en la Tab. N° 5.

TABLA N° 5

Análisis de varianza de la pérdida de masa en la especie ulmo

	Coriolus versicolor	Coniophora puteana	Gloeophyllum trabeum
A, D ₁ , D ₂	—	+	+++
A, D ₁	—	—	—
A, D ₂	—	++	+++
D ₁ , D ₂	—	—	++



Gráf. 3: Distribución de pérdida de masa en ulmo.

Gloeophyllum trabeum muestra las mayores diferencias significativas entre los hongos de prueba. Así mismo se observa que para los

tres hongos no existen diferencias significativas en A y D₁.

Considerando los bajos valores obtenidos en pérdida de masa para **Gloeophyllum trabeum** y **Coniophora puteana** solo se presenta el diagrama de distribución de **Coriolus versicolor**.

Olivillo

En olivillo se observa la mayor diferencia relativa en la resistencia contra los tres hongos. Mientras **Coriolus versicolor** causa una alta pérdida de masa, **Coniophora puteana** y **Gloeophyllum trabeum** lo hacen en un mínimo grado. (Tab. N° 6). Olivillo al igual que teja muestra una gran homogeneidad en los resultados de la zona externa (A) y para las dos zonas internas (D₁ y D₂).

Mediante un análisis de varianza se determinó que no existen diferencias significativas entre albura y duramen para los tres hongos.

TABLA N° 6

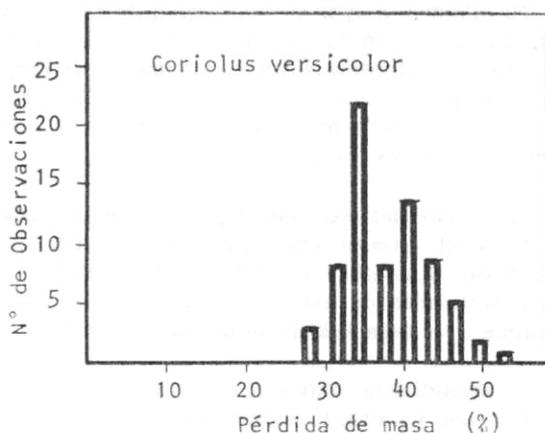
Pérdida de masa (en porcentaje) de la especie olivillo

Coriolus versicolor (%)	A	D ₁	D ₂	Fagus-Control
Promedio	40,6	39,4	39,6	47,3
Desviación standard	5,2	5,0	2,9	5,3
Coefficiente de variación	12,8	12,7	7,3	11,2
Coniophora puteana				
Promedio	1,8	3,5	3,7	51,9
Desviación standard	1,2	4,2	4,1	4,6
Coefficiente de variación	66,7	120,0	110,1	8,9
Gloeophyllum trabeum				
Promedio	1,7	1,8	2,9	68,8
Desviación standard	0,9	0,8	4,0	8,0
Coefficiente de variación	52,9	44,4	137,9	11,6

Se confeccionó una curva de distribución de la pérdida de masa solo ocasionada por **Coriolus versicolor** ya que los valores para los otros hongos alcanzan valores muy pequeños.

Como los valores de pérdida de masa para **Gloeophyllum trabeum** y **Coniophora puteana** son muy bajos se representa solo la distribución para **Coriolus versicolor**.

Los ensayos realizados con un extenso muestreo demostraron que las cuatro especies presentan una escasa durabilidad natural frente a hongos; ellos corresponden en su tendencia a las experiencias que se indican en la bibliografía.



Gráf. N° 4: Distribución de pérdida de masa en olivillo.

Sin embargo, algunas variaciones en los resultados tendrían su explicación en la representatividad y cantidad del material utilizado.

Como se aprecia en el análisis de coigüe existen diferencias muy significativas entre árboles tanto en la albura como en el duramen. FINDLAY (1938) ha determinado diferencias parecidas entre individuos. Esto significa que ensayos de durabilidad con pocos individuos (árboles) puede conducir a resultados muy diferentes.

En el estudio realizado por British Research Establishment (B.R.E., 1972) se presentan pérdidas de masa para el ataque de *Polystictus* sp* en ulmo en el mismo nivel que los obtenidos en la presente investigación. En cambio para coigüe los resultados de *Coriolus versicolor* y *Gloeophyllum trabeum* en el presente trabajo son mayores a los alcanzados en los ensayos B.R.E.

Mientras que B.R.E., da una durabilidad natural relativa para el duramen de coigüe los ensayos aquí realizados muestran una pérdida de masa de 21 a 27% para *Polystictus* sp y 14 a 19% para *Coiophora puteana*, lo que significa un nivel intermedio.

FRENCH y TAINTER (1973) efectuaron ensayos con *Polystictus* para las cuatro especies en "soil-block-test" y obtienen resultados de pérdida de masa bastante superiores a los obtenidos en el presente estudio. Esto se debería al proceso de prueba empleado en que normalmente conduce a valores mayores que los alcanzados en frasco Kolle.

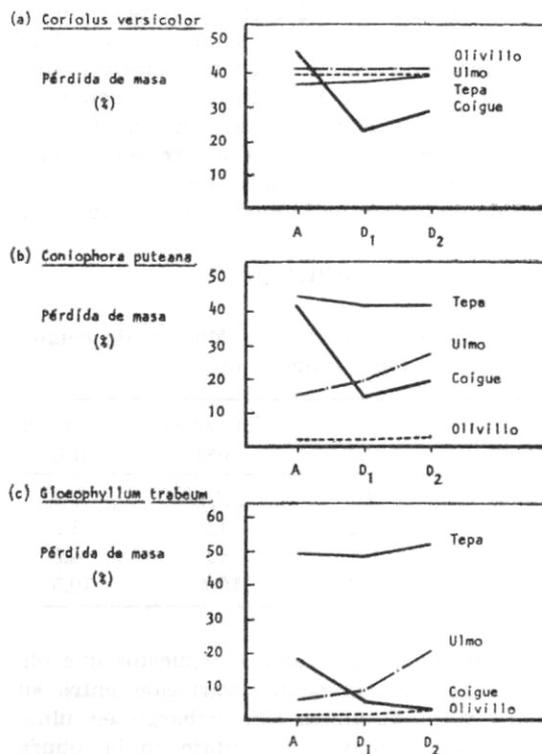
ORTIZ y TAINTER (1964) y CUEVAS y ULLOA (1967) informan sobre pequeñas pérdidas de masa para el duramen de coigüe so-

metido al ataque de *Polystictus* menores a los encontrados en este estudio. En este caso las diferencias pueden ser causadas por altas diferencias significativas entre individuos como por las diferencias del ataque entre el duramen cercano a la albura y aquel cercano a la médula.

Diferencias similares han sido descritas por RUDMAN y DA COSTA (1959) para *Tectona grandis* como por GOTTWALD y WILLEITNER (1976) para *Entandrophragma utile*.

Comparación de los ensayos micológicos

Haciendo una comparación de la resistencia de las 4 especies frente a los hongos estudiados se observa que *Coriolus versicolor* —con excepción del duramen de coigüe— causa una alta y relativamente igual pérdida de masa. En cambio *Coniophora puteana* presenta valores altos solamente en tepa y la albura de coigüe y *Gloeophyllum trabeum* solo en tepa. Ambos hongos generan un muy escaso ataque en olivillo. (Gráf. 5).



Gráf. 5: Pérdida de masa (en porcentaje) de las especies coigüe, teпа, ulmo y olivillo.

* *Polystictus* sinónimo de *Coriolus*

Comparación del ataque entre árboles

Las diferencias en el ataque entre árboles causados por **Coriolus versicolor** fueron corroboradas por el análisis de varianza. Se analizó en forma separada el comportamiento de la albura y el duramen (interno y externo). Del estudio de los resultados se observa que las mayores diferencias significativas se presentan en un mismo nivel para las cuatro especies.

1.3 Ensayos sobre compuestos extraíbles

1.3.1 Cantidad de extraíbles

La determinación de los extraíbles fue realizada en los mismos árboles (6 por especie) en los cuales se efectuó los ensayos micológicos. De cada árbol se consideraron 3 probetas (3,5 cm x 3,5 cm x 4,0 cm) correspondientes a albura, duramen medio y duramen interno. Para la determinación de la cantidad de extractos se usó probetas de la sección superior (Fig. N° 1). Estas probetas fueron reducidas a astillas mediante un molino CONDUX y extraídas sucesivamente en agua caliente y etanol hasta que el color del extracto fuese incoloro. La obtención del extracto sólido se efectuó en un evaporador rotario a una temperatura entre 30°C a 60°C para los extractos disueltos en agua y 30°C a 40°C para los en etanol.

Los resultados obtenidos se presentan como porcentajes del peso inicial de las astillas a 15% de contenido de humedad en la Tab. N° 7.

TABLA N° 7

Porcentaje de extractos en Madera de coigüe, tepa, ulmo y olivillo

Especies	Albura	Duramen	
		ext.	int.
coigüe	3,2	8,0	6,6
tepa	2,2	1,9	1,9
ulmo	6,1	4,2	4,5
olivillo	10,6	10,4	10,5

Se observa en los valores expuestos que olivillo y tepa no presentan variación entre su albura y su duramen. Sin embargo en ulmo se aprecia un mayor porcentaje en la albura que en el duramen. En coigüe, en cambio se observa una clara diferencia entre los niveles estudiados presentando el máximo en el duramen externo. En el duramen interno se encuentra el doble de extractos que en la albura.

En ulmo la mayor concentración de extractos se encuentra en la albura, no habiendo prácticamente diferencias en el duramen externo e interno. En valores absolutos olivillo presenta la mayor cantidad de extractos de las cuatro especies estudiadas.

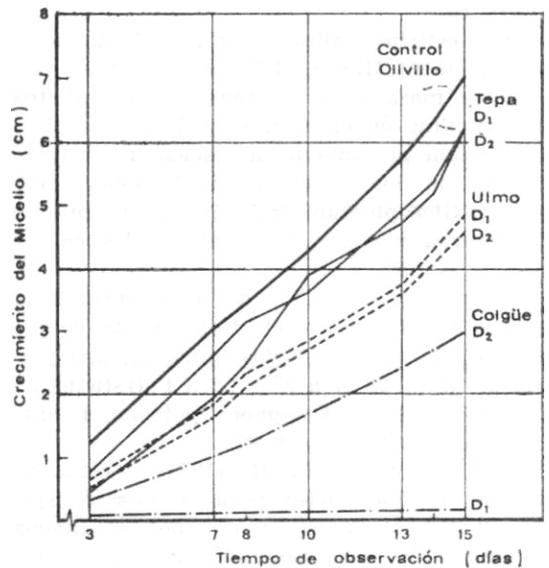
1.3.2 Efecto del extracto frente a los hongos

Para el ensayo micológico se preparó un sustrato alimenticio de Agar-Malta con distintas cantidades de extracto extraído con agua: coigüe 1%, tepa 0,25%, ulmo 0,5%, olivillo 0,5 y 1,0%.

La cantidad de extracto se preparó en 2 repeticiones, ya que la cantidad de extracto disponible era pequeña.

Como hongo de prueba se consideró **Coniophora cerebella**, el que reacciona con mucha sensibilidad frente al extracto y además es posible observar fácilmente su desarrollo. El sustrato alimenticio se colocó en placas Petri donde se inoculó el hongo. El período de desarrollo duró 15 días bajo 22°C y 70% de humedad relativa del aire. El crecimiento del micelio fue medido entre los 3 y 15 días.

El crecimiento de **Coniophora cerebella** en diferentes sustratos alimenticios hasta los 15 días se observa claramente en el Gráfico N° 6.



Gráf. N° 6: Crecimiento de **Coniophora cerebella** en sustrato alimenticio con extractos.

El extracto del duramen externo de coigüe mostró mayor efectividad tóxica contra **Coniophora cerebella** que el extracto del duramen interno.

En tepa no se observó diferencias entre los extractos. En ulmo la diferencia entre duramen interno y externo fue pequeña.

1.4 Conclusiones

De los resultados obtenidos para las cuatro especies chilenas en los ensayos de durabilidad natural frente a hongos es posible deducir las siguientes conclusiones:

— La madera de tepa, ulmo, olivillo como así la albura de coigüe presentan una escasa durabilidad natural frente al ataque de hongos. Solamente el duramen de coigüe muestra una relativa durabilidad. Para el uso de estas especies en exteriores especialmente en contactos directos con el suelo

es necesario impregnarlas.

- Entre la durabilidad natural de las 4 especies y las cantidades absolutas de extraíbles no existe relación definida comparándolas unas con otras. Sin embargo se pudo comprobar que dentro del árbol aquellas probetas con mayor proporción de extraíbles presentaron mayor durabilidad natural.
- Las diferencias entre individuos (árboles) y del material proveniente de diferentes zonas son, en relación a la durabilidad natural de importancia. Esto fue especialmente notorio para coigüe y ulmo. Para la obtención de resultados confiables en cuanto a durabilidad natural es fundamental la disponibilidad de una muestra representativa

B I B L I O G R A F I A

- BLUHM, E., KAUMAN, W.G., MELO, R. y NEIRA, C. (1965): El colapso en la Madera y su Reacondicionamiento. Inst. Forestal, Inf. Técnico N° 22, Santiago Chile, 23 pp.
- B.R.E. (1972) Laboratory test of natural decay resistance of timber. Building Research Establishment Timber Lab. Papers N° 50, Princes Risborough Laboratory, England.
- BUTIN, H. y PEREDO, H. (1967): Mancha en madera de especies nativas y sus agentes causales. En: Actas de las Terceras Jornadas Forestales, trabajo 31, Inst. Forestal Santiago (Chile), pp. 77-79.
- CUEVAS, E. y ULLOA, J. (1976): Durabilidad natural de maderas de coigüe (*Nothofagus dombeyi*) y tepa (*Laurelia philippiana*). En: Actas de las Terceras Jornadas Forestales, trabajo 2.2, Inst. Forestal, Santiago (Chile), pp. 86-89.
- DIAZ-VAZ, J. E., (1969): El pentaclorofenato de sodio en el control de dos hongos de prueba que manchan la madera de tepa. Tesis Fac. de Ing. Forestal, Univ. Austral, Valdivia (Chile) 50 pp.
- DONOSO, J.E., (1969): Estudios sobre la microflora lignícola chilena. En: Actas de la reunión sobre Investg. en Prod. Forest. Grupo Preservación, Trabajo 7, Inst. Forestal, Santiago (Chile), 5 pp.
- FINDLAY, W. (1968): The natural resistance to decay of some Empire timbers. Empire Forestry J. 17, pp. 249-259.
- FRENCH, D.W. y TAINTER, F.H., (1973): Comparative Decay Resistance of Chilean Woods. Forest Prod. Journ 23 pp. 49-51.
- GAETE, R. (1964): Poder tóxico de la creosota nacional contra hongos destructores de maderas. En: Actas de la reunión sobre investigaciones en productos forestales. Inst. Forestal Informe Técnico 21, Stgo. pp. 126-129.
- GOTTWALD, H. y WILLEITNER, H. (1976): Fleckenbildungen im Kernholz von *Entandrophagma utile* (sipo/utile) Holz als Roh-und Werkstoff 34, pp. 433-438.
- JUACIDA, R. (1973): Ensayos de durabilidad en algunas maderas preservadas de uso comercial. Inst. de Tecnología de la Madera, Universidad Austral, Valdivia (Chile), 46 pp.
- JUACIDA, R. (1979): Untersuchungen über die anatomische struktur, natürliche Dauerhaftigkeit und Imprägnierbarkeit von vier chilenischen Laubhölzern. Dissertation Univ. Hamburgo. Alemania Federal, pp. 40-60.
- KNIGE, W. y BONNEMANN, A. (1969): Die Markfleckigkeit des coigüe-Holzes (*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst.). Holz als Roh-und Werkstoff 27, pp. 224-232.
- ORTIZ, C.M.R. y CUEVAS, J.E., (1964): Durabilidad natural de maderas y productos derivados frente al ataque de agentes biológicos de destrucción. En: Actas de la reunión sobre Investigaciones en Productos Forestales. Trabajo 34, Inst. Forest., Inf. Técn. N° 21, Santiago (Chile) pp. 122-126.
- RUDMAN, P. y DA COSTA, E. (1969): Variation in extractive content and decay resistance in the heartwood of *Tectona grandis* L.F.J. Inst. Wood Sci 3, pp. 33-42.
- TRENDELENBURG, R. und MAYER - WEGELIN, H. (1955): Das Holz als Rohstoff. Carl Bauer Verlag, München, p. 541.