

Durabilidad natural de *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl.

Natural durability of *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl.

ROBERTO JUACIDA P¹, JORGE VILLANUEVA S.²

¹Instituto de Tecnología de Productos Forestales, Universidad Austral de Chile. ² Interholco AG, Suiza.

SUMMARY

This study determined the durability of *Sequoia sempervirens* ((D. Don) Endl.) wood grown in Chile, using an accelerated process utilizing de attack fungi *Gloeophyllum trabeum* (Pers.) during a growing period of four months in optimal conditions. The variables tested were *Sequoia* sapwood and heartwood. Samples were tested with and without extraction in hot water. The method employed was proposed by the Material Test Federal Office, BAM-Berlin (Kerner-Gang, 1984). The tested material came from seven *Sequoia* trees grown in a 38 year old stand on the Voipir Tract in Villarrica (IX Region, Chile). With the obtained weight loss results, the durability class of the tested wood was obtained according to the classification proposed by Findlay. The studied *Sequoia* was classified as moderately resistant with an average weight loss of 27.53% in natural heartwood, 33.15% in natural sapwood, 33.65% in extracted sapwood and 30.32% in extracted heartwood. A control lot of Radiata Pine presented a 33.67% weight loss. The extracted *Sequoia* wood is less resistant against decay than the natural wood because of the presence of hot-water soluble extractives in the sapwood (2.61%) and in the heartwood (7.95%).

Key words: *Sequoia*, durability, fungi, extractives, biodeterioration.

RESUMEN

Se determinó la durabilidad natural de la madera de *Sequoia sempervirens* ((Don. Don) Endl.) crecida en Chile, mediante un proceso acelerado, utilizando como agente de deterioro el hongo *Gloeophyllum trabeum* (Pers.), por un período de cuatro meses en óptimas condiciones de desarrollo. Como variables de ensayo se probó madera de duramen y albura, así como probetas con y sin extracción en agua caliente. Se utilizó el método propuesto por la Oficina Federal para Prueba de Materiales, BAM-Berlin (Kerner-Gang, 1984), basado en la pérdida de masa que experimenta la madera expuesta a la acción directa de un hongo xilófago. Como material de ensayo se seleccionaron siete árboles de *Sequoia* del Predio Voipir en Villarrica (IX Región, Chile) de un rodal de 38 años de edad. Con los resultados de pérdida de masa obtenidos se determinó la clase de durabilidad de la madera ensayada según la clasificación propuesta por Findlay. La *Sequoia* estudiada fue clasificada como moderadamente resistente, presentando un 27.53% de pérdida de masa en duramen natural, 33.15% en albura natural, 33.65% en albura extraída y 30.32% en duramen extraído. El testigo de pino radiata alcanzó una pérdida de masa de 33.67%. La madera de *Sequoia* extraída es menos resistente al biodeterioro que la madera natural por la presencia de extraíbles solubles en agua caliente que alcanzaron a 2.61% en albura y 7.95% en duramen.

Palabras claves: *Sequoia*, durabilidad, hongos, extraíbles, biodeterioro.

INTRODUCCION

La especie *Sequoia sempervirens* ((D. Don.) Endl.) es un árbol originario de la costa oeste de los Estados Unidos (USDA, 1965) que crece en Chile hace varias décadas y que ha demostrado altos rendimientos en plantaciones artificiales entre la VII y la X región (Kannegiesser, 1990). Este notable crecimiento evidencia la necesidad de es-

tudiar la factibilidad de potenciar esta especie como una alternativa viable al desarrollo de las plantaciones forestales del país. En Chile se han observado rendimientos que fluctúan entre 15 y 30 m³/ha/año. La rotación para obtener madera aserrable podría ser de 30 a 40 años (Grosse y Kannegiesser, 1989).

Por esta razón es importante conocer las características de la madera y su comportamiento frente

a la transformación a productos más elaborados. Dentro de estos aspectos, la durabilidad de la madera frente al ataque de agentes destructores es relevante para algunos tipos de usos, especialmente aquellos en que la madera permanece expuesta a condiciones de temperatura y humedad favorables para el desarrollo de estos agentes. En su país de origen, esta especie posee una alta resistencia al biodeterioro, por lo que se la utiliza en condiciones de uso extremas, donde otras especies de baja durabilidad natural no podrían ser utilizadas (USFLP, 1974).

Igualmente conocida es la existencia de sustancias extraíbles, especialmente los extraíbles secundarios, que explican en alguna medida la menor o mayor durabilidad natural de la madera (Poblete *et al.*, 1991). Por ello es que se ha incluido un análisis de durabilidad de madera sometida a extracción en agua caliente. Dentro de los componentes extraíbles, aquellos que se disuelven en agua como consecuencia de procesos preparatorios de la madera pueden generar diferencias en la durabilidad natural de la madera de albura y de duramen (Poblete *et al.*, 1991). Estos solubles en agua caliente corresponden a sales orgánicas, azúcares, gomas, pectinas, porciones de taninos y algunos polisacáridos hidrolizados (Rodríguez, 1978).

En algunos usos la madera está constantemente expuesta a la intemperie y en otros casos la madera debe pasar por procesos de transformación que incluyen vaporizados y cocciones a alta temperatura aplicados en ambientes saturados de agua que remueven las sustancias propias de la madera. Este efecto de lavado podría generar alguna alteración en su resistencia a la durabilidad (García, 1980).

Según lo anteriormente expuesto, se planteó el siguiente objetivo: determinar la durabilidad de madera natural y sometida a extracción en agua caliente de albura y duramen de *Sequoia* frente al ataque de un hongo xilófago.

METODOLOGIA

La madera para los ensayos se obtuvo de siete árboles dominantes y codominantes, sanos y con un diámetro promedio de 45 cm. Como testigo se obtuvo madera fresca de *Pinus radiata* D. Don. El material se trabajó con instrumentos del equipamiento del Instituto de Tecnología de Productos Forestales de la Universidad Austral de Chile.

De todos los árboles se eligió la segunda troza debido a que entre los cuatro y los cinco metros de altura sobre el suelo la madera tiene características representativas (Trendelenburg y Mayer-Wegelin, 1955, cit. por Juacida y Liese, 1980).

El método consistió básicamente en la inoculación del hongo de prueba *Gloeophyllum trabeum* (Pers.) en probetas naturales y extraídas de *Sequoia* testigo de pino radiata y su mantención en condiciones favorables de crecimiento durante un período de cuatro meses. El grado de deterioro fue medido mediante pérdida de masa de las probetas ensayadas.

Preparación de las probetas. Para los ensayos de biodeterioro y de extracción de componentes accesorios se confeccionaron probetas de 50 x 25 x 5 mm en corte tangencial. Para los ensayos micológicos se preparó un total de 96 probetas y para los ensayos de contenido de extraíbles un total de 84.

Ensayos micológicos. La metodología operacional se basó en las pautas propuestas por la Oficina Federal para Prueba de Materiales, BAM-Berlin (Kerner-Gang, 1984) que resume en forma corregida a DIN 52176 y ASTM D 1413-76 (Peredo, 1988) y que al igual que las normas americanas, alemanas y británicas para ensayos de biodeterioro, se emplea el criterio de clasificación propuesto por Findlay fundamentado en la pérdida de masa.

Para generar un adecuado crecimiento se prepararon bandejas de aluminio que sirvieron de cámara de cultivo para el desarrollo del hongo de prueba. Para un favorable crecimiento del micelio del hongo se dispusieron estructuras de pino radiata. Estas estructuras fueron primeramente inoculadas con el hongo de prueba para que al momento de instalar las probetas de ensayo de *Sequoia* éstas contuvieran suficiente cantidad de micelio.

Se prepararon 12 bandejas de aluminio de 2.230 ml. En cada una de ellas se agregaron 93.7 g de vermiculita con un tamaño entre 2-3 mm. Luego se aplicaron 21.41 g de extracto de malta para posteriormente colocar 535.2 ml de solución HCL y KCL al 0.1 N, logrando un pH entre 3.5 y 4.0 (Wolff, 1989).

En las bandejas se instalaron cuatro estructuras de madera que sostuvieron las probetas y que sirvieron como sustrato para el desarrollo del micelio de los hongos pudridores. Estas fueron construidas con madera de pino radiata en pequeños listones de 8 x 8 x 100 mm y 10 x 22 x 50 mm (Kerner-Gang, 1984).

Cada estructura sostuvo dos probetas, totalizando ocho probetas por bandeja, dentro de las cuales se incluyó una probeta testigo de madera natural de pino radiata. Una vez preparadas las bandejas, éstas se esterilizaron en un autoclave a 121°C durante 20 minutos.

Cada bandeja fue inoculada con el hongo de prueba *Gloeophyllum trabeum*, obtenido de cultivos puros, previamente desarrollados en placas petri con sustrato agar-malta al 2% a 25°C. Todo este proceso se llevó a cabo en una cámara de inoculación en el Laboratorio de Patología Forestal del Instituto de Silvicultura.

Una vez inoculadas las bandejas, se llevaron a estufa de incubación a una temperatura de 23°C ± 1°C durante dos semanas, con el propósito de proporcionar las condiciones adecuadas para el rápido desarrollo del micelio del hongo sobre las estructuras de pino radiata. Una vez que el hongo invadió los listones de madera se procedió a colocar las probetas de ensayo.

Las probetas identificadas y almacenadas en una cámara de clima fueron pesadas en una balanza de precisión, mientras que otras fueron destinadas a la determinación del contenido de humedad. Estas fueron llevadas a una estufa a 105°C hasta que alcanzaron un estado anhidro, siendo seguidamente pesadas. A través del peso medio de las probetas secas y su relación con su peso húmedo se calculó el peso seco teórico inicial de las demás probetas.

Las probetas sometidas a extracción fueron tratadas previamente siguiendo la metodología que se explica en el punto sobre extracción de la madera.

Seguidamente las probetas, sin extracción, con extracción y testigo fueron ordenadas, enumeradas correlativamente y agrupadas. A continuación las probetas fueron esterilizadas en un autoclave a 121°C durante 20 minutos, para posteriormente ser conservadas a baja temperatura en un refrigerador a 4°C, previniendo así su posible contaminación con agentes patógenos hasta llegado el momento de instalarlas en las bandejas (Wolff, 1989).

Una vez que el hongo desarrolló suficiente cantidad de micelio en las bandejas, todas las probetas tanto de albura como de duramen de los distintos árboles, además de los testigos, se dispusieron sobre las estructuras de pino radiata. Las probetas se instalaron sobre los listones cubiertos de micelio en forma aleatoria, a fin de evitar la pérdida de información agrupada por contaminación de agentes patógenos u otras alteraciones no contempladas.

Finalmente las bandejas con las probetas de ensayo en su interior volvieron a la estufa de incubación por un período de 16 semanas, manteniendo las condiciones de temperatura y humedad.

Al concluir este período se sacaron las probetas cuidadosamente de sus bandejas, sin perder su numeración, se limpiaron del micelio restante para luego ser secadas hasta peso constante en una estufa a 105°C. Luego se pesaron y se obtuvo su peso seco final.

Las diferentes relaciones entre el peso seco teórico inicial de las probetas en comparación con el peso seco final determinaron el porcentaje de pérdida de masa que afectó a la madera, y aplicando la clasificación de Findlay (cuadro 1) fue posible determinar la durabilidad natural de *Sequoia*.

CUADRO 1

Clasificación de Findlay para durabilidad natural.
Findlay's classification for the natural durability.

Clase de resistencia	Pérdida de masa %
Altamente resistente	0 - 10
Resistente	11 - 24
Moderadamente resistente	25 - 44
No resistente	45 o más

Extracción de la madera. Para determinar la cantidad de extraíbles solubles en agua caliente presentes en la madera de *Sequoia* se utilizó la norma TAPPI 212-os-76. Esta norma consiste en obtener una muestra representativa de la madera a extraer, lo que se hizo con probetas de los siete árboles, tanto de albura como de duramen, por separado, para después transformarla en aserrín seco al aire, de humedad conocida y tamizado entre mallas 40/60 meshes. Luego se transfirieron dos gramos de aserrín a un matraz Erlenmeyer de 200 ml, agregando 100 ml de agua destilada y colocando un condensador de reflujo. A continuación se instaló el matraz en un baño de agua hirviendo durante tres horas. Después de este período se filtró en un crisol tarado que contenía el aserrín, se lavó el residuo con agua caliente para posteriormente secarlo en una estufa a 105°C hasta peso constante. Seguidamente se enfrió en un desecador y se determinó su peso. La determinación de los extraíbles se realizó relacionando el

peso de la muestra en estado anhidro antes y después de ser lavada. Para ello se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ SOLUBLES EN AGUA} = ((\text{PSa} - \text{PSd}) / \text{PSa}) * 100$$

Donde:

PSa: Peso en estado anhidro de la muestra antes de ser sometida a extracción.

PSd: Peso en estado anhidro de la muestra después de ser sometida a extracción

Las probetas seleccionadas para ser sometidas a extracción fueron colocadas en un baño termostático durante un período de tres horas, durante el cual se removió un 65% de los extraíbles totales solubles en agua caliente. Posteriormente las probetas tratadas fueron pesadas, climatizadas y almacenadas. Luego se instalaron en las bandejas en conjunto con las demás probetas.

RESULTADOS

Se presentan los resultados de pérdida de masa de la madera sin extracción, sometida a extracción y testigos luego del ataque del hongo ensayado. También la cantidad de extraíbles solubles en agua caliente y la clasificación según durabilidad de los distintos tratamientos experimentados.

Pérdida de masa en madera sin extracción de albura y duramen. Las pérdidas de masa de las probetas sin extracción de albura y duramen de *Sequoia* se presentan en el cuadro 2.

En este cuadro se observa que las probetas de madera natural de albura en los siete árboles de *Sequoia* perdieron en promedio 33.15% del peso seco inicial, mientras que las probetas de duramen resultaron ser más resistentes al ataque del hongo *Gloeophyllum trabeum*, perdiendo en promedio 27.53% de peso. Al analizar las diferencias en pérdida de masa entre albura y duramen en cada árbol ensayado se puede encontrar que en seis de los siete árboles el duramen es más resistente al biodeterioro que la albura. Sólo en el árbol 1 se presenta una relación distinta.

Pérdida de masa en madera con extracción de albura y duramen. Los resultados que se presentan en el cuadro 3 corresponden a la pérdida de masa de las probetas de *Sequoia* so-

CUADRO 2

Pérdida de masa en madera sin extracción de albura y duramen de *Sequoia*.
Weight loss in natural wood of sapwood and heartwood of *Sequoia*.

Arboles	Albura natural	Duramen natural
Número	Pérdida de peso % BMS (media de cada árbol)	Pérdida de peso % BMS (media de cada árbol)
1	30.72	41.13
2	41.63	34.54
3	40.76	27.75
4	36.62	34.34
5	24.00	22.75
6	30.45	11.47
7	27.90	20.72
N° total de probetas	21	21
Máximo	48.70	43.72
Mínimo	20.32	9.02
Rango	28.38	34.70
Media	33.15	27.53
Desviación estándar	8.43	10.33
Coefficiente de variación %	25.43	37.51

metidas a extracción en agua caliente durante tres horas.

En este cuadro se observa que las probetas de albura sometidas a extracción perdieron 33.65% del peso seco inicial, mientras que las probetas de duramen alcanzaron una pérdida de 30.32%.

Se observa que cinco de los siete árboles de *Sequoia* presentan un duramen con extracción más resistente al biodeterioro que la albura con extracción. En el caso del árbol 1, nuevamente se presenta una situación inversa, en que la albura con extracción resultó ser más resistente que el duramen con extracción. En el árbol 5 las pérdidas de masa son similares.

Cantidad total de extraíbles solubles en agua caliente. La cantidad de extraíbles solubles en agua caliente en albura y duramen se puede observar en el cuadro 4.

Considerando que la madera de duramen de

CUADRO 3

Pérdida de masa en madera extraída de albura y duramen de *Sequoia*.
Weight loss in extracted wood of sapwood and heartwood of *Sequoia*.

Arboles	Albura con extracción	Duramen con extracción
Número	Pérdida de peso % BMS (media de cada árbol)	Pérdida de peso % BMS (media de cada árbol)
1	22.07	38.56
2	38.75	36.12
3	37.33	31.62
4	42.45	26.22
5	31.76	31.88
6	25.74	21.62
7	37.46	26.23
N° total de probetas	21	21
Máximo	54.54	48.70
Mínimo	19.37	20.32
Rango	26.16	28.38
Media	33.65	30.32
Desviación estándar	9.34	7.05
Coefficiente de variación %	27.76	23.24

Sequoia crecida en Estados Unidos presenta un 18% de extraíbles solubles en agua caliente, los valores obtenidos en *Sequoia* creciendo en Chile son significativamente inferiores.

Pérdida de masa de las probetas testigo de pino radiata. Para comparar los resultados se presentan a continuación las pérdidas de masa de las probetas testigo de pino radiata en el cuadro 5.

Considerando que las probetas testigo corresponden a madera de duramen de pino radiata, estas pérdidas de masa se enmarcan dentro del rango de resultados obtenidos por otros autores (Poblete, 1994).

Clasificación de la madera según pérdida de masa. De los ensayos realizados en madera sin extracción y con extracción de *Sequoia* expuesta al deterioro de hongos xilófagos se puede determinar la durabilidad según la metodología propuesta por Findlay, la cual se presenta en la figura 1.

CUADRO 4

Cantidad total de extraíbles solubles en agua caliente en albura y duramen de *Sequoia* crecida en Chile. Total amount of hot water-soluble extractives in sapwood and heartwood of *Sequoia* grown in Chile.

Sección	Albura	Duramen
Repetición	Cantidad de extraíbles solubles en agua caliente % BMS	Cantidad de extraíbles solubles en agua caliente % BMS
RI	2.65	8.33
R2	2.57	7.57
Media	2.61	7.95

CUADRO 5

Pérdida de masa en madera con extracción de duramen de pino radiata.
Weight loss in natural wood of radiata pine heartwood.

Probetas N°	Pino radiata Pérdida de peso % BMS
1	34.85
2	27.03
3	35.74
4	26.16
5	28.93
6	29.71
7	44.54
8	27.18
9	31.34
10	25.03
11	42.76
12	50.78
N° total de probetas	25.03
máximo	50.78
mínimo	25.03
rango	25.75
media	33.67
Desviación estándar	8.13
Coefficiente de variación %	24.68

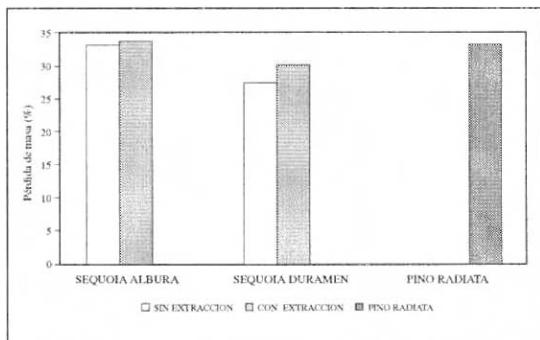


Figura 1. Pérdida de masa de *Sequoia* en madera natural y extraída.

Weight loss of natural and extractes *Sequoia* wood.

Según lo observado en la figura anterior, la pérdida de masa del duramen de *Sequoia* creciendo en Chile alcanzó a 27.53%. Este valor clasifica a la madera como moderadamente resistente según Findlay.

DISCUSION

Durabilidad en madera natural. La madera de *Sequoia* creciendo en Chile se clasificó como moderadamente durable, al perder un promedio de 27.53% de masa durante los cuatro meses de duración del ensayo de biodeterioro.

La *Sequoia* que crece en Estados Unidos fue clasificada como altamente resistente (USFPL, 1974), mientras que la que se desarrolla en Gran Bretaña se clasificó como moderadamente resistente. La *Sequoia* que crece en Chile es menos durable que la de Estados Unidos pero con un mejor crecimiento que fluctúa entre 15 y 30 m³/ha/año (Grosse y Kannegiesser, 1989).

La diferencia de resistencia al biodeterioro entre albura y duramen de *Sequoia* es baja y se mantiene dentro de la clasificación de Findlay que corresponde a madera moderadamente resistente, la cual fluctúa con pérdidas de masa entre 25% y 44%. La resistencia del duramen se acerca al nivel inferior de éste. La madera de albura sin extracción de *Sequoia* se caracteriza por tener una menor resistencia a la pudrición que la madera de duramen, lo que se podría explicar por los procesos naturales de duraminización que confieren a la madera sustancias protectoras contra el biodeterioro (García, 1980).

Durabilidad en madera sometida a extracción. El biodeterioro de la madera causada por agentes destructores se ve influido por la presencia de

componentes accesorios (Juacida y Liese, 1980) y la remoción de estos componentes por acción del lavado podría alterar su resistencia (García, 1980). Considerando que la madera puesta en servicio está expuesta a la acción del agua y a la remoción de las sustancias extraíbles, es muy probable que la madera de *Sequoia* pierda parte de los extraíbles durante la exposición a la intemperie, ya sea por la acción de las lluvias o por otros factores.

Los resultados obtenidos en los ensayos muestran claramente que las probetas extraídas presentan una menor resistencia a la pudrición que las no extraídas. Considerando que las probetas extraídas presentaban un 65% menos de extraíbles disponibles en sus paredes celulares y lúmenes, luego de estar durante tres horas expuestas al agua caliente, esta condición alteró la durabilidad de la madera, tendencia que se plantea en otros ensayos similares (García, 1980).

La madera de duramen extraída en agua caliente disminuye en mayor proporción la resistencia al biodeterioro que la madera de albura. La diferencia entre duramen natural y extraído alcanzó a 2.79% de pérdida de masa, mientras que entre albura natural y extraída alcanzó sólo a 0.5%. Esto se explica por la diferencia de extraíbles solubles en agua caliente entre la albura y el duramen tal como se menciona en otras publicaciones (Poblete *et al.*, 1991), y que en el caso de *Sequoia* crecida en Chile esas diferencias son significativas. La albura presenta un 2.61% de estos extraíbles, mientras que el duramen llega a 7.95%, los que al ser removidos en un 65% afectan en forma diferente la durabilidad de la madera.

La madera extraída presentó mayor pérdida de masa que la madera natural, pero no alcanzó a variar de rango de clasificación de durabilidad. La pérdida de masa de la madera de duramen de *Sequoia* resultó ser menor a la de albura, pero siempre menor a la de los testigos que se trataron naturalmente.

A pesar de la variación en la durabilidad de *Sequoia* entre madera sin y con extracción, considerando que se removió un 65% de los extraíbles solubles en agua caliente, la clasificación se mantiene en el rango de moderadamente resistente. Esto se explica por la amplitud de los rangos definidos por Findlay (Cartwright y Findlay, 1958).

Efectos de los extraíbles. La cantidad de extraíbles solubles en agua caliente en *Sequoia* afecta la resistencia a la durabilidad y la estabilidad dimensional y se presenta en un 18% en el duramen de *Sequoia* crecida en Estados Unidos

(Tarkow y Kruger, 1961), mientras que en Chile sólo alcanza a 7.95%. Esta diferencia podría explicar la desigualdad en la durabilidad natural de *Sequoia* originada por las diferentes condiciones de clima y suelo.

Clark y Scheffer mencionan que en *Sequoia* gran parte de los componentes accesorios inhibidores de la pudrición causada por hongos xilófagos es removida por la acción del agua caliente (Clark Scheffer, 1983). Esta condición se presentó en el duramen de *Sequoia* crecida en el Fundo Voipir al disminuir su resistencia al biodeterioro. Pero debido a que sólo presentó un 7.95% de estos extraíbles, no hubo variación dentro de los rangos definidos por Findlay.

A muchos de los extraíbles presentes en *Sequoia* se les desconoce su composición química (Clark y Scheffer, 1983) y podría ser que alguno de estos extraíbles solubles en agua caliente, como sales orgánicas, azúcares, gomas, pectinas, porciones de taninos, polisacáridos hidrolizados, entre otros (Rodríguez, 1978), afecten de manera particular la resistencia al biodeterioro.

Las variaciones en el crecimiento de *Sequoia* por diferencias en las condiciones edafoclimáticas entre Estados Unidos y Chile pudiera afectar la generación de alguno de estos extraíbles que altere la resistencia a los hongos xilófagos y a otros agentes destructores de la madera.

CONCLUSIONES

1. La pérdida de masa de madera natural de *Sequoia* fue de 33.15% para albura y 27.53% para duramen. Esto clasifica a la madera de albura y duramen como moderadamente resistente.
2. La resistencia a la durabilidad de *Sequoia* es diferente a su país de origen, probablemente por la diferencia en la cantidad de extraíbles solubles en agua caliente.
3. La pérdida de masa de madera extraída en un 65% fue de 33.65% para albura y 30.32% para duramen. Esta variación en la pérdida de masa no afecta la calificación de moderadamente resistente.
4. La pérdida de masa de albura fue siempre mayor a la pérdida de masa de duramen.
5. La pérdida de masa entre duramen sin y con extracción fue de 2.79%, mientras que entre albura sin y con extracción fue de 0.5%. Esta diferencia podría tener su explicación en la cantidad de extraíbles solubles en agua caliente presentes en albura que fue de 2.61%. En duramen fue de 7.95% y es muy inferior a la *Sequoia* de Estados Unidos, que presenta 18% de estos extraíbles.

BIBLIOGRAFIA

- CARTWRIGHT, K., W. FINDLAY. 1958. *Decay of timber and its prevention*. Her Majesty's Stationery Office, Inglaterra, 332 pp.
- CLARK, J., T. SCHEFFER. 1983. "Natural decay resistance of the heartwood of coast redwood *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl." *Forest Products Journal* 33(5): 15-20. EE.UU.
- GARCIA, E. 1980. Acción de hongos xilófagos sobre ocho maderas del Bosque Chaqueño. Resistencia natural y después de lavadas. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Nordeste. Argentina.
- GROSSE, H., U. KANNEGIESSER. 1989. Investigación para el manejo de Pino Oregón y *Sequoia sempervirens*. Informe Final. CORFO-INFOR, División Regional, Concepción, Chile.
- JUACIDA, R., W. LIESE 1980. "Durabilidad natural de maderas frente al ataque de hongos", *Bosque* 3(2): 77-85.
- KANNEGIESSER, U. 1990. "Apuntes sobre *Sequoia sempervirens*. Descripción de la especie", *Ciencia e Investigación Forestal* 4(1): 124-132, Chile.
- KERNER-GANG, W. 1984. "Prüfung des Schutzes von Holzspanplatten gegen Holzzerstörende Basidiomyceten im Laborverfahren", *Holz-Zentralblatt* 33: 509-511, Stuttgart, Alemania.
- PEREDO, M. 1988. "Fabricación de tableros de partículas para uso en exteriores", *Bosque* 9(1): 35-42.
- POBLETE, H., S. RODRIGUEZ, M. ZARATE. 1991. Extraíbles de la madera: sus características y efectos sobre la utilización de esta materia prima. Publicación docente N° 34 Universidad Austral de Chile.
- POBLETE, H., J.E. DIAZ-VAZ, R. JUACIDA. 1994. Aprovechamiento industrial de la madera proveniente del manejo de renovales. Informe de Convenio N°215, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile.
- RAYNER, A. 1988. *Fungal decomposition of wood: Its biology and ecology*. John Wiley and Sons Ltd. Inglaterra.
- RODRIGUEZ, L. 1978. *Métodos de análisis empleados en la industria papelera*. Universidad Industrial de Santander, Colombia, 156 pp.
- TARKOW, H., J. KRUEGER. 1961. "Distribution of hot-water soluble material in cells walls and cavities of redwood", *Forest Products Journal* 11: 228-229.
- U.S.D.A. FOREST SERVICE. 1965. *Silvics of Forest Trees of The United States*. Agric. Handbook N° 271. EE.UU. 762 pp.
- U.S. FOREST PRODUCTS LABORATORY. 1974. *Wood handbook: Wood as an engineering material*. USDA. Agr. Handbook N° 72. EE.UU. 415 pp.
- WOLFF, J. 1989. Utilización del Pino Oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) en la fabricación de tableros de partículas para uso en exteriores. Tesis, Universidad Austral de Chile.