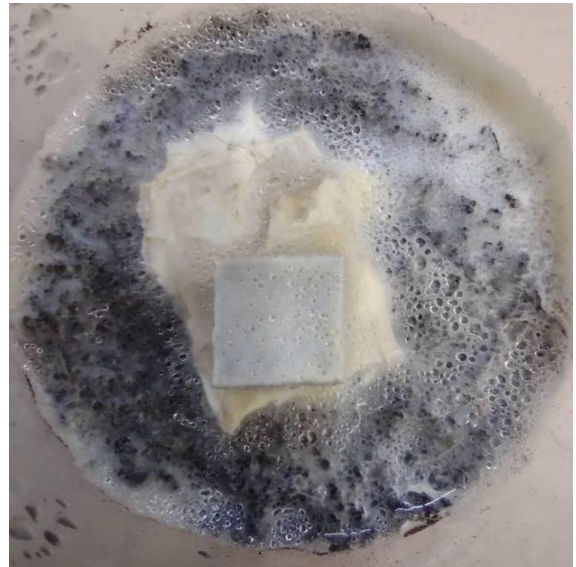


DURABILIDAD NATURAL DE LA MADERA DE RENOVAL DE COIHUE (*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst)



**INSTITUTO FORESTAL
2021**



Las fotografías e imágenes incorporadas en tapas o texto de la presente publicación provienen de archivo institucional o fueron obtenidas o elaboradas durante el desarrollo de las actividades del trabajo que origina esta publicación.

**DURABILIDAD NATURAL DE LA MADERA DE RENOVAL DE
COIHUE (*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst)**

Patricio Elgueta¹; Gonzalo Hernández; Raúl Campos; Irma Arriagada

PROYECTO CORFO FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS DEL INSTITUTO FORESTAL PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA SECUNDARIA DE LA MADERA, A TRAVÉS DE BIENES PÚBLICOS ORIENTADOS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN 2018

**INSTITUTO FORESTAL
2021**

¹ Investigadores, Instituto Forestal, Sede Bio Bio. patricio.elgueta@infor.cl



INFOR

INSTITUTO FORESTAL

Sucre 3397, Ñuñoa, Santiago

Chile

F. 56 2 223667115

www.infor.cl

ISBN N° 978 956 318 213 - 2

Registro Propiedad Intelectual N° 2022 A 256

Se autoriza la reproducción parcial de esta publicación siempre y cuando se efectúe la cita correspondiente:

Elgueta, Patricio; Hernández, Gonzalo; Campos, Raúl y Arriagada, Irma, 2021. Durabilidad natural de la madera de renoval de Coihue (*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst). Instituto Forestal, Chile. Informe Técnico N° 243. P. 13.

PRÓLOGO

Con financiamiento de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), el Instituto Forestal (INFOR) está desarrollando el proyecto Fortalecimiento de las Capacidades Tecnológicas del Instituto Forestal para el Desarrollo de la Industria Secundaria de la Madera (ISM), a través de bienes públicos orientados al sector de la construcción.

La ISM considera a todas aquellas empresas de diferentes tamaños que emplean la madera aserrada como materia prima para generar productos de valor agregado, para distintos usos, entre los que se cuentan los destinados a la construcción de viviendas y otras obras. Entre estos productos se encuentran la madera dimensionada y cepillada, las molduras de diferentes tipos y elementos más elaborados, tales como puertas, ventanas, pisos y otros, además de productos de ingeniería en maderas, como muros, cerchas, vigas laminadas y otros.

Distintas iniciativas de carácter nacional apuntan a aumentar el uso de la madera en la construcción, considerando las ventajas económicas, sociales y ambientales que esta presenta respecto de otros materiales.

Prácticamente la totalidad de la madera aserrada que se produce en el país proviene de las plantaciones de pino radiata. Sin embargo, se identifican especies madereras alternativas, destacando especies nativas, como los renovales de roble, raulí y coihue, además de otras especies exóticas.

Dentro de las nativas destacan los renovales de coihue, especie que se caracteriza por su crecimiento en conjunto con otras especies en bosques y tiene importante presencia en los Tipos Forestales Roble-Raulí-Coihue, Coihue-Raulí-Tepa y Siempreverde, tipos que en conjunto suman más de 6 millones de hectáreas entre las regiones de Ñuble y Aysén.

Para el uso de la madera como material de construcción se requiere del conocimiento previo de su durabilidad natural y de sus propiedades físicas y mecánicas, información que debe estar incorporada en las normas técnicas chilenas.

El objetivo general del presente trabajo es determinar la durabilidad natural de la madera de duramen de renovales de coihue, sometida a la acción de hongos xilófagos de pudrición blanca.



Fernando Raga Castellanos
Director Ejecutivo
Instituto Forestal

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS.....	2
MATERIALES Y MÉTODO.....	2
Diseño Experimental.....	2
Preparación del Material de Ensayo.....	3
- Determinación de la capacidad de campo de la arena	3
- Sustratos alimenticios e incubación de las cepas	3
Montaje del Ensayo	5
Determinación de la Pérdida de Peso	6
RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	7
CONCLUSIONES	13
REFERENCIAS	13

INTRODUCCIÓN

Coihue o coigüe (*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst.) es una especie endémica de los bosques subantárticos de Chile y Argentina. En Chile se distribuye desde la región de O'Higgins hasta la región de Aysén (Loewe *et al.*, 1997). Entre las regiones de Maule y Los Lagos, crece en conjunto con las especies roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst), raulí (*Nothofagus alpina* (Poepp. & Endl.) Oerst), conformando el Tipo Forestal Roble-Raulí-Coihue; entre las regiones de Ñuble y Los Lagos crece con raulí y tepa (*Laureliopsis philippiana* (Looser) Schodde), conformando el Tipo Forestal Coihue-Raulí-Tepa; y entre las regiones de Ñuble y Aysén crece en combinación con una cantidad de otras especies, conformando el Tipo Forestal Siempreverde, que es el tipo de mayor superficie en el país.

Coihue puede alcanzar hasta 40 m de altura con un tronco cilíndrico relativamente recto, de hasta 2,5 m de diámetro. Esta especie es intolerante a la sombra, se caracteriza por preferir suelos húmedos y por ser colonizadora, ya que puede avanzar hacia áreas desprovistas de vegetación (Rodríguez *et al.*, 1983). En condiciones de bosque generalmente se encuentra libre de ramas hasta gran altura (poda natural) y con copa pequeña. Es un árbol longevo, que puede alcanzar más de 400 años de edad, y la especie es considerada la latifoliada más grande de los bosques del sur de Chile (Hoffmann, 1982).

Al año 2019 se registran 1,66 millones de hectáreas del Tipo Forestal Roble-Raulí-Coihue, 0,85 millones de hectáreas del Tipo Forestal Coihue-Raulí-Tepa y 3,7 millones de hectáreas del Tipo Forestal Siempreverde. Estos tipos forestales, con importante presencia de coihue, suman en conjunto 6,21 millones de hectáreas, superficie que representa el 42,1 % de la superficie total de bosques nativos en el país (INFOR, 2021).

La producción de madera aserrada de coihue el año 2019 fue de 16.650 m³, volumen del cual el 43,8% provino de la región de Los Lagos, el 21,1% de la región de La Araucanía, y el 18,8% de la región de Aysén (INFOR, 2020).

El uso de la madera en la construcción en Chile demanda conocer las propiedades físico-mecánicas y la durabilidad natural de las maderas, información que debe estar incorporados en las normas chilenas respectivas, NCh 1198 (INN, 2014) y NCh 789/1 (INN, 1987).

La durabilidad natural de la madera se define como la capacidad de esta para resistir el ataque de los diferentes agentes biológicos de destrucción, una vez que se pone en servicio sin ningún tratamiento preservador NCh 789/1 (INN, 1987). Respecto de la durabilidad natural de la madera, la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC. D.S. N°47) (MINVU, 1992), cuerpo normativo que regula la construcción en el país, señala que las maderas clasificadas como "No Durables" por la norma NCh 789/1 deben ser preservadas para ser utilizadas con fines estructurales.

Existen dos alternativas para determinar la durabilidad natural de la madera una de campo y otra de laboratorio. La primera consiste en instalar una serie de estacas (probetas) en contacto con el suelo, al aire libre, por un mínimo de 5 años. La segunda considera un método acelerado, que emplea probetas de madera que son sometidas a la acción de hongos y/o insectos xilófagos. Se identifican 2 metodologías de laboratorio para determinar la durabilidad natural de las maderas. Ellas corresponden a la norma americana AWPA E10 (AWPA, 2016) y

la norma europea EN-350 (AEONOR, 2016). En este estudio se considera la metodología de la AWPA E10 y se determina la durabilidad natural de la madera de duramen de renoval de coihue, sometida a la acción de dos hongos de pudrición blanca.

OBJETIVOS

El presente estudio tiene como objetivo general determinar la durabilidad natural de la madera de duramen de renoval de coihue sometida a la acción de dos hongos xilófagos de pudrición blanca, de acuerdo a las categorías establecidas por Findlay (1962) y por la norma EN-350, las cuales se adecuan a las mencionadas en la norma NCh 789/1 (Maderas. Parte 1: Clasificación de maderas comerciales por su durabilidad natural).

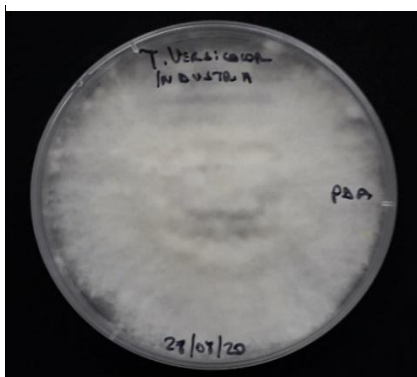
MATERIALES Y MÉTODO

Diseño Experimental

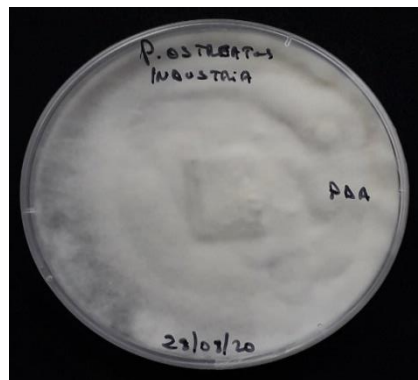
El ensayo se ejecutó en el Laboratorio de Madera Estructural del Instituto Forestal (INFOR), Sede Bio Bio. Su implementación se realizó según indicaciones de la norma AWPA E10-16 y el diseño experimental del estudio se detalla en el Cuadro N° 1. Los hongos fueron cultivados utilizando un medio de crecimiento en base a PDA (Potato Dextrosa Agar), en ambiente a 24°C, por 7 días (Figura N° 1).

**Cuadro N° 1
DISEÑO EXPERIMENTAL**

Tipo Hongo	Nombre Científico	Nombre Abreviado	Tipo Madera	Número Probetas
Pudrición Blanca	<i>Trametes versicolor</i> (L. ex Fr.) Pilát	T.V.	Duramen	28
	<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq. Ex Fr.) Kummer	P.O.	Duramen	28



Trametes versicolor (L. ex Fr.) Pilát.



Pleurotus ostreatus (Jacq. Ex Fr.) Kummer

**Figura N° 1
CULTIVO HONGOS PUDRICIÓN BLANCA**

Preparación del Material de Ensayo

Se consideró la determinación de la capacidad de campo de la arena, la preparación de los sustratos alimenticios y la incubación de las cepas.

- Determinación de la capacidad de campo de la arena

En forma paralela al desarrollo de los hongos de pudrición café se determinó la capacidad de campo de la arena empleada (Lampa), correspondiente a la máxima capacidad de saturación del suelo, que debe oscilar en el rango de 20 al 40%. Para tal efecto se utilizó un vaso de precipitado de vidrio y un embudo de Buchner dispuesto con un papel filtro circular en su interior. La arena al interior del embudo fue saturada con agua destilada para posteriormente dejarla decantar por 24 h. El vaso de precipitado y el embudo fueron cubiertos con un paño húmedo para evitar pérdidas por evaporación. Transcurrido el tiempo de decantación, la arena fue pesada en una balanza analítica marca Adam, secada a $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ hasta peso constante en una estufa marca Memmert, de 260 L de capacidad, y pesada nuevamente para determinar su capacidad de campo según la siguiente ecuación.

$$WHC(\%) = \frac{PA1 - PA2}{PA2} \cdot 100$$

Donde: WHC (%): Corresponde a la capacidad de campo de la arena.
PA1: Corresponde al peso de la arena húmeda.
PA2: Corresponde al peso de la arena seca en horno hasta lograr masa constante.

Con el valor de la capacidad de campo se determinó la cantidad de agua destilada a incorporar a cada frasco de 460 cc con 200 cc de arena, para alcanzar un 130% de la capacidad de campo (Figura N° 2), de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Agua(g \text{ o } ml) = (0,013 \cdot WHC \cdot PA4) + (PA4 - PA3)$$

Donde: Agua (g o ml): Corresponde a la cantidad de agua a incorporar en cada frasco.
PA3: Corresponde al peso de la arena a introducir en cada frasco.
PA4: Corresponde al peso de la arena seca en horno hasta lograr masa constante.

- Sustratos alimenticios e incubación de las cepas

Una vez alcanzada la capacidad de campo, se dispusieron sobre la arena los sustratos alimenticios (58 x 37 x 4 mm) (Figura N° 3).

Los frascos y sus contenidos, con la tapa a medio cerrar, fueron pesados y posteriormente esterilizados en autoclave vertical marca Delta-K, de 80 L de capacidad, en dos oportunidades durante 30 minutos, con un intervalo de aproximadamente 24 h, a una temperatura y presión de 121°C y 1,2 atm, respectivamente (Figura N°4).

Posterior a la esterilización, los frascos fueron pesados nuevamente para verificar la existencia de variaciones en el peso producto de la evaporación del agua durante el proceso de esterilización. Las diferencias fueron corregidas incorporando agua destilada equivalente a la diferencia entre los pesos antes y después del proceso.

Los sustratos se inocularon con los hongos de pudrición café (Figura N° 5) en un ambiente aséptico generado por una cámara de flujo laminar de 4 pies de ancho, marca Labconco, con secciones circulares de aproximadamente 5 mm² (Figura N° 6).

Finalmente, los frascos fueron dispuestos en un ambiente con luz tenue durante 3 semanas, con la tapa abierta a un cuarto de vuelta y a temperatura y humedad relativa de 25°C y 65%, respectivamente (Figura N° 7).



Figura N° 2
FRASCO DE CULTIVO CON ARENA



Figura N° 3
FRASCO CON SUSTRATO ALIMENTICIO



Figura N° 4
ESTERILIZACIÓN LOS FRASCOS DE CULTIVO



Figura N° 5
SECCIONES PARA INOCULACIÓN



Figura N° 6
INOCULACIÓN SUSTRATO ALIMENTICIO



Figura N° 7
INCUBACIÓN DE CEPAS

Montaje del Ensayo

Cubos de 14 mm de arista de madera de renoval de coihue fueron extraídos de madera aserrada proveniente de bosques de aproximadamente 55 a 60 años de edad. Posteriormente, las probetas fueron acondicionadas al 12% de humedad en una cámara climática, marca Memmert, de 1.060 L de capacidad, considerando una humedad relativa del 65% y una temperatura de 21 °C (Figura N° 8).

Luego, las probetas fueron esterilizadas en autoclave, por 20 minutos, a 121 °C y a 1,2 atm (Figura N° 9), y pesadas para determinar la masa inicial del ensayo (P1) (Figura N° 10). Para el control del contenido de humedad de equilibrio de las probetas fueron pesadas periódicamente hasta lograr masa constante. Transcurridas 3 semanas de incubación de las cepas, las probetas fueron introducidas en los frascos de vidrio con la sección transversal en contacto con el micelio generado sobre la placa alimenticia (Figura N° 11).



Figura N° 8
PROBETAS EN CÁMARA CLIMÁTICA



Figura N° 9
PROBETAS EN ESTERILIZADOR

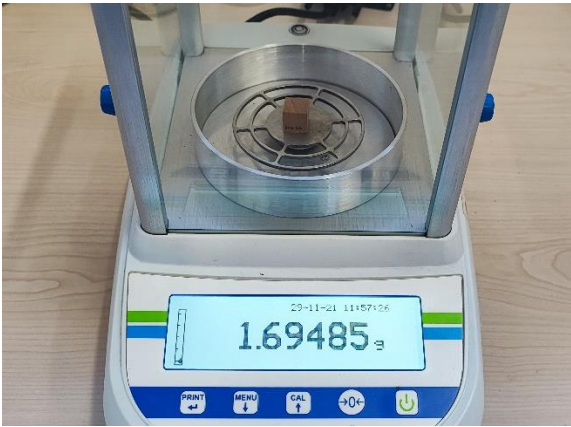


Figura N° 10
PROBETAS EN BALANZA ANALÍTICA



Figura N° 11
INSTALACIÓN DEL ENSAYO

Finalizado el montaje del ensayo, los frascos fueron dispuestos en un ambiente sin luz a 25°C de temperatura y 65% de humedad relativa, por un periodo de 8 semanas y con la tapa de cada frasco a medio cerrar, al interior de una cámara de clima constante.

Determinación de la Pérdida de Peso

Cumplido el tiempo de exposición, las probetas fueron retiradas de los frascos, se eliminó el micelio superficial y se acondicionaron al 12% de humedad, para posteriormente ser pesadas.

Con el peso inicial y final de cada probeta se procedió a calcular el porcentaje de pérdida de peso. El valor promedio de cada tratamiento fue considerado como la pérdida de peso total.

$$PP = \frac{P1 - P2}{P1} * 100$$

Donde:

- PP: Corresponde a la pérdida de peso (%).
- P1: Corresponde al peso inicial de la probeta acondicionada al 12% C.H.
- P2: Corresponde al peso final de la probeta acondicionada al 12% C.H.

Con el porcentaje de pérdida de peso se asignó una categoría de durabilidad natural para el duramen, en base a las escalas de Findlay (1962) y EN-350:2016 (Cuadro N° 2).

Cabe consignar que ambas escalas consideran las mismas 5 categorías que señala la norma chilena NCh 789-1 Of.1987.

Cuadro N° 2
ESCALAS DE DURABILIDAD NATURAL

Categoría	Pérdida de Peso (%)	
	Findlay	EN-350
Muy Durable	0 - ≤1	≤5
Durable	1 - ≤5	5 - ≤10
Moderadamente Durable	5 - ≤10	10 - ≤15
Poco Durable	10 - ≤30	15 - ≤30
No Durable	>30	>30

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Al cabo de 8 semanas las probetas de duramen sometidas al hongo T.V. presentaron un micelio más abundante y voluminoso en comparación al hongo P.O., que presentó un micelio más homogéneo. Al cabo de 16 semanas las probetas fueron cubiertas en su totalidad.

Las Figuras N° 12 y N° 13 ilustran el ataque de los hongos de pudrición blanca en las probetas de duramen del renoval de Coihue. En las imágenes de la izquierda se observan las probetas cubiertas con micelio una vez finalizado el tiempo de exposición, mientras que en las imágenes de la derecha se observa la probeta sin la cubierta de micelio. En las probetas sin micelio se observa la degradación producida por los hongos de pudrición, donde el ataque en la madera de primavera (porción de madera entre los anillos de crecimiento) fue más severo.



Figura N° 12
ATAQUE HONGO T.V. MADERA DE DURAMEN

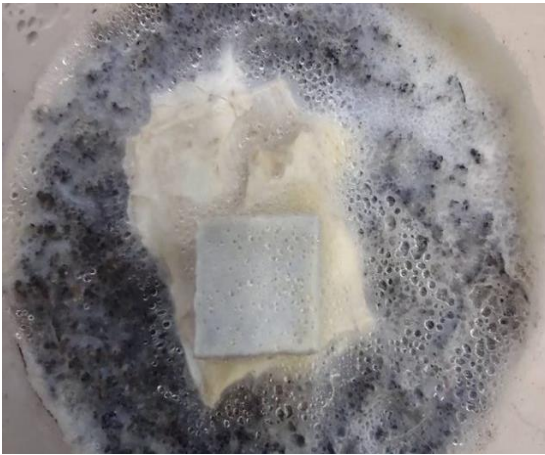


Figura N° 13
ATAQUE HONGO P.O. MADERA DE DURAMEN

La Figura N° 14 ilustra las pérdidas de peso de las probetas en función del tipo de hongo.

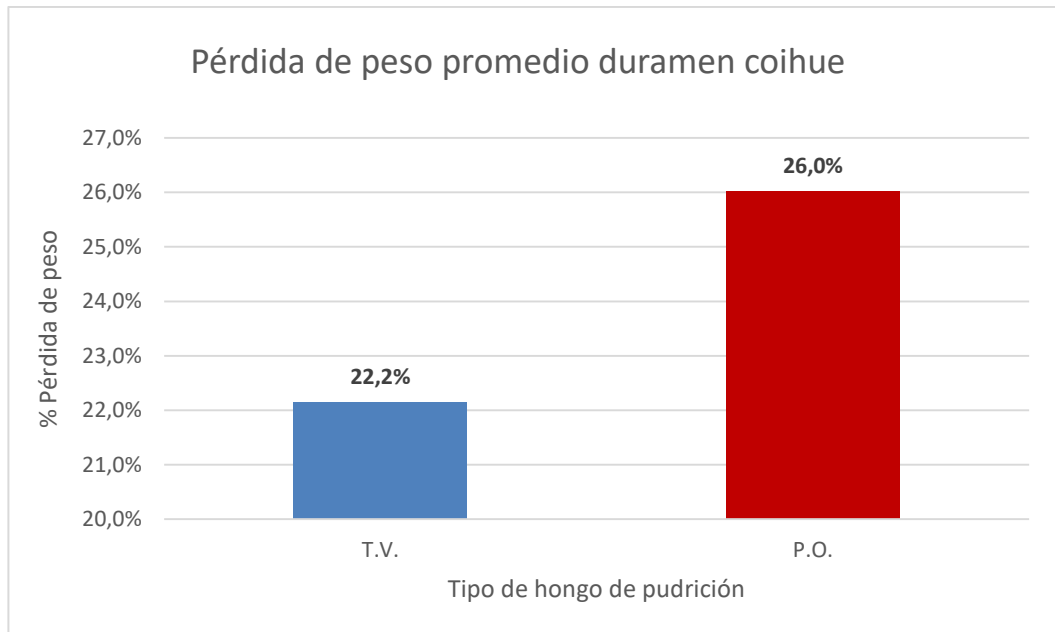


Figura N° 14
PÉRDIDA DE PESO PROMEDIO POR TIPO DE HONGO

De los resultados se desprende que la acción del hongo de pudrición blanca P.O. fue más agresiva que la del hongo T.V. La degradación de los hongos T.V. y P.O. alcanzó un 22,2 y 26,0%, respectivamente.

En el Cuadro N° 3 se indican las categorías de durabilidad natural según las escalas de Findlay y EN-350. La madera de duramen de renoval de Coihue califica como "Poco Durable" frente a la acción de los hongos de pudrición blanca, con pérdidas de masa entre el 10% y 30%.

**Cuadro N° 3
CLASIFICACIÓN DE LA DURABILIDAD NATURAL**

Tipo Hongo	Madera	Nombre Abreviado Hongo	Pérdida Peso* (%)	Findlay		EN-350	
				Rango (%)	Categoría	Rango (%)	Categoría
Pudrición Blanca	Duramen	T.V.	22,2	10 - ≤30	Poco Durable	15 - ≤30	Poco Durable
		P.O.	26,0	10 - ≤30	Poco Durable	15 - ≤30	Poco Durable

* Corresponde al promedio de las repeticiones.

La escala de Findlay y la señalada en la norma EN-350 presentan las mismas 5 categorías de durabilidad natural que señala la norma chilena NCh 789/1, lo que permite homologar los resultados a la realidad nacional (Cuadro N° 4). Para asignar la durabilidad natural de la madera de renoval de coihue se debe considerar la escala más rigurosa, que en este caso corresponde a la propuesta por Findlay. Bajo esta condición, se aprecia que la madera de duramen del renoval de coihue califica como "Poco Durable" a la acción de hongos xilófagos de pudrición blanca.

**Cuadro N° 4
CLASIFICACIÓN DE LA DURABILIDAD NATURAL**

Tipo Hongo	Madera	Nombre Abreviado Hongo	NCh 789/1 (1987)
Pudrición Blanca	Duramen	T.V.	Poco Durable
		P.O.	Poco Durable

Los datos experimentales fueron analizados estadísticamente utilizando el software R. En la Figura N° 15 se observa un traslape de los datos, lo que podría indicar que no existen diferencias significativas entre ambos hongos de pudrición. Misma situación ocurre en la Figura N° 16, donde también se observa un traslape de los datos. Sin embargo, una prueba formal estadística determinará si los datos son estadísticamente diferentes.

Previo al análisis estadístico de las muestras, se verificó la normalidad de los datos, la ausencia de valores atípicos y la homogeneidad de las varianzas.

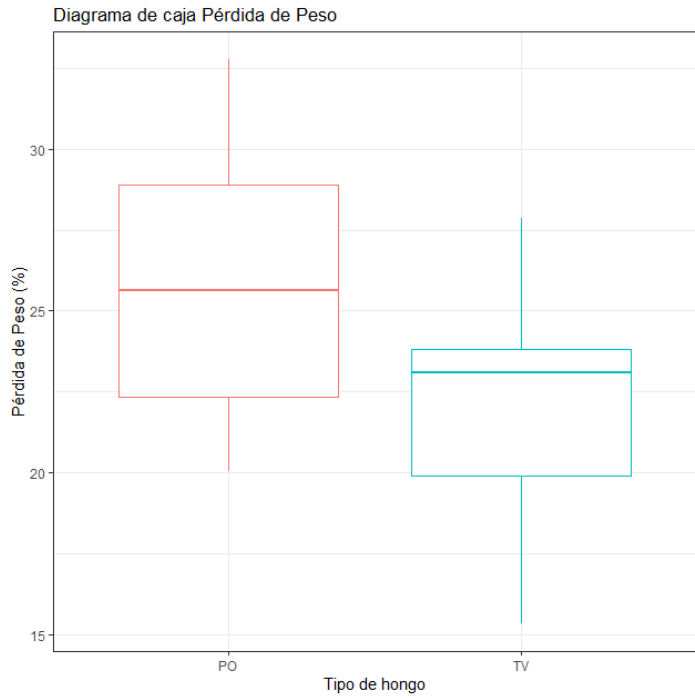


Figura N° 15
GRÁFICO DE CAJA DE LA PÉRDIDA DE PESO EN DURAMEN

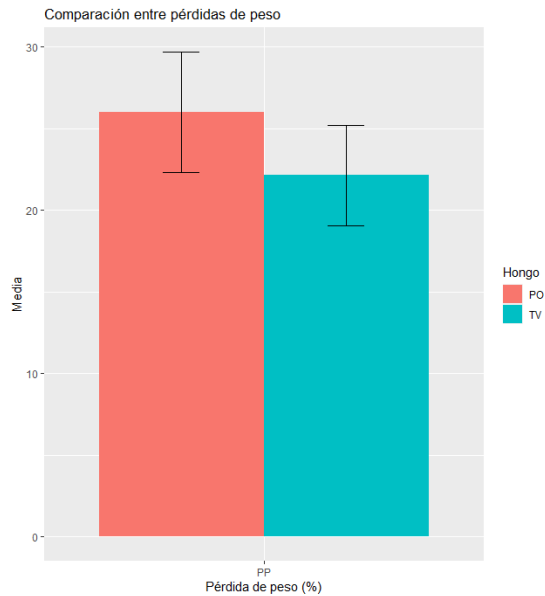


Figura N° 16
COMPARACIÓN ENTRE PÉRDIDAS DE PESO EN DURAMEN

El supuesto de normalidad de los datos se representó gráficamente (Figura N° 17). En el caso del hongo PO los datos se mueven en torno a la recta y dentro de la zona de normalidad. Para el hongo TV, se observa que hay una serie de datos que se encuentran en el límite superior de la zona de normalidad, lo que podría significar que algunos de ellos podrían ser atípicos o extremos.

Para verificar el supuesto de normalidad con una prueba estadística formal se utilizó el método de Shapiro-Wilk (Cuadro N° 5) para ambas muestras (PO y TV). Se plantea como hipótesis nula (H_0) que las pérdidas de peso de las muestras están distribuidas normalmente, y como hipótesis alternativa (H_1) que las pérdidas de peso de las muestras no se distribuyen de forma normal.

Se observa que ellas siguen una distribución normal, dado que los valores P son mayores al nivel de significancia ($\alpha = 0,05$). El análisis de puntos atípicos y extremos resultó ser negativo para ambas muestras estudiadas.

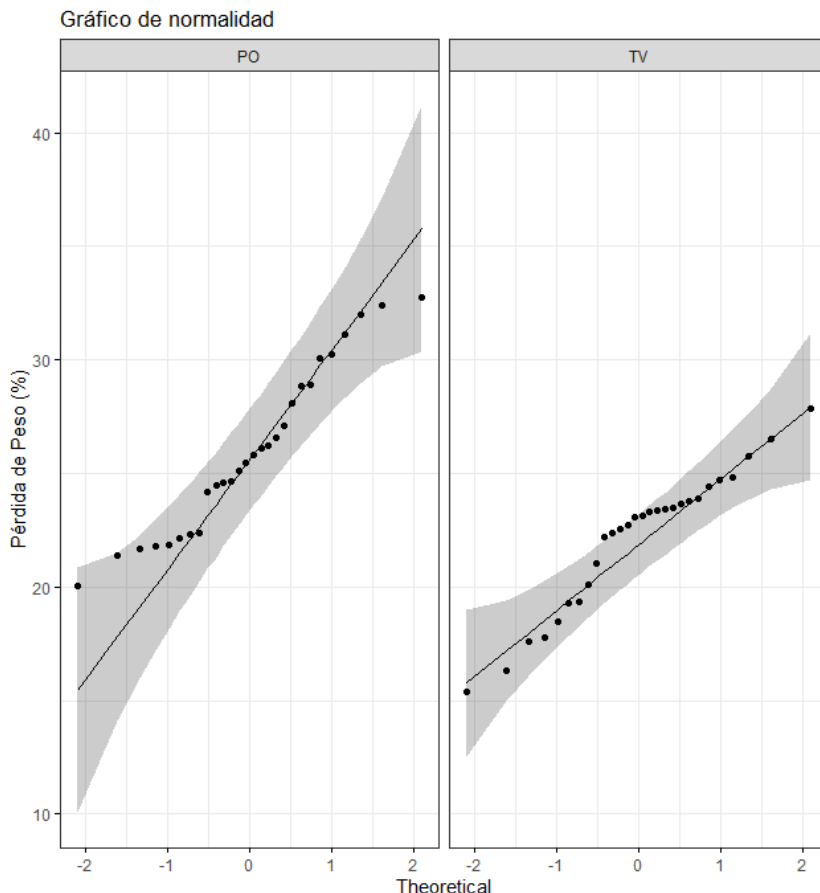


Figura N° 17
GRÁFICOS DE NORMALIDAD DE LA PÉRDIDA DE PESO EN DURAMEN

**Cuadro N° 5
PRUEBA DE NORMALIDAD DE SHAPIRO-WILK**

Variable	Estadístico de prueba	Valor P
PO	0,950	0,195
TV	0,946	0,161

El supuesto de homogeneidad de varianzas se verificó mediante el test de Levene. Se planteó como hipótesis nula (H_0) que las varianzas de las pérdidas de peso de las muestras son homogéneas y como hipótesis alternativa (H_1) que las varianzas de las pérdidas de peso de las muestras no son homogéneas. La prueba estadística (Cuadro N° 6) indicó que las pérdidas de peso asociadas a cada hongo de pudrición presentan igualdad de varianzas, dado que el valor P obtenido en la prueba es mayor al nivel de significancia ($\alpha = 0,05$). A modo de corroboración, se ejecutó el test de Flinger-Killeen, obteniendo un valor P de 0,1145.

**Cuadro N° 6
PRUEBA DE LEVENE PARA HOMOCEDESTICIDAD**

Variable	Prueba estadística	Grados de libertad	Valor F	Valor P
Pérdida de peso	Levene	1	1,58	0,2134
	Flinger-Killeen	1	1,33	0,2475

Con los supuestos verificados, se procedió a ejecutar una prueba T para comparar ambas muestras. Se planteó como hipótesis nula (H_0) que las medias de las pérdidas de peso de las muestras son iguales y como hipótesis alternativa (H_1) que las medias de las pérdidas de peso de las muestras son diferentes. Los resultados en el Cuadro N° 7 indican que el valor P de la prueba es menor al valor de significancia ($\alpha = 0,05$), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, confirmando con un 95% de confianza que existen diferencias significativas entre las medias de las pérdidas de peso en la madera de duramen de renoval de coihue.

**Cuadro N° 7
COMPARACIÓN DE LAS MUESTRAS MEDIANTE PRUEBA T**

Variable	Muestra 1	Muestra 2	Tamaño muestra 1	Tamaño muestra 2	Estadístico de prueba	Grados de libertad	Valor P
Pérdida de peso	PO	TV	28	28	4,25	52,3	$8,95E^{-5}$

CONCLUSIONES

La escala de Findlay y la señalada en la norma EN-350 definen la durabilidad natural de la madera de duramen de renoval de coihue como “poco durable”, con pérdidas de peso entre el 10 - $\leq 30\%$ y entre el 15 - $\leq 30\%$, respectivamente. Para asignar la categoría de durabilidad natural a la madera de duramen de renoval de coihue se utilizó la escala de Findlay, por ser la de mayor rigurosidad en comparación a la señalada en la norma EN-350.

De acuerdo a lo establecido en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones de Chile, las maderas que presenten una durabilidad natural en la categoría de “no durable”, deben ser preservadas para su uso en aplicaciones estructurales. Para el caso de la madera de renoval de coihue, al presentar una durabilidad natural en la categoría “poco durable”, no es necesaria su preservación para uso en aplicaciones estructurales.

El análisis estadístico realizado permite concluir que existe diferencia significativa en la pérdida de peso promedio obtenida para cada tipo de hongo de pudrición, dado que el valor P obtenido es menor que el valor de significancia, cumpliendo con todos los supuestos del análisis.

REFERENCIAS

AENOR, 2016. UNE-EN 350 2016. Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Ensayos y clasificación de la resistencia a los agentes biológicos y de los productos derivados de la madera. Madrid. España.

AWPA, 2016. E10. Testing wood preservatives by laboratory soil block cultures. American Wood Protection Association.

Findlay, W. P. K., 1962. Preservation of Timber. A & C Black Publishers Ltd. 176 pp.

Hoffmann, A. 1982. Flora silvestre de Chile. Zona Austral. Fundación Claudio Gay. Chile.

INFOR, 2021. Anuario Forestal 2021. Instituto Forestal, Chile. Boletín Estadístico N° 180. Chile.

INFOR, 2020. La Industria del Aserrío 2020. Instituto Forestal, Chile. Boletín Estadístico N° 177. Chile.

INN, 1987. NCh 789/1 Of. 1987. Maderas - Parte 1: Clasificación de maderas comerciales por su durabilidad natural. Santiago. Chile.

INN, 2014. NCh 1198 Of. 2014. Madera - Construcciones en madera - Cálculo. Santiago. Chile.

Loewe Muñoz, Verónica; Camelio Rodríguez, María Eugenia; López L., Claudia; Toral Ibáñez, Manuel y Urquieta N., Elizabeth, 1997. Monografía de Coigue (*Nothofagus dombeyi*). Potencialidad de especies y sitios para una diversificación silvícola nacional. INFOR. CONAF. FIA. <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/775>

MINVU, 1992. Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Decreto Supremo N°47. Chile.

Rodríguez Ríos, R.; Matthei S., O. y Quezada M., M., 1983. Flora arbórea de Chile. Concepción, Chile: Universidad de Concepción.



INFOR



www.infor.cl