



0004115



INFOR
Instituto Forestal

218
INFOR
C.1

UNIDAD DE TECNOLOGÍAS E INDUSTRIAS DE LA MADERA

CARACTERIZACIÓN DE *PINUS PONDEROSA*

Concepción, Junio 1998



INFOR
218
c.1

INFOR
Instituto Forestal

UNIDAD DE TECNOLOGÍAS E INDUSTRIAS DE LA MADERA

CARACTERIZACIÓN DE *PINUS PONDEROSA*



Concepción, Junio 1998



Caracterización de *Pinus ponderosa*



INTRODUCCION

El presente trabajo tiene por objeto dar a conocer una recopilación de los antecedentes disponibles tanto en Chile como en el extranjero de la especie *Pinus ponderosa*.

Se da especial énfasis a trabajos realizados en distintos organismos chilenos, ya sea Universidades o Institutos de Investigación, quienes analizan propiedades tecnológicas específicas de la especie creciendo en Chile, lo cual es la base para posteriores investigaciones, permitiendo de este modo complementar dichos estudios.

La orientación de la revisión bibliográfica está dada hacia aspectos tecnológicos de la especie, siendo estos los principales generadores de valor agregado a la madera, motivo por el cual se deben considerar sus aptitudes para emplearla en forma adecuada y optimizar las potenciales propiedades. Por lo anterior, es importante destacar los valores de propiedades físicas y mecánicas, que deben estimarse en forma certera para las plantaciones chilenas y que representan una gran importancia para limitar los usos de esta madera, ya que en este trabajo solo fue posible aportar cifras de estudios efectuados en el lugar de origen del *Pinus ponderosa*, los cuales como es sabido reflejan una serie de condiciones específicas de crecimiento, pudiendo variar considerablemente de un lugar a otro.

Por último, es destacable que a nivel nacional solo se cuenta con estudios de introducción de la especie, por lo cual el campo de investigación es aún amplio. De acuerdo a las características de esta especie, se vislumbra como promisoría en zonas australes, donde los terrenos de aptitud preferentemente agrícola están limitados para este uso por las temperaturas extremas y coinciden sin embargo con las condiciones originarias del Hemisferio Norte.





I. DESCRIPCION BOTANICA.....	1
II. DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LA ESPECIE.....	2
1. DISTRIBUCION NATURAL	2
2. DISTRIBUCION EN CHILE	3
III. DESCRIPCION DEL ARBOL.....	5
IV. REQUERIMIENTOS ECOLOGICOS	6
V. PARAMETROS BASICOS DE CRECIMIENTO.....	9
VI. PROPIEDADES DE LA MADERA.....	18
1. CARACTERÍSTICAS MACROSCOPICAS	18
2. CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS	19
3. PROPIEDADES FÍSICAS	20
4. PROPIEDADES MECÁNICAS	21
5. COMPORTAMIENTO FRENTE AL SECADO	23
Abreviaturas	24
6. IMPREGNACIÓN.....	24
7. DURABILIDAD NATURAL.....	24
8. ASERRÍO, CHAPAS Y TABLEROS.....	25
9. TRABAJABILIDAD	26
10. RECUBRIMIENTOS	26
11. PRINCIPALES USOS.....	26
VII. PRODUCCIÓN NACIONAL.....	28
VIII. EXPORTACIONES	28
IX. PRECIOS NACIONALES E INTERNACIONALES.....	28
X. BIBLIOGRAFIA	30



Pinus ponderosa Dougl.

Pino ponderosa

I. DESCRIPCION BOTANICA

Nombre científico: *Pinus ponderosa* Dougl Ex Laws.

Nombres comunes: Western soft pine., bull pine y blackjack pine. Arizona pijn, Arizona pine, Arizona ponderosa pine, Arizona white pine, Arizona-tall, big pine, bird's eye pine, blackjack pine, British soft pine, British Columbia soft pine, British Columbia pine, bull pine, California white pine, California Yellow pine, Foothills yellow pine, Gelb kiefer, gul-tall,, heavy pine, heavy-wooded pine, Knotty pine, longleaf pine, Pacific ponderosa pine, pin a bois lourd, pin d'arizona, pin de Benthams, pinabete, pino, pino blanco, pino cenizo, pino chino, pino de Arizona, pino di Arizona, pino giallo, pino ponderosa, pino ponderoso, pino real, pitch pine, ponderosa pine, ponderosa pijn, pondosa, pondosa pine, red pine, rock pine, vastamerikansk langbarri tall, western pitch pine, western yellow pine, western gele pijn, yellow pine (USDA Forest Service, 1998).

Familia: Pinaceae

Género: Pinus

El nombre "ponderosa" se refiere a "ponderous" que significa voluminoso o pesado aludiendo a su madera.

Actualmente de las muchas variedades existentes de *Pinus ponderosa*, los especialistas reconocen solo dos de ellas: *Pinus ponderosa* var. *Arizonica* shaw y *Pinus ponderosa* var. *scopulorum* Engelman.

II. DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LA ESPECIE

1. DISTRIBUCION NATURAL

Pino ponderosa tiene una gran zona de distribucion natural, que va desde el norte del rio Thompson en British Columbia por la franja sur a través de Montana, el oeste de Nebraska, Texas y en México por la franja oeste por la costa pacifico (Handbook of Softwood, 1977).

Especie nativa del Oeste de Estados Unidos, ubicada preferentemente sobre las laderas de las montañas, valles de escasa humedad y en las mesetas de Nebraska, al oeste de Texas; en las montañas rocallosas en Colorado, Texas; por el sector costero del Pacifico desde baja California hasta la Columbia Británica y en suelos bien drenados, formando bosques puros o asociaciones (Vera, 1989).

Pino ponderosa presenta el área de distribución más amplia del género *Pinus* en Norte América, extendiéndose desde los 51° de latitud norte en Canoe Creek y Vavenby (Sur de British Columbia) hasta los 24° de latitud Norte en Durango (México); de Este a Oeste se encuentra entre los 99° de longitud Oeste en Holh County (Nebraska), hasta los 125° longitud oeste correspondiente a la costa del Océano Pacifico en California (Gándara, 1978; INFOR, 1996).



El rango altitudinal se extiende desde el nivel del mar hasta los 3500 m.s.n.m. Los rodales que presentan mejor desarrollo se sitúan generalmente sobre mesetas y se encuentran en los 1200 y 2400 m.s.n.m. El pino ponderosa se puede encontrar en las zonas húmedas y subhúmedas con temperaturas microtermales, caracterizadas por veranos secos (240-640 mm de precipitación anual). La oscilación térmica es extremadamente amplia, con una mínima absoluta de -38°C y 41°C como máxima. Las temperaturas medias anuales oscilan entre $5,5^{\circ}\text{C}$ y 10°C (INFOR, 1996).

Pino oregón ha sido plantado extensivamente en Nueva Zelanda, siendo esta especie la segunda en importancia después del Pino radiata en ese país. También se ha plantado en Australia y en Sudáfrica en pequeñas extensiones (Handbook of Softwood, 1977).

que hace
aproximadamente
100 años

2. DISTRIBUCION EN CHILE

Las posibilidades de Pino ponderosa están restringidas a la zona austral o en las proximidades de la Cordillera de los Andes, es decir, áreas donde se registren bajas temperaturas (Santelices, 1997).

En Chile se han establecido plantaciones de Pino ponderosa en la XI Región de Aysen, con el objeto de proteger el suelo, tratando de aminorar los procesos erosivos de la zona, razón por la cual es posible apreciar áreas plantadas con altas densidades iniciales y diversas especies. A Mayo de 1994 la superficie total reforestada en la región es de 26.876 há de las cuales 16.371 ha (60,9%) se han plantado por gestión estatal, mediante diversos mecanismos. Las restantes 10.505 ha (39,1%) han sido plantadas por el sector privado utilizando los beneficios del D.L.701 (INFOR, 1994).



De acuerdo a los últimos antecedentes publicados por CONAF (1997), en la XI Región existen aproximadamente 30.000 ha de plantaciones con especies introducidas desde el hemisferio norte, las que aún se encuentran en edades juveniles y no se han incorporado a la producción. De acuerdo a lo señalado dentro de las especies con mejor pronóstico productivo se encuentra Pino ponderosa, presentando una excelente adaptabilidad a las condiciones de sitio, manifestado en las altas tasas de sobrevivencia y desarrollo. Los incrementos volumétricos de la especie se encuentran influenciados por condiciones climáticas particulares del sector, y es así como Pino ponderosa presenta crecimiento óptimo en la zona intermedia (CONAF, 1997).

Considerando la rigurosidad y variabilidad climática, se plantaron alrededor de 20 especies de coníferas, dentro de las cuales una de las más utilizadas han sido *Pinus ponderosa*. Por la gran variedad de especies y procedencias (desde zonas frías del hemisferio norte) introducidas en la región, resulta difícil establecer cifras exactas de superficies de plantaciones individualizando la especie. Según antecedentes de INFOR (1994), la superficie de Pino ponderosa acogida al D.L. 701, se distribuye por comunas tal como se aprecia en el CUADRO 1.

Una de las especies con mayor participación en la superficie total plantada por privados es Pino ponderosa, con una proyección de incremento anual de acuerdo a los programas de forestación del sector privado.

CUADRO 1. DISTRIBUCIÓN DE PLANTACIONES DE *PINUS PONDEROSA* EN CHILE.

Región	Provincia	Comuna	Superficie (ha)	Total Región (há)
VIII	Bío Bío	Quilleco	5,00	16,20
VIII	Bío Bío	Quilleco	5,20	
VIII	Bío Bío	Quilleco	6,00	
IX	Malleco	Curacautín	6,00	17,20
IX	Malleco	Curacautín	11,20	
XI	Coyhaique	Coyhaique	2.715	3.334
XI	Coyhaique	Aysén	600	
XI	Coyhaique	Lago Verde	19	

Fuente: INFOR, (1990, 1991, 1994).

III. DESCRIPCION DEL ARBOL

El Pino ponderosa es un árbol de grandes dimensiones, 46 a 55 m de altura y 91 a 122 cm de diametro. En general son árboles con un fuste simétrico y claro, con al menos la mitad de este descubierto. La copa de los árboles de mayor edad es corta y cónica, a veces achatada en el ápice. A la edad de 4 años, pueden tener una raíz principal de 1,2 a 1,5 m de longitud. Las raíces laterales son moderadamente profundas y extendidas, tal como en los árboles de más edad (Santelices, 1997).

Las acículas de *Pinus ponderosa* pueden estar en fascículos de 3 acículas, o de 2 o 3 acículas en el mismo árbol. Son de 5 a 10 pulgadas de largo, de color verde a amarillo oscuro, y forman manojos cerca del finde las ramas. Sus Conos son ovales, de 3 a 6 pulgadas de largo, sus escamas terminan en una punta aguzada. Cuando son árboles jóvenes y vigorosos su corteza es color

café oscuro o negra. En árboles maduros la corteza anaranjada-rojiza, irregular, con láminas escalonadas, las láminas se ajustan como un rompecabezas. Este árbol crece 45 a 55 metros en altura con una copa amplia y abierta (Brockman,1968). Rara vez se encuentran árboles sobre los 500 años de edad (Santelices,1997).

La rapidez de crecimiento de Pino ponderosa tiene un marcado efecto en la apariencia general de los árboles. Individuos jóvenes y vigorosos suelen desarrollar copas densas con follaje verde oscuro y una corteza color pardo oscuro cercano al negro, mas o menos corchosa y con giretas profundas. Por el contrario, los árboles de más edad o lento crecimiento tienen el follaje de color verde amarillento y corteza pardo amarillenta a rojo canela (Santelices,1997).

Generalmente alcanza altura de 30 a 35 m y diámetros de 0.6 a 0.76 metros pero bajo condiciones optimas de crecimiento alcanza 48 a 59 m de altura y de 1 a 2 m de diametro (Handbook of Softwood, 1977).

IV. REQUERIMIENTOS ECOLOGICOS

Las condiciones climáticas son muy variables, predominando la mediterraneidad. Considerando las áreas más representativas, las precipitaciones oscilan entre los 250 y 640 mm, mientras que las fluctuaciones térmicas son considerablemente amplias, presentando una mínima absoluta de -38°C y una máxima absoluta de 41°C. Las temperaturas medias fluctúan entre 5,5°C y 10°C (Gándara, 1978).

Se señala que Pino ponderosa no es exigente en sus requerimientos de suelos, pero los árboles que crecen en suelos delgados y secos son usualmente de pequeñas dimensiones. Es un árbol que presenta gran

resistencia a la sequía, lo cual se evidencia al asociarse con pino piñonero y juniperus. De esta especie se obtiene el máximo desarrollo en suelos húmedos y bien drenados de las laderas con exposición oeste de las montañas de Siskiyou y Sierra Nevada del sur de Oregon y California, respectivamente (Santelices, 1997).

En cuanto a los requerimientos de suelos, esta especie es muy variable, pudiendo crecer en suelos originados a partir de cenizas volcánicas, glaciares y rocas de diferentes tipos, encontrándose desde textura liviana hasta arcilla compactada (INFOR, 1996).

En cuanto a los suelos, Gándara (1978) señala que *Pinus ponderosa* se desarrolla en una gran variedad de suelos, pudiendo encontrarlo en suelos originados de cenizas volcánicas, glaciales y rocas de distintos tipos, tanto en texturas livianas como suelos arcillosos.

Los mejores incrementos se presentan en suelos profundos, sueltos y drenados. Es así como en la zona sur de su área de distribución, se forman buenas masas boscosas con 430 a 760 mm de lluvia más o menos uniforme en todo el año (Vera, 1989).

La productividad en los mejores sitios ha alcanzado a 1350 m³/ha a una edad de 100 años. Mientras que a esta misma edad en rodales ubicados en sitios de mediana calidad se han obtenido volúmenes de 410 m³/ha. El diámetro medio fluctúa entre 75 y 130 cm. En individuos adultos, con alturas entre 27 a 40 m. Sin embargo en sitios de alta calidad se han encontrado árboles dominantes de 300 años de edad, que han llegado a una altura de 53,34 m. Y 121,92 cm de DAP (Vera, 1989).



De acuerdo a lo precedente, el comportamiento de esta especie varia con la localidad, siendo así como en California, árboles de 120 años de edad promedio tienen 58,42 cm de DAP, mientras que en Arizona, árboles coetáneos presentan un DAP de 40,64 cm y en Black Hills el diámetro es de 26,67 cm. En cuanto al individuo más alto medido, este alcanzó los 70,7 m de altura y 2,62 m de diámetro (Vera, 1989). Por último, el citado autor señala que pino ponderosa, es un árbol interesante para forestación en zonas expuestas a sequías prolongadas y fríos intensos.

Pino ponderosa se desarrolla en excelente forma en rodales puros, aunque también lo hace en rodales mixtos con otras coníferas, tales como *Larix spp.*, *Pseudotsuga menziesii* y ocasionalmente con *Pinus contorta* (Santelices, 1997).

La producción de semillas es en pequeña cantidad, pero no tiene relación con la periodicidad para una abundante cosecha. La regeneración depende de la abundancia en la producción de semillas y la cantidad de precipitación caída en el verano. Las plantas pueden vivir bajo dosel de los árboles padres, pero acarrea un lento crecimiento, traducido a alturas no superiores a 1,2 m en los primeros 15 a 20 años. La mejor regeneración se produce en los claros provocados por el fuego o la cosecha de bosques, ya que el pino ponderosa se considera como una especie intolerante (Santelices, 1997).

A Pino ponderosa no se le encuentra en suelos pantanosos pero si en suelos arenosos y bien drenados hasta 1525 m de altitud (Handbook of Softwood, 1977).



V. PARAMETROS BASICOS DE CRECIMIENTO

En individuos jóvenes de más rápido crecimiento a los 150 años, se han medido diámetros de 76 a 102 cm, mientras que para el individuo típico a esa edad y similares condiciones los valores fueron sólo de 25 a 36 cm de diámetro. Santelices (1997), señala además que el crecimiento de esta especie varía considerablemente con la localidad. Es así como, en California, árboles de 120 años de edad en promedio tienen 58 cm de DAP, mientras que en Arizona, en individuos de edad similar se midió 41 cm de DAP y en las Colinas Negras 27 cm.

Los mejores sitios en Norteamérica, han registrado incrementos medios anuales de 13,5 m³/ha a los 100 años de edad. A esa misma edad en otros rodales en sitios de calidad media el incremento medido fue de 4,1 m³/ha/año (Santelices, 1997).

En un estudio realizado por Vera (1989), se realizan ensayos de procedencia en la provincia y comuna de Coyhaique, clasificada climáticamente como una zona de clima continental transandino con degeneración esteparia. Este clima se caracteriza por una disminución paulatina de las lluvias a medida que se deja atrás la Cordillera de Los Andes y aumentos de las bajas temperaturas en los meses de invierno (CIREN, 1979).

El suelo del sector investigado, según IREN (1979), corresponde a la Asociación Claro y dentro de ésta se le ubica en la serie Entel, correspondiente a un suelo del tipo franco arenoso, débilmente estructurado con moderado grado evolutivo y sin problemas de drenaje. Superficialmente es de color pardo oscuro y en profundidad el color es grisáceo muy oscuro.

El relieve es suavemente ondulado, con una pendiente que fluctúa entre 15 a 30%, siendo el escurrimiento superficial moderado a rápido. El sector en general presenta una aptitud agrícola moderada, siendo limitada por factores climáticos antes que edáficos y erosión.

En un estudio realizado por INFOR (1994) evaluó 9 rodales de Pino ponderosa ubicados entre las localidades de Coyhaique y Cochrane, cuyas edades fluctuaron entre los 12 y 23 años. Los diámetros medios de estas plantaciones varían entre 7,41 y 22,15 cm y la variación en altura es de 1,95 a 8,8 m.

El incremento medio anual en diámetro toma valores entre 0,57 cm como promedio mínimo, ubicado en condiciones de clima correspondiente a la subzona Tres Lagos, con fuerte influencia de la estepa y 1,47 cm anuales en rodales de la Reserva Nacional Coyhaique, correspondiente a la zona climática Coyhaique. Respecto a los valores de incremento en altura, el mínimo valor de incremento medio corresponde también a la subzona Tres Lagos con 0,15 m y el máximo valor corresponde a 0,55 m ocurre en la Reserva Nacional Coyhaique, donde las condiciones climáticas y de sitio en general son mejores para el desarrollo vegetacional (INFOR, 1994). Los parámetros básicos se observan en el CUADRO N°2

CUADRO 2. PARÁMETROS BÁSICOS RODALES DE *PINUS PONDEROSA* EN LA XI REGIÓN DE AYSÉN.

PROVINCIA	ZONA CLIMATICA	SUPERFICIE (ha)	EDAD (años)	DENSIDAD (arb/ha)	DAP MEDIO (cm)	ALTURA MEDIA (m)	I.M.A. DAP (cm)	I.M.A. ALTURA (m)
Coyhaique	Coyhaique	---	15	2500	22.15	8.29	1.47	0.55
Coyhaique	Coyhaique	---	12	2500	15.64	5.88	1.30	0.49
Capitán Prat	Lago Cochrane	153	19	2500	17.71	8.17	0.93	0.43
Capitán Prat	Lago Cochrane	---	20	2500	15.2	8.8	0.76	0.44
Gral.Carrera	Lago Gral. Carrera	20	16	---	15.68	5.92	0.98	0.37
Coyhaique	Tres Lagos	197,9	13	2500	7.41	1.95	0.57	0.15
Aysén	Coyhaique	181	12	2200	11.28	5.16	0.97	0.43
Coyhaique	Coyhaique	10	16	---	20.65	8.16	1.29	0.51
Coyhaique	Coyhaique	---	23	2000	21.04	9.41	0.91	0.40

Fuente: INFOR (1994)

Las plantaciones de la XI región se caracterizan por la alta densidad con la cual fueron establecidas, llegando en algunos sectores sobre las 3000 plantas por hectárea, situación que se mantuvo producto de la alta tasa de sobrevivencia observada (INFOR, 1994).

En cuanto a labores silviculturales, se ha comprobado que es prácticamente nulo el efecto del manejo forestal, habiendo efectuado labores de poda y raleo en pequeñas superficies en Reservas Nacionales. Respecto a las plantaciones privadas, las faenas de poda se han orientado básicamente a facilitar el acceso de tránsito de animales al interior de las plantaciones.

Respecto al incremento en altura, la diferencia entre Pino ponderosa y Pino contorta no es clara, siendo aparentemente similares, pero no existen

estudios que consideren la variabilidad de sitios que existen en la zona de Aysen. Ambas especies son superadas en altura por Pino oregón. Los crecimientos en diámetro son altamente influenciados por la densidad y no han sido analizados en forma específica (INFOR, 1994). Las cifras de incremento medio anual en altura según zona climática se aprecian en el CUADRO 3.

CUADRO 3. COMPARACIÓN INCREMENTOS MEDIO ANUAL EN ALTURA (M) POR ESPECIE SEGÚN ZONA CLIMÁTICA.

Zona climática	Pino ponderosa	Pino contorta	Pino oregón
Coyhaique	0.48	0.47	0.53
Cochrane	0.44	0.48	---
General Carrera	0.37	0.33	---
Tres Lagos	0.15	0.27	---
Mañihuales	---	---	0.8

Fuente: INFOR 1994

En los estudios efectuados por INFOR (1996), se pretende entregar resultados de crecimiento de diferentes especies definiendo áreas generales de estudio dentro de la IX región, estableciendo sectores para los cuales revistan mayor importancia. Lo anterior midiendo la respuesta en sobrevivencia, altura, diámetro e incrementos tanto en altura como en diámetro de las especies ensayadas en diferentes sitios. Entre las especies contempladas dentro del mencionado estudio se encuentra Pino ponderosa, para la cual se obtuvieron los parámetros antes mencionados, a partir de diferentes zonas climáticas y edáficas.

Los resultados se obtienen en el caso de *Pinus ponderosa* a partir de dos sectores, predio Copihue y predio Santa María, los cuales se describen en el CUADRO 4 y 5, respectivamente.

CUADRO 4. CARACTERIZACIÓN DEL PREDIO COPIHUE.

UBICACIÓN:	Sector Emperador Guillermo, 45 km al norte de la ciudad de Coyhaique, a un costado de la Carretera Longitudinal Austral.
PROVINCIA:	Puerto Aysén
COMUNA:	Puerto Aysen
COORDENADAS:	45°17'10" de latitud sur y 72°12' de longitud Oeste
CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖEPPEN	: Clima Marítimo Templado Frío Lluvioso de la costa occidental. Este se caracteriza por una alta precipitación (1500 - 3000 mm), uniformemente distribuidos a lo largo del año. La temperatura media anual es de 9°C, de distribución uniforme pero durante 4 meses la temperatura media mensual supera los 10°C. Tanto la oscilación térmica anual como diaria son bajas.
SUELOS:	Asociación Emperador Guillermo, derivados de cenizas volcánicas que cubrieron el valle, depositándose sobre el material aluvial preexistente.
TEXTURA:	Franco arenosa y en profundidad Arcillo limoso
COLOR:	Pardo amarillento oscuro
DRENAJE INTERNO:	Sin dificultad
ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL:	Moderado a lento
APTITUD:	Marcadamente agrícola, limitada por factores climáticos y fuerte erosión.
CLASIFICACION DE CAPACIDAD DE USO	: Clase IV, subclase "e"
FENOMENO EROSIVO	: Amenaza fuertemente estas terrazas, debido a la eliminación de masas boscosas de las laderas de las montañas circundantes, permitiendo que las corrientes de agua adquirieran un régimen de torrente, debido a la fuerte socavación de los márgenes del río Emperador Guillermo.

CUADRO 5. CARACTERIZACIÓN DEL PREDIO SANTA MARÍA.

UBICACIÓN:	Sector Mano Negra, 24 km al norte de la ciudad de Coyhaique.
PROVINCIA:	Coyhaique
COMUNA:	Coyhaique
COORDENADAS:	45°28'30" de latitud sur y 71°57' de longitud Oeste
CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖEPPEN	: Clima Transandino con Degeneración Esteparia. Este se caracteriza por una precipitación entre 900 y 1300 mm anuales, disminuyendo paulatinamente hacia el este, al acercarse a la estepa y dejar atrás la Cordillera de Los Andes. La temperatura media anual es de 6°C, presentando fuerte oposición entre los meses extremos del año. Se caracteriza por los fuertes vientos del oeste, que soplan solo en verano, impidiendo la existencia de altas temperaturas por efectos del continente; estos vientos son helados, a pesar de ser descendentes, debido a su procedencia de los hielos continentales.
SUELOS:	Bastante homogéneos, derivados de depósitos de piroclásticas ácidas y básicas, que han cubierto el relieve original. Son suelos acrecionarios, con notoria discontinuidad litológica con el sustrato. El desarrollo genético es escaso pero evidente al detectarse algunos fenómenos de migración de material fino, especialmente de los estratos inferiores.
TEXTURA:	Gruesa en superficie y media en profundidad
DRENAJE INTERNO:	En general es bueno, variando desde algo excesivo a restringido, este último en las áreas deprimidas.
APTITUD:	Condicionada por la pendiente, siendo ganadera en las zonas más planas y forestal o silvopastoral en las de mayor inclinación.
CLASIFICACION DE CAPACIDAD DE USO	: Clase VI y VII, subclase "e" en áreas de buen drenaje Clase V y VI, subclase "w" en áreas de drenaje restringido
FENOMENO EROSIVO	: Debido al alto riesgo de erosión, no se consideran suelos arables.



Los valores de los parámetros básicos para Pino ponderosa se representan en el CUADRO 6.

CUADRO 6. PARÁMETROS BÁSICOS PARA PINO PONDEROSA EN LA XI REGIÓN

Predio	Control 1			Control 2			I.h. ¹ (%)	I.Dc. ² (%)
	altura (cm)	D.cuello (mm)	Superv (%)	altura (cm)	D.cuello (mm)	Superv (%)		
Copihue	14.18	4.02	100	15.47	4.14	92	9.1	2.3
Copihue	13.56	3.84	100	15.44	3.98	80	13.9	3.6
Sta.María	10.68	4.26	100	11.01	4.42	100	3.1	3.7
Sta.María	13.58	4.64	100	14.18	4.76	100	4.4	2.6

Fuente: INFOR, 1996

¹ = Incremento en Altura promedio

² = Incremento en Diámetro promedio

De acuerdo a antecedentes publicados en CONAF (1997), el incremento volumétrico alcanzado por Pino ponderosa en la XI región es 16 m³/ha/año.

La producción de plantas de Pino ponderosa en la XI región se manifiesta en la producción de 5.510.000 de plantas distribuidas en 7 viveros, tal como se aprecia en el CUADRO 7.

CUADRO 7. PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE PINO PONDEROSA EN LA XI REGIÓN.

NOMBRE DEL VIVERO	NUMERO DE PLANTAS
La Junta	5.000
El Mallín	30.000
Mañihuales	2.500.000
Las Lengas	360.000
El Verdín	2.500.000
Chile Chico	15.000
Cochrane	100.000
TOTAL	5.510.000

Fuente: CONAF, 1997

En relación a crecimiento de la especie en Chile, existen algunos trabajos que evalúan el incremento diametral sin considerar distancia, para plantaciones de Pino ponderosa en Coihayque, XI Región.

El modelo de incremento de área basal para Pino ponderosa es:

$$IgxR = b1*IgxT + b2*D0xT$$

Donde:

IgxR: Incremento en área basal para un período de x años determinado en la rodela (cm²)

IgxT: Incremento en área basal para un período de x años determinado en el tarugo (cm²)

D0xT: DAP con corteza hace x años atrás estimado mediante el tarugo (cm)

X: 3 y 5 años

CUADRO 8. VALORES DETERMINADOS PARA LOS PARÁMETROS DEL MODELO EVALUADO

EDAD	b1	b2
3 años	0.951034	1.127139
5 años	0.951950	1.617241

Fuente: Gilabert,H.;Peters,R.1997)

Del mismo modo, después de probar una serie de modelos se determinó que la combinación de variables que estimaba en mejor forma los incrementos en diámetro es:

$$IDx = b0 + b1 \cdot D0^{**2} + b2 \cdot RD + b3 \cdot NHA + b4 \cdot E$$

Donde:

Idx: Incremento periódico en DAP con corteza para un período de x años (cm)

D0: DAP con corteza inicial (cm)

RD: Razón entre el DAP del árbol y el DCM del rodal (D0/DCM)

NHA: Número de árboles por hectárea al inicio del período, árb/ha.

E: Edad inicial de proyección,años

Para Pino ponderosa, los valores de los parametros se indican en el CUADRO 9, según edad:

CUADRO 9. VALORES DETERMINADOS DE LOS PARAMETROS.

EDAD	b0	b1	b2	b3	b4
3 años	6.295938	0.002833	-0.100128	-0.000091	-0.235487
5 años	8.070547	0.003742	0.773546	-0.000085	-0.308888

Fuente: Gilabert y Peters, 1997.



VI. PROPIEDADES DE LA MADERA

1. *CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS*

La madera varia ampliamente en apariencia y en propiedades generales. Los arboles maduros tienen una albura muy delgada, de color amarillento pálido. Blanda, no resinosa y uniforme en textura, acercándose mucho en calidad al Pino amarillo y al Pino blanco del oeste, pero ligeramnete mas pesada que estos. El duramen es mucho mas oscuro, variando de un amarillo fuerte a un cafe rojizo y es considerablemente mas pesado que la albura (Handbook of Softwood, 1977).

Una relación de las características generales de la madera, asocia el hecho que botánicamente, pino ponderosa pertenece al grupo de los pinos amarillos más que al grupo de los pinos blancos. Sin embargo, una considerable proporción de su madera, en cierto modo es similar a los pinos blancos en apariencia y propiedades (USDA Forest Service, 1998).

El durámen es amarillento a café rojizo suave o naranja y la amplia albura es cercana al blanco ó amarillo pálido. En árboles jóvenes, la albura puede constituir mas de la mitad del volumen, mientras que en árboles más viejos esta puede ser de 2 pulgadas o más ancha. La madera de la periferia del pino ponderosa de tamaño aserrable, es moderadamente liviana, moderadamente baja en resistencia, moderadamente blanda, moderadamente rígida y moderadamente baja en resistencia al impacto. Pino ponderosa es moderadamente débil en flexión y en compresión longitudinal. Tiene fibra recta (pero puede ser con orificios en la superficie tangencial) y tiene poca



contracción. Es completamente uniforme en textura y tiene una pequeña tendencia al alabeo y la torcedura. En Pino ponderosa, los canales resiníferos son bastante mas prominentes en la superficie longitudinal, especialmente en el duramen, con líneas café oscuras. Este especie en ocasiones presenta una apariencia porosa sobre su superficie tangencial.(Handbook of Softwood, 1977).

El abastecimiento de madera con esta especie es lejos superior a la de otros pinos norteamericanos y en terminos de la producción de madera solo es superada por el Pino oregón en el mercado norteamericano (Santelices, 1997).

2. *CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS*

Traqueidas longitudinales: Sin engrosamiento espiralado en las paredes. Grandes puntuaciones areoladas uniseriadas y a veces biseriadas, sobre las paredes radiales de las traqueidas de la madera de primavera. Pequeñas puntuaciones areoladas sobre las paredes radiales de las traqueidas de madera de verano, no en las paredes tangenciales (Jacquiot,1955).

Radios leñosos: Uniseriados, salvo aquellos que contienen canales resiníferos transversales. Altura máxima promedio de 15 células. Heterogéneos. Celulas de parénquima en las paredes horizontales y tangenciales, a veces delgadas y sin puntuaciones y otras veces gruesas y con puntuaciones. Posee además, 1 a 4 puntuaciones del tipo taxodioides o pinoides muy pequeñas en el campo de cruce. Traqueidas transversales numerosas, constituidas sobre la totalidad de los radios pequeños, en filas marginales, a veces intercaladas y a



veces de delgadas paredes dentadas, otras veces finamente reticuladas alrededor de numerosas pequeñas puntuaciones areoladas (Jacquiot,1955).

Parenquima logitudinal: ausente (Jacquiot,1955).

Canales resiníferos: Compuestos por células epiteliales de paredes delgadas. Canales longitudinales numerosos, muy anchos a anchos (150 - 200 μ) en promedio, repartidos en la zona de crecimiento, muy pegados al límite del anillo de crecimiento. Los canales transversales son mas delgados (menos de 70 μ) contenidos en ciertos radios leñosos (Jacquiot,1955).

3. PROPIEDADES FÍSICAS

La densidad promedio para Pino ponderosa crecinedo en California es de 510 kg/m³, seco. Este valor es similar al Baltic redwood (Handbook of Softwood, 1977).

Los valores referenciales de densidad publicados por USDA Forest Service (1998) se muestran en el CUADRO 10.

CUADRO 10. VALORES REFERENCIALES DE DENSIDAD EN PINO PONDEROSA.

Contenido Humedad	Peso Específico	Densidad lb/ft ³	Densidad Kg/m ³
Verde	0.38 (a)	45 (b)	721
12%	0.40 (a)	28 (b)	449
Secado al Horno	0.42 (b)	s/i	s/i

Fuentes: (a) Oliver y Ryker, 1990.

(b) Mitchell y Rook, 1979.

El citado organismo, publica además las cifras de contracción descritas en el CUADRO 11.

CUADRO 11. CIFRAS DE CONTRACCIÓN PARA PINO PONDEROSA.

Porcentaje de Contracción (Verde a Cont. Humedad Final)			
Tipo de Contracción	CH 0% (a)	CH 6% (b)	CH 20% (b)
Tangencial	6.2	5.0	2.1
Radial	3.9	3.1	1.3
Volumétrica	9.7	7.7	3.2

Fuentes: (a) Oliver y Ryker, 1990.
(b) Mitchell y Rook, 1979.

Observaciones:

- (a) El pino ponderosa seca fácilmente, tanto al aire como en secador. Posee contracción moderadamente baja.
- (b) Se debe tener cuidado si se seca al aire para evitar la mancha azul en la albura.

4. PROPIEDADES MECÁNICAS

Considerando los antecedentes sobre propiedades mecánicas de Pino ponderosa creciendo en California, se puede señalar que la especie cuando crece en Canadá es alrededor de un 20% más resistente al rasgado a lo largo de los anillos que Baltic redwood, pero sin embargo las maderas difieren poco en las propiedades mecánicas (Handbook of Softwood, 1977).

La madera que crece en California es en promedio alrededor de un 15 a 20% mas liviana y proporcionalmente inferior a las propiedades mecanicas que la crecida en Canadá (Handbook of Softwood, 1977).

Antecedentes recopilados y publicados por el USDA Forest Service, 1998, indican los valores de Propiedades Mecánicas señalados en el CUADRO 12.

CUADRO 12. PROPIEDADES MECANICAS DE PINO PONDEROSA, SEGUN ESTADO DE HUMEDAD.

Propiedad	Verde		Seco (CH = 12%)	
MOE	1.00*10 ⁶ lbf/in ²	6.98 GPa	1.29*10 ⁶ lbf/in ²	8.89 GPa
MOR	5.10*10 ³ lbf/in ²	35.16 MPa	9.40*10 ³ lbf/in ²	64.81 MPa
C //	2.45*10 ³ lbf/in ²	16.89 MPa	5.32*10 ³ lbf/in ²	36.68 MPa
C ⊥	0.28*10 ³ lbf/in ²	1.93 MPa	0.58*10 ³ lbf/in ²	4.00 MPa
WML	5.2 in-lbf/in ³	35.85 kJ/m ³	7.1 in-lbf/in ³	48.95 kJ/m ³
Dureza ⊥	320 lbf	1423 N	460 lbf	2046 N
Cizalle //	0.70*10 ³ lbf/in ²	4.83 MPa	1.13*10 ³ lbf/in ²	7.79 MPa

Fuente: Oliver y Ryker, 1990.

Abreviaturas:

MOE :	Módulo de elasticidad
MOR :	Módulo de Ruptura
Mpa :	megapascal (10 ⁶ Pa)
C// :	Compresión paralela a la fibra, máx. resistencia a la compresión <i>lbfpound-force mmeter</i>
C⊥ :	Compresión perpendicular a la fibra, stress al límite proporcional
N :	Newton
Gpa :	gigapascal (10 ⁹ Pa)
Dureza ⊥:	dureza perpendicular a la fibra
KJ :	kilojoule (10 ³ J)
P :	pascal
Cizalle //:	cizalle paralelo a la fibra
WML :	Trabajo a máxima carga

5. COMPORTAMIENTO FRENTE AL SECADO

De acuerdo a antecedentes recopilados respecto al secado de Pino ponderosa, está establecido que la madera seca fácilmente. No obstante esto, la madera debe cuidarse en el secado al aire considerando la susceptibilidad de la albura a la mancha azul, si no es apropiadamente encastillada y en un sitio adecuado. Se recomienda el programa de horno L (Handbook of Softwood,1977).

Las características del programa de secado tipo L se muestran en el CUADRO 13, el cual fué diseñado por el Laboratorio de Productos Forestales de Inglaterra (Pavón,1989).

CUADRO 13. PROGRAMA DE SECADO TIPO L, RECOMENDADO PARA PINO PONDEROSA.

Para espesores de 38 mm					Modificación para Espesores Mayores	
					38-75 mm	> 75 mm
ETAPA	CH (%)	TBS (°C)	TBH (°C)	HR (%)	TBH (°C)	TBH (°C)
1	Verde	80	72.0	70	73.5	75.0
	40	90	69.0	40	71.5	73.5

Fuente: Pavón, 1989

Otro programa, recomendado por USDA Foreste Service (1998), se muestra en el CUADRO 14.

CUADRO 14. PROGRAMA DE SECADO EN HORNO.

Condición	4/4,5/4 stock	6/4 stock	8/4 stock	10/4 stock	12/4 stock	Pgma.Británico 4/4 stock
Standard	T9-C6	T7-C6	T7-C5	T7-A4	T7-A4	L
Antimancha Café	T7-E6	n/d	T7-E5	n/d	n/d	n/d

Fuentes: Boone et.al., 1988; Lowery, 1984.

Abreviaturas

4/4: Espesor nominal 1 pulgada (Standard 25.4 mm)

5/4: Espesor nominal 1 $\frac{1}{4}$ pulgada (Standard 32 mm)

6/4: Espesor nominal 1 $\frac{1}{2}$ pulgada (Standard 38 mm)

8/4: Espesor nominal 2 pulgadas (Standard 51 mm)

10/4: Espesor nominal 2 $\frac{1}{2}$ pulgadas (Standard 64 mm)

12/4: Espesor nominal 3 pulgadas (Standard 76 mm)

16/4: Espesor nominal 4 pulgadas (Standard 102 mm)

6. IMPREGNACIÓN

Pino ponderosa se caracteriza por tener una albura permeable a los preservantes, mientras que el durámen es moderadamente resistente a los tratamientos con preservantes (USDA Forest Service,1998).

El tratamiento con preservantes, según los definido en Handbook of Softwood (1977) coincide en cuanto a que Pino ponderosa es moderadamente resistente a la impregnación y señala igualmente que la albura es permeable.

7. DURABILIDAD NATURAL

Al analizar el comportamiento de Pino ponderosa frente a la durabilidad de su madera, en general se habla de que esta no es durable sin un tratamiento con un preservante, ante condiciones

favorables a la pudrición. Se califica como delicada a no resistente a la pudrición. Puede ser susceptible al ataque por termitas, escarabajo ambrosia (Taladrador), y otros escarabajos como Longhorn Beetle (escarabajo de cuernos largos) y escarabajo buprestido (revientabuey) (USDA Forest Service,1998).

El Pino ponderosa es atacado por más de 100 especies de insectos, causándole serios daños aquellos que se alojan en la corteza. También es atacado por numerosos hongos (Santelices, 1997).

Considerando aspectos como la toxicidad de la madera de Pino ponderosa, en general, trabajar con esta madera puede causar dermatitis, asma bronquial alérgica o rinitis en algunos individuos (USDA Forest Service,1998).

Frente a la resistencia al ataque de insectos, como se mencionara anteriormente, concuerda con lo señalado en el Handbook of Softwood (1977) respecto al daño por el escarabajo ambrosia (taladrador), escarabajo buprestido y de cuernos largos, esta ocasionalmente presente. La madera es calificada en las Indias Occidentales como susceptible al ataque de las termitas. Este manual, señala además en cuanto a la durabilidad natural, que la madera de Pino ponderosa es una madera calificada como no durable.

8. *ASERRÍO, CHAPAS Y TABLEROS*

No existen antecedentes de experimentos o desarrollo tecnologico en la industria de chapas y tableros, como así tampoco características del aserrío de esta especie, a pesar de la producción de las escuadrías que se mencionan en los CUADROS con información de precios.

9. **TRABAJABILIDAD**

De acuerdo obtenidos respecto a las propiedades de trabajabilidad de la madera, se señala que Pino ponderosa se trabaja fácilmente tanto a mano como en herramientas mecánicas. El encolado y la terminación son buenos, pero la presencia de nudos hace difícil el pintado. Es resistente a rajarse cuando se clava, pero es medianamente resistente a la retención de clavos (Handbook of Softwood, 1977).

La madera limpia tiene poco efecto de ondulado y el causado por los nudos no es un efecto severamente ondulado. Se recomienda sierra tipo C o D. La madera puede ser encolada satisfactoriamente (Handbook of Softwood, 1977).

10. **RECUBRIMIENTOS**

La madera de Pino ponderosa tiene un buen acabado y da una buena apariencia al pintado, pero la exudación de resina a veces es un problema muy especialmente con madera de los extremos de los rollizos (Handbook of Softwood, 1977).

11. **PRINCIPALES USOS**

La madera de Pino ponderosa puede ser usada para estructuras, casas y muebles. Es importante su aplicación en ventanas y paneles, juguetes, cajas, varas largas y postes (INFOR, 1996).

El Pino ponderosa es usado principalmente como madera aserrada y en pequeña escala para estacas, varas, postes, madera para minas, chapas y durmientes de ferrocarril. La madera sin nudos es especialmente buena para aserrado, para marcos de ventanas, puertas, repisas, molduras, puertas de bastidor, persianas, paneles, repisas de chimenea, adornos de madera, y estanterías y gabinetes. La madera de bajo grado es usada para cajas y embalajes. Mucha de la madera de graduación intermedia y baja es usada para forro y revestimiento, entablado de piso y tableros de techo. Una gran cantidad es usada ahora para tableros de partículas y papel (USDA Forest Service, 1998).

Esta madera, es una fuente valiosa de material para cajas embalajes en British Columbia. La albura ofrece una madera de fina calidad, similar a la del pino amarillo (*Pinus strobus*). Se emplea en la preparacion de plantillas y otros propositos por los cual la estabilidad es importante (Handbook of Softwood, 1977).

El atractivo de esta especie radica en el lugar ganado en el mercado Norteamericano, lo que facilitaría su exportación hacia esos paises. En ciertos casos empresas chilenas han exportado Pino radiata a Estados Unidos para poder suplir la disminución de oferta de Pino ponderosa en ese pais, donde han habido restricciones en la explotación, lo cual lleva a pensar en la importancia de plantar Pino ponderosa en Chile (Santelices, 1997).

La madera de Pino ponderosa tambien es usada en construccion y carpinteria y cuando es tratada con un preservante, es usada para durmientes, estacas y postes (Handbook of Softwood, 1977).

VII. PRODUCCIÓN NACIONAL

Tal como se mencionara en la distribución geográfica de la especie, esta se concentra principalmente en la zona extrema Sur de Chile, debido principalmente a las condiciones climáticas, siendo similares en rigurosidad a las del lugar de origen en el hemisferio norte. Sin embargo, a la fecha, no existe una producción industrializada de madera aserrada de Pino ponderosa, como así tampoco su utilización en la industria de tableros ni celulosa. La información nacional señala antecedentes respecto a la adaptación de la especie creciendo en Chile, siendo un paso previo a futuras aplicaciones, las cuales deberán ser previamente investigadas de acuerdo a la conveniencia desde el punto de vista tecnológico y económico.

VIII. EXPORTACIONES

De acuerdo a lo señalado en el punto anterior, no existen en la actualidad exportaciones de madera de Pino ponderosa, como así tampoco de productos derivados de esta especie. Lo anterior se verificó en las partidas arancelarias del Banco Central, lugar donde no se ha registrado movimiento alguno con esta especie.

IX. PRECIOS NACIONALES E INTERNACIONALES

Los antecedentes recopilados permiten resumir los precios de comercialización de madera de Pino ponderosa en el mercado de Estados Unidos, como se muestra en los CUADROS 15, 16.

**CUADRO 15. PRECIO EN MERCADO DE EE.UU. DE MADERA
DIMENSIONADA Y SECA AL HORNO. PRECIO NETOS
FOB ASERRADERO EXPRESADOS EN US\$/ THOUSANDS
BOARD FEET**

Dimensionado Secado al Horno

Escuadría	Precio
2x4 Std.&Btr.	353
2x6 #2 & Btr.	350
2x8	342
2x10	360
2x12	400

Fuente: Random Lengths Publications, 1998.

Selección y Corriente

Secado al Horno. (Aserraderos del Interior)

Escuadría	C.& Btr.	D	#2 & Btr.	#3	#4
1x4	1730	830	470	315	240
1x6	2225	1100	475	345	245
1x8	2145	1150	470	345	255
1x10	1970	1210	720	315	255
1x12	2335	1625	770	400	250

Secado al Horno (Aserraderos de California)

Escuadría	#2 & Btr.	#3
1x 4	470	315
1 x 6	460	330
1x 8	475	330
1x 10	710	320
1x 12	765	400

Molduras y Shop

	Moldura	3era.Clear	#1 Shop	#2 Shop	#3 Shop	Para99
4/4 Std.	875	595	435	310	-	-
5/4 Hvy	-	1005	975	870	570	-
6/4 Hvy	-	1025	995	895	585	440
8/4 Hvy	-	1100	1050	960	750	-

Moldura Bruto & Btr.

5/4	1.430
6/4	1.525

X. BIBLIOGRAFIA

Boone, R.; Kozlik, C.; Bois, P.; Wengert, E. 1988. Dry kiln schedules for commercial woods – temperate and tropical. Madison, WI: USDA Forest Service, FPL-GTR-57.

Brockman, C.F. 1968. Trees of North America. A Guide to Field Identification. Golden Press. NewYork. Estados Unidos.

CONAF. 1997. Publicación regional (Distribución interna).

Department of the Environment. 1977. A Handbook of Softwoods. Her majesty's stationery office. Inglaterra.

Gándara, E. 1978. Comportamiento de tres especies de coníferas exóticas en la XI Región. Tesis para optar al Título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

Gilabert, H; Peters,R. 1997. Modelling growth of fast-grown tree species. Proceeding IUFRO Conference, September 5-7, 1997, Valdivia, Chile.

INFOR. 1990. Inventario de las Plantaciones Forestales de la VIII Región. Volumen V. Santiago, Chile.

INFOR. 1991. Inventario de las Plantaciones Forestales de la IX Región. Volumen V. Santiago, Chile.

INFOR. 1994. Proyecto "Investigación y desarrollo de plantaciones forestales industriales en la XI región de Aysen". Informe de Avance. Chile.

- INFOR. 1996. Proyecto "Investigación y desarrollo de plantaciones forestales industriales en la XI región de Aysen". Informe Final. Chile.
- Jaquot, C. 1955. Atlas d'Anatomie des bois de conifères. Institut National du Bois. Paris, France.
- Lowery, D.P. 1984. Ponderosa pine, an American wood. Washington, D.C.: USDA Forest Service, FS-254.
- Random Lengths Publications. 1998, Marzo 27. Lumber Guide Price. Estados Unidos.
- Mitchell, J; Rook, A. 1979. Botanical dermatology: Plants and plant products injurious to the skin. Vancouver, BC.: Greenglass Ltd.
- Oliver, W.; Ryker, R.A. 1990. Pinus ponderosa Dougl.ex Laws. Ponderosa Pine. in: Burns, R.M. and Honkala, B.H., tech.coords. Silvics of North America. Volume 1, Conifers. Washington, DC: USDA Forest Service; pp 413-424. Estados Unidos.
- Pavón, M. 1989. Método para estimar el tiempo de secado en secadores convencionales. En: Ciencia e Investigación Forestal, Diciembre 1989. Instituto Forestal. Chile.
- Santelices, R. 1997. Antecedentes sobre algunas especies leñosas de interés forestal para Chile. Publicación Docente N°4. Escuela de Ciencias Forestales, Universidad Católica del Maule. Talca, Chile.
- USDA Forest Service, 1998. Forest Products Laboratory. Wood Technology Transfer Fact Sheet. Pinus ponderosa Dougl.Ex Laws. INTERNET.

Vera, G. 1989. Evaluación de Ensayos de Procedencia de *Pinus ponderosa* Laws.
En el sitio de Río Claro. Conaf, Boletín Técnico N°44. Chile.



