

**POTENCIALIDAD DE ESPECIES Y SITIOS PARA UNA
DIVERSIFICACION SILVICOLA NACIONAL**

PROYECTO FINANCIADO POR CONAF

MONOGRAFIA DE

PINO OREGON

PSEUDOTSUGA MENZIESII

AUTORES:

**VERONICA LÖEWE M.
MANUEL TORAL I.
GABRIEL PINEDA B.
PAULINA FERNANDEZ Q.
M^º EUGENIA CAMELIO R.
CLAUDIA LOPEZ L.**

- INFOR -

SANTIAGO , ENERO 1996.

INDICE

1.	ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1	El Pino oregón en el mundo y en Chile	1
1.2	Clasificación botánica	2
1.3	Distribución geográfica	3
1.3.1	Distribución natural	3
1.3.2	Comportamiento de la especie	4
1.3.3	Asociaciones naturales de pino oregón	5
1.4	Descripción del árbol	6
1.4.1	Descripción botánica de la especie	6
1.4.2	Fisiología	7
1.4.2.1	Consumo hídrico	7
1.4.2.2	Temperaturas umbrales de crecimiento	8
1.5	Aspectos reproductivos	9
1.5.1	Floración y fructificación	9
1.5.2	Diseminación de semillas	10
1.5.3	Depredación animal	11
1.5.4	Regeneración natural	11
1.5.5	Conclusiones de la regeneración	12
1.6	Aspectos genéticos de la especie	13
2.	REQUERIMIENTOS ECOLOGICOS	19
2.1	Clima	19
2.2	Suelo	20
2.3	Topografía	21
3.	PLAGAS, ENFERMEDADES Y DAÑOS	22
3.1	Daños abióticos	22
3.2	Fungosas	22
3.2.1	Pudrición de raíces	22
3.2.2	Pudrición central	25
3.2.3	Enfermedad de mancha negra en la raíz	25
3.3	Entomológicas	26
3.4	Cancros y otros	28
3.4.1	Cancro de Phomopsis	28
3.4.2	Pérdida de acículas	28
3.4.3	Muérdago enano	29
4.	SILVICULTURA Y MANEJO	30
4.1	Aspectos básicos de la silvicultura	30
4.1.1	Métodos de regeneración natural	30
4.1.1.1	Tala rasa	30
4.1.1.2	Método del árbol semillero	31
4.1.1.3	Cortas sucesivas	31
4.1.1.4	Método de selección	32

4.1.2	Reproducción artificial	32
4.1.2.1	Recolección de conos	32
4.1.2.2	Procesamiento de semillas y daños	33
4.1.2.3	Almacenamiento de semillas	36
4.1.2.4	Tratamientos pregerminativos	37
4.1.2.5	Requerimientos para el desarrollo	39
4.1.3	Reproducción vegetativa	43
4.2	Establecimiento	43
4.2.1	Viverización	43
4.2.1.1	Fertilización	45
4.2.1.2	Riegos	46
4.2.1.3	Poda de raíces y descalce	46
4.2.1.4	Sombreaderos	47
4.2.1.5	Problemas sanitarios	49
4.2.1.6	Control de malezas	49
4.2.1.7	Conclusiones	51
4.2.2	Reforestación	52
4.2.2.1	Siembra directa	52
4.2.2.2	Plantación	53
4.2.2.3	Conclusiones	60
4.3	Tratamientos intermedios	61
4.3.1	Raleos	61
4.3.1.1	Raleo a desecho	63
4.3.1.2	Raleo comercial	64
4.3.1.3	Tipos de raleo	65
4.3.1.4	Intensidad del raleo	67
4.3.1.5	Frecuencia del raleo	69
4.3.1.6	Efectos del raleo	70
4.3.1.7	Conclusiones	72
4.3.2	Poda	74
4.3.3	Nutrientes	76
5.	PRODUCCION	79
5.1	Características y usos de la madera	79
5.1.1	Descripción general	79
5.1.2	Procesamiento	80
5.1.3	Resistencia a la pudrición	80
5.1.4	Usos de la madera	80
5.2	Producción nacional	85
5.2.1	Exportaciones Forestales chilenas	85
5.2.2	Principales productos exportados	87
5.3	Precios de mercado	87
6.	ANTECEDENTES DENDROMETRICOS	89
6.1	Crecimiento y rendimiento	89
6.2	Funciones de volumen y crecimiento	93
6.2.1	Funciones de volumen	93
6.2.2	Funciones de crecimiento	95
6.2.3	Factores de forma	96
6.3	Curva guía de índice de sitio	97

7.3	Supuestos básicos	102
7.3.1	Indicadores económicos	102
7.3.2	Valor de la jornada de trabajo	102
7.4	Costos directos	103
7.4.1	Costos de establecimiento	103
7.4.2	Costos de manejo	103
7.4.3	Costos de cosecha	103
7.4.4	Costos de administración	103
7.4.5	Costos de mantención	104
7.4.6	Costos de protección forestal	104
7.5	Valor de productos	104
7.6	Esquemas de manejo según escenario	105
7.7	Resultados	116
8.	RECOMENDACIONES	118
	BIBLIOGRAFIA	120

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1:	Información de las procedencias	16
Cuadro 2:	Evaluación ensayo de procedencias	18
Cuadro 3:	Especificaciones del secado de conos	34
Cuadro 4:	Número de semillas por kilo	34
Cuadro 5:	Test de germinación	36
Cuadro 6:	Fertilización recomendada para plántulas	41
Cuadro 7:	Proporción de nutrientes recomendada	41
Cuadro 8:	Número de árboles después de raleo en función del diámetro cuadrático medio	64
Cuadro 9:	Número de árboles después del raleo en función de la altura superior	66
Cuadro 10:	Rendimientos del raleo en Golden State Forest, Nueva Zelandia	67
Cuadro 11:	Rendimientos del raleo en Kaingaroa State Forest, Nueva Zelandia	67
Cuadro 12:	Régimen de poda aplicado en Nueva Zelandia	75
Cuadro 13:	Requerimientos anuales de nutrientes en plantaciones en la costa oeste del Pacífico	77
Cuadro 14:	Propiedades físicas de la madera en Chile	82
Cuadro 15:	Propiedades mecánicas de madera seca	83
Cuadro 16:	Propiedades mecánicas de madera verde	84
Cuadro 17:	Antecedentes de producción y consumo	86
Cuadro 18:	Precios en mercados locales	88
Cuadro 19:	Resumen antecedentes de altura y DAP	91
Cuadro 20:	Resumen antecedentes de volumen	92
Cuadro 21:	Volumen por troza	94
Cuadro 22:	Clasificación del drenaje	98
Cuadro 23:	Precios de trozas	105
Cuadro 24:	Número de árboles en cada sitio	106
Cuadro 25:	Esquema de manejo P03011	107
Cuadro 26:	Esquema de manejo P03012	108
Cuadro 27:	Esquema de manejo P03013	109
Cuadro 28:	Esquema de manejo P03021	110
Cuadro 29:	Esquema de manejo P03022	111

Cuadro 24: Número de árboles en cada sitio	106
Cuadro 25: Esquema de manejo PO3011	107
Cuadro 26: Esquema de manejo PO3012	108
Cuadro 27: Esquema de manejo PO3013	109
Cuadro 28: Esquema de manejo PO3021	110
Cuadro 29: Esquema de manejo PO3022	111
Cuadro 30: Esquema de manejo PO3023	112
Cuadro 31: Esquema de manejo PO3031	113
Cuadro 32: Esquema de manejo PO3032	114
Cuadro 33: Esquema de manejo PO3033	115
Cuadro 34: Supuestos de los esquemas de manejo	116
Cuadro 35: Resultados de la evaluación económica	116

INDICE DE ANEXOS

Anexo I: Cuadro resumen	
Anexo II: Fichas técnicas	
Anexo III: Costos por hectárea	
Anexo IV: Ingresos por hectárea	
Anexo V: Análisis de rentabilidad	
Anexo VI: Valor económico del suelo (\$/m ³)	
Anexo VII: Valor económico del suelo (\$/ha)	
Anexo VIII: Antecedentes de precios por producto y volumen, mercado externo	

1 ANTECEDENTES GENERALES.

1.1 EL PINO OREGON EN EL MUNDO Y EN CHILE

Debido a las cualidades de su madera, su buena forma y crecimiento rápido, el pino oregón es una especie altamente apreciada en el mercado internacional.

Nativa de Norteamérica, esta especie es, en su región de origen, una de las más importantes, con una superficie de bosques comerciales que alcanza a los 15 millones de hectáreas (USDA, 1981; cit. por INFOR, 1986).

La especie ha sido plantada con éxito en varios países como Holanda, Gran Bretaña, Francia, Alemania, España, Polonia, Nueva Zelanda y otros (Bucarey, 1968). Por ejemplo, en Nueva Zelanda actualmente el pino oregón comprende cerca del 5% de los recursos forestales exóticos, y está localizado mayoritariamente en bosques de Central North Island. Los volúmenes recientemente explotados son del orden de 350.000 m³/año, con una producción de madera aserrada de 175.000 m³ (Cown, 1992).

En ese país una buena reputación como madera estructural firme y estable, y se ha exportado a Australia por muchos años, en competencia con el pino oregón de Norteamérica. Sin embargo, la futura política con respecto a pino oregón en Nueva Zelanda no está clara, e incluso es probable que el rol de la especie decrezca en el futuro, y las plantaciones se limiten a los terrenos marginales para el pino insigne (Op cit.). Lo anterior ocurre a pesar de que alcanza crecimientos medios del orden de los 17,5 a 24,5 m³/ha/año, constituyéndose, junto a pino insigne, en las especies exóticas de mayor rendimiento (Bucarey, 1968).

Por otra parte en Europa, el pino oregón es el árbol de origen norteamericano más exitoso, con rodales vigorosos en 24 países. Al año 1987, según Toval **et al.** (1993), Francia tenía 220.000 ha plantadas, Alemania 80.000 ha e Inglaterra 46.000 ha. Al año 2020 supuestamente Francia alcanzará las 500.000 ha y Alemania planea forestar un 20% de su superficie forestal con pino oregón. En Inglaterra a su vez, la mayor tasa de crecimiento de esta especie incentivará la reforestación con pino oregón en valles donde hoy hay **Pinus sylvestris** L. y **Larix decidua** Mill.

Respecto de nuestro país, el buen comportamiento de esta especie en la mayoría de las áreas donde ha sido plantado, lo presenta como una de las alternativas de forestación en diferentes zonas que pudieran considerarse marginales para otras especies introducidas (Droppelmann, 1986). Esta especie ha sido establecida desde Maule a Magallanes, creciendo en forma excelente en algunas regiones (Contreras y Smith, 1973). Además, dentro de los países americanos, Chile es uno de los que ha ensayado con mayor éxito a

la especie.

En el área de plantaciones chilenas, se han encontrado dos zonas con árboles de crecimientos extraordinarios, que permitirán una amplia distribución de la especie. Una de estas zonas se encuentra en la Provincia de Arauco (Curanilahue) y en la Provincia de Osorno. En estas zonas, el crecimiento de las plantas de pino oregón es mayor que el del **Pinus radiata** D. Don y las malezas no lo afectan. Otra zona que presenta buenas características es la de Villarrica, como por ejemplo en el Fundo Voipir y el Fundo Flor del Lago, donde las fluctuaciones de incrementos son de 7,5 a 11,8 m³/ha/año en plantaciones de 10 años (Bucarey, 1968).

A diciembre del año 1993, en Chile existían 12.090 ha de plantaciones de pino oregón ubicadas entre las VIII y XI regiones.

1.2 CLASIFICACION BOTANICA.

Nombre científico: **Pseudotsuga menziesii** (Mirb.) Franco.

Sinónimos: **Pseudotsuga taxifolia** (Poir) Britton
Pseudotsuga douglasii (Lindl.) Carr.
Pseudotsuga mucronata (Raf.) Sudw.
Pinus taxifolia Lambert
Abies douglasii Lindley

Nombres vulgares:

Pino oregón, abeto de Douglas, Douglas spruce, Douglas fir, Douglas tree, Douglas pine, Douglas hemlock, Douglas vert, Oregon Douglas-fir, Oregon pine, Oregon spruce, Oregon larch, Oregon fir, Coast Douglas fir, British Columbia pine, British Columbia fir, Columbian pine, red fir, yellow fir, red pine, Puget Sound Pine, Douglastanne, Douglasie, sapin de Douglas.

Familia: **Pinaceae**

Género: **Pseudotsuga**

Este género incluye 6 especies, 2 en el oeste de Norteamérica y las otras 4 en un rango limitado en el este de Asia, en China, Taiwan y Japón (Fowells, 1965). Otras versiones indican que el género está compuesto de alrededor de 7 especies arbóreas siempreverde distribuidas en Asia y Norteamérica, entre las que se puede nombrar a **P. macrocarpa**, **P. japonica**, **P. sinensis** y **P. menziesii**, la cual corresponde a la de mayor interés en su país de origen así como a nivel mundial (Serra, 1987).

Especie: menziesii

Variedades:

Algunos botánicos europeos dividen la especie en variedad **viridis** o verde, **glauca** o azul y **caesia** o gris, determinando sus distribuciones en función de zonas climáticas y de crecimiento. En el sector norte de las Montañas Rocallosas (en la zona oeste de América del Norte) se encuentra la variedad **caesia** y en la parte sur la **glauca**. **Pseudotsuga menziesii var. viridis**, se encuentra en la región entre la cadena montañosa y el Océano Pacífico (Kannegiesser, 1988).

En Norteamérica se diferencian dos variedades naturales con formas intermedias, a saber **P. menziesii var. menziesii**, que crece en las cercanías de la costa hasta Sierra Nevada, y **P. menziesii var. glauca** o interior que habita en las Montañas Rocallosas (Serra, 1987; Kannegiesser, 1988). Ambas se diferencian en el color del follaje, la forma del cono, la tasa de crecimiento y los requerimientos ambientales (Fowells, 1965).

No obstante lo anterior, Burshel y Huss (1987) consideran que el color del follaje no es determinante para establecer variedades. En cambio, sí lo es el porcentaje de extraíbles en las hojas, especialmente de terpenos, cuyas proporciones están fijadas genéticamente para cada variedad. Por otra parte, se puede establecer una diferenciación ecológica de las variedades, de acuerdo con la posición que ocupan en la sucesión vegetacional. La variedad **menziesii** es una especie de subclímax, y es desplazada por otras más tolerantes a la sombra a medida que evoluciona el bosque, pero establece rodales puros coetáneos después de catástrofes, mientras que la variedad **glauca** representa la vegetación clímax o terminal en la sucesión forestal.

De estas variedades, **P. menziesii var. menziesii** es la más importante, tanto en su país de origen como en aquellos donde se ha introducido, siendo considerada como una especie económicamente interesante por su crecimiento rápido, buena forma, sanidad y la calidad de su madera (Kannegiesser, 1988).

1.3 DISTRIBUCION GEOGRAFICA

1.3.1 Distribución natural

Pino oregón crece extensivamente a través del oeste de Norteamérica, desde la Columbia Británica en Canadá por la costa del Pacífico hasta Arizona y México ((Fowells, 1965; Pérez, 1983; Serra, 1987). Específicamente se distribuye desde los 55° Lat N hasta los 20° Lat N en el oeste de América del Norte (Burschel y Huss, 1987). Hasta aproximadamente los 36° Lat N se extiende en forma continua entre la costa del Pacífico y la ladera este de las

Montañas Rocallosas. Hacia el sur, se aleja de la costa permaneciendo en los sectores más montañosos hasta alcanzar su límite al sur de México (Kannegiesser, 1988).

La variedad **glauca** se encuentra en las Montañas Rocallosas, en la ladera este de las Montañas Cascadas y en la Sierra Nevada, desde Columbia Británica y Alberta hasta México. La variedad **menziesii** se distribuye en la cercanía de la costa hasta Sierra Nevada, específicamente al este de las Montañas Cascadas en Washington y Oregon, al oeste del Rango Costero en la Columbia Británica, y oeste de Sierra Nevada en el norte de California (Fowells, 1965; INFOR, 1986; Serra, 1987; Kannegiesser, 1988).

1.3.2 Comportamiento de la especie

En su hábitat natural, cuando se hacen intervenciones en los bosques de pino oregón asociados a latifoliadas como **Alnus rubra** y **Acer macrophyllum**, la regeneración de éstas, debido a su más rápido crecimiento, puede llegar a suprimir totalmente la regeneración del primero si es que no se toman medidas de control. Por el contrario, la presencia de **Alnus** tiene efectos positivos sobre el ecosistema ya que es una especie fijadora de nitrógeno, buena productora de hojarasca y positiva para la recirculación de minerales (Greaves **et al.**, 1978).

Por su parte Burschel y Huss (1987) mencionan que el pino oregón en su lugar de origen ha sido clasificado como una especie entre pionera y clímax, sin embargo dado que casi siempre se desarrolla asociado a especies más tolerantes, rara vez mantiene una posición de clímax si no que es reconocida más bien como una especie de subclímax.

En función de una clasificación de la adaptación generalizada al stress hídrico de las mayores coníferas en Oregon realizada por Greaves **et al.** (1978), pino oregón tiene:

- Tolerancia media a una intensidad del luz baja.
- Tolerancia media a temperaturas bajas o altas.
- Alta tolerancia (capaz de sobrevivir y crecer) al stress de humedad en la planta.
- Tolerancia media a bajos nutrientes.

Al ser comparado con las otras coníferas comerciales del noroeste, pino oregón es clasificado como una especie semitolerante a la sombra. Pero cuando es comparada con sólo las especies más comúnmente asociada con él, aparece muy alto en la escala de intolerancia. Para su satisfactorio establecimiento y desarrollo requiere más luz que **Tsuga heterophylla**, **Thuja plicata**, **Picea sitchensis**, **Abies grandis**, **Tsuga mertensiana** o **Abies amabilis**. También necesita más luz que **Sequoia sempervirens**, **Abies concolor**, **Libocedrus decurrens**, o **Chamaecyparis lawsoniana**, especies con las

cuales a menudo comparte hábitat en el suroeste de Oregon o en California del Norte. El pino oregón es de igual tolerancia que **Pinus lambertiana**, **Pinus monticola**, y **Abies magnifica**. Sólo tres especies comúnmente asociadas con pino oregón: **Pinus ponderosa**, **Pinus jeffreyi** y **Abies procera** son catalogadas como menos tolerantes.

Según Burschel y Huss (1987), pino oregón requiere de los siguientes elementos para habitar un ambiente óptimo: humedad del aire alta, humedad del suelo media. Estos mismos autores indican que entre sus características destacan la alta resistencia a la sequía, una mediana demanda de nutrientes, una tolerancia media a la sombra y un muy alto riesgo de daño con las heladas tardías. Por otra parte, se indica que también es muy intolerante a la competencia de raíces (Toval **et al.**, 1993).

Cuando ocurren grandes disturbios como incendios, tala rasa o grandes plagas, el pino oregón, dado su nivel de intolerancia, es capaz de regenerar formando extensos rodales coetáneos; pero si no, esta conífera es gradualmente reemplazada por especies más tolerantes como **Tsuga spp.**, **Thuja spp.** y **Abies spp.** (Fowells, 1965).

1.3.3 Asociaciones naturales de pino oregón

A través de su distribución natural, en la parte central más seca, el pino oregón se encuentra en rodales vastos y casi puros, coetáneos. En aquellos más húmedos crece asociado con especies latifoliadas como **Alnus rubra**, **Arbutus menziesii** y algunas del género **Acer**. Más al sur se encuentra acompañando a **Sequoia sempervirens**, que la desplaza gradualmente (Grosse y Kannegiesser, 1988). También se desarrolla con **Pinus ponderosa**, **Pinus lambertiana** Dougl., **Libocedrus decurrens** y varios **Quercus**. Hacia el límite de su distribución norte costera, el pino oregón da paso a **Tsuga heterophylla**, **Thuja plicata** y **Picea sitchensis**; y en elevaciones mayores, **Abies spp.** y **Tsuga mertensiana** gradualmente lo van reemplazando (Fowells, 1965).

Según este autor, el pino oregón es el componente principal de cuatro tipos forestales:

1. Pino oregón del Pacífico.
2. **Pseudotsuga menziesii** - **Tsuga heterophylla**.
3. **Chamaecyparis lawsoniana** - **Pseudotsuga menziesii**.
4. **Pinus ponderosa** del Pacífico - **Pseudotsuga menziesii**,

y es el componente secundario de los siguientes tipos forestales:

1. **Alnus rubra**.
2. **Picea sitchensis**.
3. **Tsuga heterophylla**.

4. **Picea sitchensis - Tsuga heterophylla**
5. **Abies amabilis - Tsuga spp.**
6. **Thuja plicata - Tsuga heterophylla.**
7. **Thuja plicata.**
8. **Sequoia sempervirens.**
9. **Quercus alba.**
10. **Quercus spp. - Arbutus menziesii.**

En los bosques naturales de pino oregón, esta especie se encuentra dentro de la siguiente cadena de sucesiones forestales (Greaves **et al.**, 1978):

Alnus rubra	(especie intolerante, pionera).
Pseudotsuga menziesii	(especie moderadamente tolerante).
Tsuga heterophylla	(especie tolerante)

1.4 DESCRIPCION DEL ARBOL

1.4.1 Descripción botánica de la especie

El pino oregón es un árbol de gran tamaño que puede alcanzar 50 a 60 m de altura (Kannegiesser, 1988) o hasta 90 m y diámetros de 2 a 4,5 m (Kannegiesser 1988; Pérez, 1983). Puede vivir sobre los 400 años de edad (Burschel y Huss, 1987), y hasta los 1.000 años en condiciones naturales (Serra, 1987).

Su fuste es recto, cilíndrico, ligeramente cónico, con una copa piramidal, con ramas horizontales dispuestas en verticilos. En árboles jóvenes la copa llega hasta el suelo (Pérez, 1983; INFOR, 1986; Serra, 1987; Kannegiesser, 1988).

La corteza tiene un color grisáceo, café rojiza. En árboles jóvenes es gris, delgada, suave y cubierta por bolsas de resina. En el árbol maduro se torna café-rojiza, gruesa, esponjosa, agrietada, áspera, escamosa (Pérez, 1983; INFOR, 1986; Serra, 1987; Kannegiesser 1988) y con un espesor que puede llegar a 10 cm o más. Contiene alrededor de 20 a 50% de tejido suberoso y aproximadamente un 30% de extraíbles como ceras y otras sustancias químicas (Isaac y Dimock, 1958).

Las hojas son acículas lineales, planas y obtusas en el ápice, o agudas en los brotes primarios, blandas y flexibles, verde-amarillento, verde oscuro o verde azuladas, de 1,5 a 5,5 cm de longitud, por 1,5 cm de ancho. Se angostan hacia la base, formando un pecíolo corto. En la cara superior presentan dos bandas estomáticas blanquecinas separadas por una vena media y en envés dos canales resiníferos superficiales (Pérez, 1983; INFOR, 1986; Serra, 1987; Grosse y Kannegiesser, 1988; Kannegiesser, 1988).

Pseudotsuga menziesii es una conífera diclino monoica, es decir, presenta flores masculinas y femeninas separadas pero en el mismo árbol. Los amentos masculinos crecen lateralmente en las ramas (Fowells, 1965), en la parte inferior de éstas y son de color verde-amarillo o anaranjado a la floración (Pérez, 1983; Serra, 1987).

Los conos femeninos son péndulos, oval-aovados, cilíndricos, de color café, con pedúnculos cortos, con anchas escamas redondeadas y cóncavas, ligeramente delgadas y ocasionalmente algo alargadas en el ápice, más largas que anchas. Tienen numerosas y características escamas trífidas excertas (estériles o tectrices) de 6 a 12 cm de largo, que nacen bajo las escamas del cono (Fowells, 1965; Pérez, 1983; INFOR, 1986; Serra, 1987; Kannegiesser, 1988).

Estos conos nacen en posición terminal de pequeñas ramillas, usualmente en la parte superior del árbol, madurando en una estación y permaneciendo adheridos al árbol durante el siguiente año (Fowells, 1965). Miden de 35 a 180 mm de largo por 30 a 70 mm de ancho (INFOR, 1986).

Las semillas son pequeñas, de 0,4 cm con un ala ancha de color café rojizo, y contienen 6 a 12 cotiledones (Fowells, 1985). Se ocultan de a dos semillas bajo las brácteas ovulíferas (Kannegiesser, 1988).

1.4.2 Fisiología

1.4.2.1 Consumo hídrico.

Como cualquier especie forestal, una plantación de pino oregón reduce su fotosíntesis en respuesta a la reducción de la disponibilidad de agua en el suelo, acompañada por aumento de temperatura del aire y descenso de la humedad relativa (Harrington, **et al.** 1994). Por otra parte, Bouten **et al.** (1992) encontraron que la distribución de la humedad captada anualmente y los flujos de percolación dependían principalmente de las propiedades físicas del suelo.

En Alemania se pudo constatar que anualmente el pino oregón consume, en términos de materia seca por kg de acículas, entre 275 a 410 litros de agua en condiciones de riego suficiente (Gross, 1988).

Investigadores italianos describieron el balance hídrico de plantaciones de 26 años ubicadas en Los Apeninos, con densidades de 2.044 árboles/ha y alturas medias de 14 m, localizadas a 900 msnm en clima mediterráneo. Para ello midieron el potencial hídrico del suelo con tensiómetros, durante el verano de 1985, relacionándolo a la radiación solar neta, la temperatura del aire

y la humedad relativa del aire dentro del dosel, demostrando que pino oregón está bien adaptado a la sequía, ya que aún en suelos secos, con raíces superficiales y alta demanda evaporativa, los árboles no mostraron evidencia de stress hídrico (Kowalik **et al.**, 1988).

En Suiza, se realizaron experiencias con rodales de 85 años, estableciendo que bajo condiciones favorables, la evapotranspiración evaluada en términos de captación de agua por las raíces, alcanzó valores sobre los 5 mm/día, obteniendo un promedio de 2,0 a 2,4 mm/día para toda la época de crecimiento. En este mismo lugar se estimó que durante el invierno, 1/7 de la precipitación anual observada a campo abierto, es almacenada en el suelo del bosque por lo cual se puede considerar este monto como un reservorio de agua para períodos de déficit.

En Nancy, Francia, investigaciones realizadas con árboles de 24 años creciendo en parcelas raleadas indicaron tasas de 1,6 a 8,0 y 22,0 l/día, durante el período estival, según si los individuos se encuentran en los estratos suprimido, intermedio y dominante respectivamente (Granier, 1987).

Una experiencia práctica relacionada con los tratamientos intermedios y consumo de agua, fue llevada a efecto en el mismo país evaluando, en términos de su incremento diametral y el balance hídrico, un rodal de 19 años luego de realizado un raleo. Se concluyó que el raleo redujo la severidad y la duración de la disminución de la humedad en el suelo, ya que redujo la evapotranspiración, especialmente durante los tres primeros años; además el crecimiento de estos árboles aumentó sustancialmente tanto por la mayor tasa de crecimiento como por el alargue del período en que éste ocurre. Sin embargo después de 5 años, tanto las parcelas raleadas como la testigo, presentaban una evapotranspiración similar (Aussenac y Granier, 1988).

1.4.2.2 Temperaturas umbrales de crecimiento.

Los procesos fisiológicos tales como la fotosíntesis y la respiración, dependen de la temperatura, ya que las tasas de éstas y otras reacciones se incrementa a medida que aumenta la temperatura. Greaves **et al** (1978), señalan que las plantas de pino oregón tienen un máximo desarrollo cuando la temperatura diurna del aire es de 30°C y la del suelo de 20°C. Con temperaturas de 15°C y 10°C respectivamente, se verifica que tales ejemplares presentan la mitad del crecimiento que el de aquellos en condiciones ideales.

Por otra parte, el crecimiento de las raíces de las plántulas comienza cuando la temperatura del suelo excede los 5°C y se incrementa rápidamente después de los 10°C, alcanzando el máximo a los 20°C; sin embargo a temperaturas de 30°C no se produce crecimiento de las raíces (Lopushinsky y Max, 1990).

1.5 ASPECTOS REPRODUCTIVOS

1.5.1 Floración y fructificación

En Estados Unidos, el ciclo reproductivo de pino oregón se extiende a lo largo de 17 meses. En este período se pueden distinguir las siguientes etapas:

Las yemas florales femeninas y masculinas se forman a fines del verano del actual período de crecimiento, pero permanecen latentes hasta la primavera siguiente.

Las flores femeninas son receptivas al polen casi inmediatamente después de su apertura, y la polinización se realiza dentro de los siguientes 7 a 10 días pudiendo prolongarse por alrededor de 3 semanas en un rodal.

La fertilización del estróbilo femenino realmente ocurre cerca de dos meses después de la polinización y los conos fertilizados maduran durante una estación de crecimiento. El estróbilo masculino desaparece poco después de la diseminación del polen.

Cuando los conos han alcanzado su tamaño final, se lignifican, se secan, y sus semillas maduras son dispersadas a fines del otoño (Fowells, 1965; Kannegiesser, 1989).

Esta última autora menciona que las condiciones climáticas tienen relación con la producción de conos y que los eventos fenológicos varían con la latitud, altitud, entre los árboles de una localidad y en la copa de un mismo individuo.

La semilla está madura a mediados o fines del verano (fines de agosto o principios de septiembre en su lugar de origen) y su diseminación comienza cerca de dos semanas después de su maduración. La fecha de dispersión, sin embargo, depende en gran medida de la ocurrencia de tiempo seco para abrir los conos (Fowells, 1965).

Rodríguez (1975), menciona que en el fundo Bellavista en Traiguén (IX Región), la floración ocurre en el mes de Septiembre y las semillas maduran en febrero. Para la localidad de Valdivia, Brun (1963) describe flores de color verde-rosado que son polinizadas a principios de octubre. Durante el verano el estróbilo se lignifica y libera las semillas en marzo. Las yemas vegetativas se abren una vez ocurrida la polinización, alcanzando las hojas su forma definitiva en diciembre.

Heladas anormales podrían matar los conos femeninos jóvenes, y lluvias continuas podrían impedir la polinización. Si no es así, el tiempo atmosférico parece tener poco efecto directo sobre el desarrollo de los conos (Fowells, 1965).

El pino oregón no produce semillas hasta tener al menos 10 años de edad y cerca de 4,5 m de altura (Op cit.). Por su parte Serra (1987) informa que esta especie comienza a producir conos a los 12 años de edad, y la semillación es anual con 82.000 semillas por kg y más de 60% de germinación.

Para nuestro país, en la Provincia de Arauco, Contreras (1982) cita árboles de 15 años de edad que producían conos y semillas fértiles. Según Rodríguez (1975) en el Fundo Voipir, el pino oregón comienza a fructificar entre los 15 y 18 años.

Arboles que crecen en zonas abiertas de su distribución natural comienzan a producir semillas en grandes cantidades entre los 20 y 30 años, y la máxima producción de semillas ocurre entre los 200 y 300 años de edad. Un árbol maduro creciendo en estas condiciones produce cerca de 450 gr de semilla al año. Sin embargo, sólo una parte de los árboles que se encuentran dentro de un rodal produce semillas, y probablemente producen alrededor de una décima parte de lo que producen los árboles creciendo en lugares abiertos (Fowells, 1965).

En árboles menores, los conos son más grandes y contienen un mayor número de semillas viables. La producción de conos y semillas es muy variable en cada árbol y de año en año; en promedio, se produce una buena cosecha cada 2 a 11 años. En relación a esto se ha determinado que entre 2 cosechas buenas, por lo menos una es vana, en adición a dos o más cosechas livianas o medias (Fowells, 1965; Kannegiesser, 1989).

Se han realizado algunas experiencias para aumentar la producción de conos y semillas. Por ejemplo, se han efectuado raleos a distintas intensidades, observándose que no tienen efecto sobre la producción de conos y semillas en años de baja producción, pero en años de alta producción de semillas, los raleos incidieron considerablemente, aumentándola casi 3 veces con raleos fuertes, pero este efecto se logró sólo después de la primera intervención (Reukema, 1982).

También a través de la fertilización se induce la fructificación en pino oregón. Experiencias han mostrado que aplicando fertilizante a una plantación de 20 años, después de 2 y 4 años se observaron mayores producciones (Miller y Wert, 1979, cit. por Kannegiesser, 1989). Sin embargo, el fertilizante no produce efecto alguno si es aplicado 2 semanas antes o después de la apertura de las yemas.

1.5.2 Diseminación de semillas

Las semillas son principalmente diseminadas por el viento y la gravedad (Fowells, 1965; Kannegiesser, 1989). Maduran a fines del verano y la dispersión se inicia aproximadamente 2 semanas

después. En condiciones climáticas secas los conos se abren, en cambio un clima húmedo retarda la apertura y por lo tanto la dispersión.

La diseminación de las semillas en condiciones de terreno es muy variable. Se puede esperar que se diseminen en condiciones favorables y en cantidades suficientes como para una rápida regeneración natural, a una distancia de hasta 6 veces la altura del árbol (Fowells, 1965). Otros autores hablan de una distancia de diseminación de 180 m, o bien como máximo de 90 m, o una vez y media la altura de los árboles dominantes (Kannegiesser, 1989).

Una vez en el suelo, de la cantidad de semillas dispersadas sólo un pequeño número puede germinar y producir plántulas (Grosse y Kannegiesser, 1988).

1.5.3 Depredación animal a semillas

Los animales son el segundo factor, después de los insectos, en causar daño a las semillas. En su lugar de origen, las ardillas comienzan a cortar conos incluso antes de que las semillas maduren, enterrándolos profundamente. Sin embargo, más dañinos que las ardillas son los roedores, que se comen las semillas, apenas éstas comienzan a caer (Fowells, 1965; Kannegiesser, 1989). Sin embargo, a la vez presentan un efecto benéfico, debido al hábito de enterrar las semillas en el suelo a nivel superficial. En estos lugares las semillas encuentran las condiciones adecuadas para germinar (Grosse y Kannegiesser, 1988).

También las aves son grandes consumidores de semillas, pero no se ha medido en que cantidad (Fowells, 1965). Sin embargo, su efecto es benéfico al actuar como dispersor, ya que no existe pérdida de viabilidad después de pasar por el tracto digestivo. En algunos casos se mejora la germinación por la disminución de la resistencia de la testa (Kannegiesser, 1989).

Durante los años de baja o mediana producción de conos, los insectos, roedores y pájaros pueden reducir la disponibilidad de semillas a niveles seriamente bajos (Fowells, 1965). Otro factor que disminuye la cantidad de semillas viables en el suelo son las quemaduras después de explotación (Kannegiesser, 1989).

1.5.4 Regeneración natural de plántulas

En su distribución natural, las semillas de pino oregón caen en otoño e invierno y se mantienen inactivas, dado que la mayoría de las semillas son inmaduras y presentan latencia embrionaria y de testa hasta la primavera. Luego, las condiciones de frío y humedad en el suelo durante el invierno producen una estratificación natural (Kannegiesser, 1989).

Cuando en primavera, la temperatura del suelo alcanza en promedio 15°C, comienza la germinación. En su lugar de origen, la germinación comienza a partir del 1° de abril en los lugares más cálidos, y a más tardar el 1° de julio en los lugares más fríos. Una vez comenzada, la germinación puede continuar de 2 a 4 semanas (Fowells, 1965).

Las semillas de pino oregón tienen germinación epigea (Schopmeyer, 1974) y pueden germinar en casi todo tipo de sustrato, siempre y cuando se den las condiciones adecuadas de humedad y temperatura. Aunque los requerimientos de humedad son altos, el suelo debe estar bien drenado (Fowells, 1965).

Normalmente tres cuartos de las plántulas mueren durante los primeros dos años, usualmente por daño por temperaturas muy altas, sequía, competencia, heladas, ataques de insectos, enfermedades como pudrición de raíz y "damping-off", lagomorfos, aves y roedores (Fowells, 1965; Kannegiesser, 1989).

La regeneración es generalmente más exitosa en zonas sombreadas (exposición norte en el hemisferio norte) o bajo algún dosel protector, en exposiciones más soleadas. Las nuevas plántulas necesitan sombra, pero una vez establecidas crecen mejor a plena luz del sol (Fowells, 1965). Se han observado muy buenos resultados de regeneración y sobrevivencia con un 50 a 70% de luz solar (Kannegiesser, 1989).

En el estado de plántula, el crecimiento del tallo en altura y diámetro usualmente continúa por 3 ó 4 meses después de la apertura de las yemas. El crecimiento en altura generalmente es completado a mediados del verano y el crecimiento en diámetro termina a mediados del otoño.

A pesar de la lentitud al principio, 2-5 cm durante los dos primeros años, el crecimiento en altura aumenta gradualmente hasta volverse constante entre los 6 y 10 años, hasta 30 cm anuales (Fowells, 1965).

1.5.5 Conclusiones acerca de la regeneración natural

De lo señalado por diversos autores, Grosse y Kannegiesser (1988) concluyen lo siguiente:

- A mediados de la primavera, cuando la temperatura a nivel del suelo alcanza en promedio los 15°C, se inicia la germinación de semillas de pino oregón en EE.UU.
- Suelos con textura medianamente gruesa, pero capaces de retener humedad son favorables para la germinación.
- El principal factor de mortalidad en las plántulas recién

emergidas es la alta temperatura de la superficie del suelo prolongada por varias horas.

- La sobrevivencia y el establecimiento de las plántulas se favorece con sombra natural o artificial. Bajo estas condiciones se minimizan los daños causados por factores climáticos. No ocurre así con los factores patógenos ni con los animales.
- Dentro de los métodos de corta para obtener regeneración natural, los más favorables para pino oregón son la tala rasa modificada, es decir en fajas o manchones, y el árbol semillero.
- El crecimiento inicial en altura es de 2 a 5 cm durante los dos primeros años. Alcanza una tasa constante de unos 30 cm entre los 6 y 10 años de edad.
- El incremento en altura es inversamente proporcional a la cantidad de sombra recibida y no es estadísticamente distinto si la plántula se establece en suelo mineral o con humus.
- Para instalarse en un sitio, la plántula de pino oregón requiere la sombra y protección de un dosel superior. A medida que se desarrolla, éste debe desaparecer o bien cambiar a un rodal lateral que proyecte sombra intermitente.

1.6 ASPECTOS GENETICOS DE LA ESPECIE

En países donde se ha introducido el pino oregón, ya se ha comenzado a hacer investigación sobre las mejores procedencias.

La gran diversidad de ambientes naturales ocupados por el pino oregón ha contribuido a generar una gran variabilidad genética (Droppelmann, 1986).

Múltiples investigaciones realizadas en Estados Unidos, Europa y Nueva Zelandia han demostrado esta gran variabilidad, la que se refleja en los caracteres morfológicos, sobrevivencia de las plantas, propiedades físico-mecánicas, velocidad de desarrollo de los individuos, y otros (varios autores, cit. por Droppelmann, 1986).

Ya se han realizado ensayos de procedencias en distintos lugares, y es así como investigaciones realizadas en Nueva Zelandia establecen que las mejores procedencias para ser empleadas en este país son, posiblemente las de Washington y el norte de California (Cown, 1992).

Por otra parte en España, donde se considera al pino oregón como una especie muy promisoriosa para la Península Ibérica en

general, se ha realizado un extensivo ensayo de procedencias (91 en total), provenientes de las regiones costeras e interiores del sur de Columbia, Washington, Oregon y norte de California y de rodales naturales de dos especies relacionadas en el este de Méjico. Los ensayos se instalaron en las regiones montañosas del noroeste y norte central de España, y sus resultados pueden ser extrapolados con seguridad a regiones como el norte de Portugal, y al noroeste, oeste central y sur de España (Toval **et al.**, 1993).

La evaluación se hizo en base a la altura alcanzada durante los primeros 5 a 6 años después de la plantación, observándose variaciones de 0,6 a 2,5 m de altura entre los árboles dominantes de los distintos ensayos. En la mayoría de las plantaciones, los árboles de las mejores procedencias superaron en más de tres veces a la altura de aquellos de las peores procedencias.

Los ensayos arrojaron como conclusión que las 44 mejores procedencias se concentran en zonas de baja a mediana altitud en las laderas que dan hacia el Pacífico, donde las masas de aire del Océano Pacífico dominan el clima.

Los bosques de mayor interés se sitúan en las regiones de la costa e interiores, incluyendo:

Las laderas marítimas del Rango Costero Norte del noroeste de Carolina.

El Rango Costero de Oregon y Washington.

La Península Olímpica.

El Estrecho de Georgia en el suroeste de la Columbia Británica.

Las laderas interiores de las Montañas Olímpicas .

El rango de la Costa y las Cascadas que enfrentan el "Puget Trough" en el oeste de Washington.

El Valle de Willamette en el noroeste de Oregon.

La mayoría de las procedencias de rápido crecimiento vienen de latitudes entre los 44 a 50° Lat N y altitudes de 60 a 730 msnm., de climas con estaciones de crecimiento prolongadas, regímenes lluviosos favorables, suelos de buen drenaje e inviernos fríos pero no rigurosos, con alta influencia costera.

Estos ensayos se han basado en el parámetro altura. Sin embargo, la densidad de la madera es un parámetro de particular importancia al tratar de identificar las mejores procedencias, ya que la madera de pino oregón es esencialmente madera de tipo estructural y no una madera de uso general. Según Harris (1985), su madera puede ser usada, por supuesto, para otros propósitos, pero a menos que no logre los requerimientos básicos de resistencia y estabilidad para usos estructurales, los requerimientos especiales de su silvicultura harán a su madera muy costosa como para ser usada en aplicaciones menos demandantes.

Recalcando lo anterior se cita un estudio realizado en Nueva Zelandia, en el cual se detectó que la resistencia de la madera de pino oregón varía no sólo según el sitio si no que también es fuertemente dependiente de la procedencia. Por ejemplo, entre 45 procedencias, a los 16 años, se detectó que la densidad de la madera fluctúa entre 360 y 410 kg/m³. Otros estudios en ese mismo país, indican que las propiedades físico mecánicas del pino oregón son mucho más aleatorias que las encontradas en pino insigne y es probable que puedan ser más atribuidas a causas genéticas que en el caso del pino insigne (New Zealand Forest Research Institute, 1978, cit. por Droppelmann, 1986).

Se desprende de lo dicho que el origen geográfico de las semillas es un factor muy importante en las plantaciones forestales ya que condiciona el éxito en el establecimiento de éstas, su productividad y la de las generaciones futuras. Esto es especialmente importante en el caso de una especie introducida y más aún cuando el área de distribución es amplia y por ende su hábitat natural es muy diverso (Droppelman, 1986).

Nuevos antecedentes referidos a los patrones de variabilidad genética respecto de las respuestas morfológicas y fenológicas al déficit hídrico, son descritas en progenies de 7 familias de 4 poblaciones de pino oregón (***Pseudotsuga menziesii var menziesii***) muestreado en sitios costeros e interiores en Oregon (Joly et al., 1989), encontrándose diferencias que parecen reflejar la adaptación al ambiente, ya que las poblaciones del interior se caracterizaron por una brotación temprana, menores tasas de extensión en el aparato radicular y relaciones tallo/raíz más altas.

Lamentablemente en Chile, en la mayoría de los casos, no se conoce con exactitud el origen de las semillas que han generado las plantaciones de pino oregón existentes. Además, son escasas las investigaciones que entregan resultados del comportamiento del pino oregón de diferentes orígenes geográficos (Droppelmann, 1986).

Rocuant (1970) indica que para Valdivia y Villarrica, los mejores valores obtenidos en crecimiento corresponden a procedencias de altitudes bajas de la costa de Oregon y Washington.

Droppelmann (1986) realizó una evaluación al ensayo de procedencias de pino oregón, establecido el año 1967 en el Fundo Las Palmas, Valdivia, en el cual se han estudiado las siguientes procedencias:

CUADRO 1

**INFORMACION SOBRE ENSAYO DE PROCEDENCIAS, UBICADO EN VALDIVIA
(39°40` S; 73°00` O).**

Origen Geográfico	Latitud	Longitud	Altura	Región	Dist a Costa
Estado de Washington					
Hoodsport	47°25'	123°10'	263	Interior	80
Montesano	47°00'	123°36'	12	Costa	15
Ashford	46°35'	122°09'	480	Interior	150
Estado de Oregon					
Tillamook	45°55'	123°50'	55	Costa	20
Vernonia	45°50'	123°10'	250	Interior	70
Blodgett	44°30'	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
South Santiam	44°25'	122°25'	265	Interior	120
Leaburg	43°45'	122°53'	225	Interior	100
Yoncalla	43°35'	123°15'	100	Interior	80
Coquille	43°10'	124°15'	66	Costa	12
Gold Beach	42°40'	124°25'	70	Costa	2

Fuente: Dropelmann (1986)

En su análisis, este autor detecta que las características de crecimiento presentan una gran variabilidad dentro de procedencias, principalmente para el volumen, lo que indica posibilidad de selección para realizar mejoramiento genético para estos caracteres.

En cuanto a la variabilidad entre procedencias, los mejores resultados corresponden a aquellas más cercanas a la costa. Es así como en altura la procedencia Coquille es significativamente superior a todas las demás, con un promedio de altura de 15 árboles dominantes y codominantes, de 17,5 m a los 17 años.

Con anterioridad, Rocuant (1970) evaluó este mismo ensayo tanto en vivero como durante el primer año tras su establecimiento, observando que la mejor altura había sido alcanzada por la procedencia Coquille, con un valor de 37,14 cm a los dos años de viverización.

Respecto a las características de forma, Dropelmann (1986) indica que en general todos los caracteres presentan gran variabilidad, pero aquellas más variables son el ángulo de ramas, cantidad de ramas y rectitud del fuste. El diámetro de ramas, bifurcación y relación altura/DAP son los caracteres de menor variación.

Entre procedencias, a excepción de la relación altu-

ra/DAP, no existen diferencias estadísticamente significativas, y no se aprecia ningún tipo de relación entre el comportamiento de estos caracteres y la distancia desde la costa, latitud o altitud de la fuente de semillas.

En general, las procedencias que muestran un comportamiento superior son Vernonia (Interior), Yoncalla (Interior) y Ashford (Interior), mientras que Leaburg (Interior), Montesano (Costa) y South Santiam (Interior) presentan los resultados más bajos.

Sobre la relación altura/DAP, Ashford arroja el mayor valor y presenta diferencias estadísticamente significativa con South Santiam y Tillamook.

El autor no observa relación entre los resultados de los caracteres de crecimiento y la latitud o altitud de la fuente de semillas ni entre las características de forma del árbol y la distancia de la costa, altitud o latitud de la fuente de semillas.

A continuación se presenta la evaluación del ensayo (Cuadro 2).

CUADRO 2

EVALUACION ENSAYO DE PROCEDENCIAS EN FUNDO LAS PALMAS, VALDIVIA (17 AÑOS)

Procedencia	Región	Superv. (%)	Densidad (Árb/ha)	Altura		DAP prom. (cm)	DAP		Área basal/ha (m ² /ha)	Volumen/ha (m ³ /ha)	Vol/Árb D y CD (m ³ /Árbol)
				prom (m)	C y CD (m)		D y CD (cm)	D y CD (cm)			
Tillamook	C	49	1224	15,5	16,4	20,2	22,8	42,0	343,2	0,26	
Yoncalla	I	69,4	1735	15,2	16,4	17,4	21,0	46,0	369,8	0,23	
Ashford	I	71,4	1786	14,6	16,2	16,8	19,4	45,7	355,3	0,19	
Leaburg	I	72,4	1811	14,2	15,6	17,2	20,6	46,7	351,4	0,20	
Coquille	C	73,5	1837	16,1	17,5	18,5	22,2	54,4	464,5	0,27	
South Santiam	I	73,5	1837	15,7	16,7	18,9	23,4	57,5	471,3	0,28	
Hoodsport	I	75,5	1888	14,6	16,0	16,8	20,2	45,7	355,3	0,20	
Vernonia	I	76,4	1913	14,4	16,1	16,7	20,7	45,5	351,1	0,21	
Gold Beach	C	85,7	2143	16,0	16,8	18,5	22,0	54,4	464,5	0,25	
Montesano	C	93,9	2347	15,5	16,8	17,4	21,1	52,1	482,3	0,23	

Nota: D = dominantes y CD = codominantes, estos valores corresponden a los 15 árboles dominantes y codominantes del ensayo.

C = Costa, I = Interior

Fuente: Droppelmann (1986)

2 REQUERIMIENTOS ECOLOGICOS

En este capítulo serán consideradas distintas variables ambientales, las cuales a su vez, por medio de un sistema de información geográfica (S.I.G.) y base de datos relacionada, permitirán analizar algunos factores limitantes al crecimiento del cultivo forestal en nuestro país.

Es por ello que junto a la revisión bibliográfica, en las variables ambientales consideradas para este análisis, se indicará brevemente las fuentes y las restricciones aplicadas para delimitar las zonas potenciales de pino oregón. Adjunto a la monografía se encuentra un capítulo el define en extenso la metodología empleada para la obtención y análisis de tales variables.

2.1 CLIMA

Las principales masas comerciales de pino oregón se encuentran en las zonas costeras, donde el clima es bastante homogéneo y puede definirse como un clima marítimo cálido. Esto coincide con lo que sucede en su área de dispersión natural, donde existe un clima templado y húmedo, en que la precipitación es mayoritariamente de régimen invernal, variando de 920 a 2500 mm, con una media de 1660 mm. Durante el verano, que en el hemisferio norte corresponde a los meses de julio a septiembre, ocurren precipitaciones cuyo monto es cercano a los 300 mm (Bucarey, 1968).

Otros autores indican que la precipitación fluctúa entre 1000 y más de 3000 mm, según la localidad (Fowells, 1965; Elgueta, Calderón y Contreras, 1971, cit. por Droppelmann, 1986).

El análisis ambiental incorpora la pluviosidad, por lo cual los datos de precipitación media mensual y anual se extrajeron del Mapa Agroclimático de Chile (INIA, 1989) y Atlas agroclimático de Chile (Santibáñez y Uribe, 1993). Las restricciones, en tanto, son que la precipitación anual sea mayor a los 920 mm y durante el período vegetativo, comprendido entre los meses de octubre a marzo, mayor a 300 mm.

Durante el verano, la humedad relativa oscila entre 50 y 60% durante la parte más seca del día. A menudo también se observan valores de 80 a 90% (Bucarey, 1968). El análisis de las restricciones ambientales hecho con el sistema de información geográfico recomienda cultivar pino oregón en aquellos sitios de la VII a X Regiones, en que esta variable llega a valores superiores al 50% durante el período vegetativo.

La temperatura media anual es de 10,3°C, oscilando entre 7° y 13°C. La temperatura máxima media del mes más cálido es 15 a 20°C, en tanto que la temperatura mínima media mes más frío alcanza los 3 a 6°C. Por su parte, la temperatura mínima absoluta es de 34°C bajo cero, y la temperatura máxima absoluta de 43°C. Por

último, la temperatura media del período vegetativo alcanza valores de 12,8°C a 16°C (Fowells, 1965; Bucarey, 1968).

En base a las temperaturas máxima media y media mensual, y las horas de sol diarias para cada mes entregadas por INIA (1989) y Santibáñez y Uribe (1993), la temperatura media mensual a nivel del suelo y la temperatura media mensual de las horas de sol fueron estimados los días óptimos mensuales ¹, y los días óptimos del período vegetativo. El sistema de información geográfico selecciona aquellos puntos que cumplen con la restricción de que los días óptimos en el período vegetativo son mayores a 45.

Respecto del número de días libres de heladas, Fowells (1965) y Bucarey (1968) señalan que fluctúa entre 82 y 230 en la costa, ó 170 a 200 días en las montañas, siendo en promedio de 212 y 138 días respectivamente. Respecto de lo realizado con el sistema de información geográfica, los antecedentes fueron obtenidos del INIA (1989), y Santibáñez y Uribe (1993) el cual se refiere al período cuyo promedio aprovechable mínimo es mayor a 0°C. En función de lo anterior, se recomienda plantar pino oregón en aquellos lugares en los que al menos 80 días al año estén libres de heladas.

La cantidad de nieve acumulada en las zonas más altas de su distribución, en que una gran parte de las precipitaciones de invierno ocurren en forma de nieve, puede llegar a 3 m o más (Fowells, 1965; Bucarey, 1968).

2.2 SUELO

Respecto del tipo de suelos se puede indicar que por lo general pino oregón se ubica sobre suelos pardos podzólicos, pardos, pardos lateríticos, pardos forestales y pardos litosólicos (Bucarey, 1968). Su origen principalmente es sedimentario con intrusiones de rocas volcánicas y en otros sectores netamente es de origen volcánico (Fowells, 1965).

El mejor desarrollo lo logra en suelos bien drenados (Contreras, 1982), no prosperando en suelos con drenaje pobre o suelos con una capa impermeable cerca de la superficie (Fowells, 1965). Esta es una importante variable al considerar los sitios potenciales de cultivo, por lo que serán considerados aquellos lugares que presenten un drenaje moderado, bueno o excesivo.

Además deben tener buena aireación, con una profundidad media a alta (Bucarey, 1968).

El pH en suelos de su distribución natural es ácido fluc-

¹ Metodología proporcionada por Sr. Michael Bourke. Asesor CONAF; Comunicación personal. 1995

tuando entre 4,5-6,5. En el oeste de Washington y oeste de Oregon, alcanzan su mejor desarrollo en suelos con pH 5 a 5,5 (Fowells, 1965).

En cuanto a la textura, ésta varía en un amplio rango desde arcillas gravosas hasta arenas arcillosas. No obstante, los mejores suelos son aquellos compuestos por arcillas, arcillas arenosas y arcillas limosas, con un substrato areno-ripioso en las laderas o terrazas; en los valles predominan los suelos aluviales, encontrándose una estructura muy variada. En la costa hay suelos francos y franco arcillosos o suelos pardos lixiviados. Las arenas también están muy generalizadas en su distribución de origen.

En general la especie evita los suelos pesados tanto orgánicos como minerales. Se puede concluir entonces que pino oregón es fácilmente adaptable en lo que respecta a suelos, cuando no se consideran los extremos físicos y químicos, como son los excesos de arenas, sal o agua, cuyas consecuencias son generalmente sequías o deficiencias de oxígeno (Bucarey, 1968).

La conjunción de variables climáticas, tales como precipitación media mensual y evapotranspiración potencial media mensual, y de variables edáficas como textura, profundidad, capacidad de campo y punto de marchitez permanente, originan una variable denominada índice de humedad². Para los efectos del S.I.G, serán seleccionados aquellos sitios en los cuales este parámetro tenga un valor superior a 0,34³ durante el período vegetativo, aunque pueden tolerarse cifras menores hasta en dos meses consecutivos.

2.3 TOPOGRAFIA

En lo referente a los requerimientos de altitud, se indica que la variedad *menziesii* en su límite sur aparece desde el nivel del mar hasta los 2000 msnm y en su límite norte alcanza sólo hasta los 900 msnm (Fowells, 1965). En base a estas consideraciones, fueron excluidos del análisis S.I.G. todos aquellos puntos situados a más de 1.800 msnm.

En la zona septentrional de su distribución natural, el pino oregón se desarrolla principalmente en las laderas de exposición sur; hacia el Ecuador se encuentra también en exposiciones norte y en el fondo de cañones húmedos (Op cit.). La topografía corresponde tanto a montañas como a planos (Bucarey, 1968).

² Metodología proporcionada por Sr. Michael Bourke.

³ Valor de Índice de Humedad establecido por Sr. Michael Bourke en base a Greaves **et al.** (1978)

3 PLAGAS, ENFERMEDADES Y DAÑOS

Existen varias enfermedades que pueden afectar a pino oregón en plantaciones en la costa noroeste del Pacífico. A continuación se dará cuenta de las más comunes.

3.1 DAÑOS ABIOTICOS

Agente causal: **Viento seco.**

Descripción:

Las plántulas de pronto se vuelven rojas, pero a menudo no ocurre esto hasta los primeros días cálidos de primavera (Clearly **et al.**, 1978).

Daño:

Muerte de acículas individuales, ramas o la plántula completa.

Comentarios:

Son dañadas especialmente las plántulas localizadas en terrenos expuestos, cuando el suelo se congela.

Agente causal: **Heladas tardías.**

Descripción:

El follaje nuevo se arruga o curva y muere abruptamente.

Daño:

Causa pérdida de crecimiento más que la muerte completa.

Comentarios:

Puede ser un problema recurrente en plantaciones fuera de sitio apto para la especie (Clearly **et al.**, 1978).

3.2 FUNGOSAS

3.2.1 Pudrición de raíces

3.2.1.1 Pudrición de raíces por **Rhizina**

Agente causal: **Rhizina undulata**

Descripción:

Cuerpos fructíferos color café a negro, con forma de copa, 2 a 10 cm de sección, dispuestos en el suelo cerca de las plántulas o planta muerta. Las raíces infectadas están cubiertas por micelio blanco (Clearly **et al.**, 1978).

Daño:

Enfermedad de la raíz, asociado con mortalidad de la planta en sitios recientemente quemados.

Comentarios:

Puede matar grupos aislados de plantas de hasta 5 años de edad en el lapso de un año. Es un problema local en Washington y Columbia Británica.

3.2.1.2 Pudrición de raíces de plántulas por
Phytophthora

Agente causal: **Phytophthora spp.**

Descripción:

Los primeros síntomas son decoloración de follaje o marchitez; manchas rojizas en las raíces infectadas.

Daño:

Pudrición de raíces; podría producirse muerte súbita por stress hídrico.

Comentarios:

Es peor en suelos de viveros húmedos, con alta retención de agua; árboles enfermos, plantados en un sitio no adecuado tienen pocas posibilidades de sobrevivir (Clearly **et al.**, 1978). Este agente se encuentra presente en Chile⁴.

⁴ Patricio Parra. Investigador INFOR. Comunicación personal. 1995

3.2.1.3 Pudrición laminada de raíz

Agente causal: **Phelliaces (Poria) weirii**

Descripción:

Micelio de hongo en la superficie de la corteza de la raíz; el micelio tiene barbas de color café-rojizo visto bajo lupa de mano. Produce una pudrición suave y de color claro.

Daño:

Pudrición de raíces; los árboles infectados presentan reducción del crecimiento en ramillas y en el eje principal, amarillamiento de la copa, eje principal inclinado.

Comentarios:

El hongo se dispersa por contacto de raíces, comenzando desde raíces viejas infectadas, y dispersándose de ahí a raíces vivas del rodal; sin embargo, plantaciones exitosas pueden ser infectadas. Ataca árboles de todas las edades y produce continuamente mortalidad en rodales jóvenes, de tamaño para polines o aserrables. En árboles viejos produce la muerte al contribuir a su desarraigamiento o a que se quiebre cerca de la base. Es dentro de los hongos, el enemigo más serio de pino oregón (Fowells, 1965; Clearly **et al.**, 1978).

3.2.1.4 Pudrición de raíz por **Annosus**

Agente causal: **Fomes annosus.**

Descripción:

Pequeños hongos (cuerpos fructíferos) en la base de los árboles o tocones, que varían en forma desde bastón a capas planas; son café por arriba y blancos por debajo; las raíces podridas son esponjosas o como cuerda y de color claro.

Daño:

Pudrición de raíz, los síntomas en la copa son similares a los de la pudrición laminar de raíces.

Comentarios:

Infección vía esporas aéreas o contacto entre raíces; ocasionalmente mata al pino oregón (Clearly **et al.**, 1978).

3.2.2 Pudrición central

Agente causal: **Fomes pini y Polyporus schweinitzii.**

Daño:

Producen pudrición central en árboles jóvenes de pino oregón. **Polyporus schweinitzii** produce también la muerte en árboles viejos por desarraigamiento o al quebrarse la base del árbol (Fowells, 1965).

Agente causal: **Fomes subroseus.**

Daño:

Provoca pudrición central en individuos jóvenes. Generalmente se introduce a través de puntas quebradas (Fowells, 1965)

3.2.3 Enfermedad de mancha negra en la raíz

Agente causal: **Verticicladiella spp.**

Descripción:

No se aprecian micelios dentro o fuera de la corteza; aparecen formas crecientes de manchas azul-negras o café-negras en las capas exteriores de madera.

Daño:

Mata las raíces y eventualmente a todo el árbol. Los síntomas en la copa son similares a los de la pudrición laminar de raíz.

Comentarios:

Se dispersa de raíz a raíz y probablemente por insectos; al año 1978 había sido descrita como enfermedad, con un potencial desconocido. En Chile esta presente este agente⁵.

⁵ Patricio Parra. Investigador INFOR. Comunicación personal.
1995

3.3 ENTOMOLOGICAS

Agente causal: **Dendroctonus pseudotsugae**

Daño:

Ataca árboles desde su estado de poste grande hasta árboles maduros, matándolos en pequeñas o extensas áreas durante las epidemias. Los focos epidémicos se desarrollan de manera característica en zonas de árboles volteados por el viento, árboles quemados y a veces en árboles volteados durante faenas de explotación (Fowells, 1965).

Agente causal: **Melanophyla drummondi**

Daño:

Causa daños similares al anterior pero no en superficies tan extensas (Fowells, 1965).

A continuación se indicarán algunos insectos cuyo daño es inversamente proporcional al tamaño de la cosecha de conos (Ching y Lavender, 1978) pudiendo ser de aproximadamente un 10% de las semillas durante un año con buena cosecha, hasta sobre un 50% de las semillas en un año de mala cosecha.

Agente causal: **Megastigmus spermotrophus** Wachtl.

Daño:

No se observan evidencias externas ya que las larvas se alimentan del interior de cada semilla. Puede ser particularmente dañino en años de mala cosecha de conos, en el sur de Oregon (Ching y Lavender, 1978). Taladra los conos verdes y pone huevos en las semillas inmaduras. La nueva avispa adulta sale por un pequeño agujero en la testa de la semilla. Este insecto ha sido observado en semillas de pino oregón en Norteamérica, Gran Bretaña y Nueva Zelanda (Kannegiesser, 1989). Sólo puede detectarse cortando la semilla o con rayos X.

Agente causal: **Barbara colfaxiana** (Kearfott)

Daño:

A este insecto se le conoce como polilla del cono de pino oregón, horadando dentro de éste con o sin aserrín, o secreción de resina que evidencie su presencia. Una o dos larvas pueden no causar deformación del cono, pero tres o más sí lo deformarán. El 75% o más semillas serán dañadas. Es especialmente destructiva en áreas cálidas, secas (Ching y Lavender, 1978). Esta polilla deposita los huevos en los estróbilos

femeninos. Las orugas se desarrollan, perforan las escamas y semillas hasta alcanzar el centro del cono, donde ocurre la metamorfosis que culmina con el estado adulto (Kannegiesser, 1989).

Agente causal: ***Dioryctria abritella***

Daño:

Genéricamente a esta especie se le conoce como gusano de los conos, el cual excava túneles indiscriminadamente a través de escamas y semillas. Los conos son frecuentemente destruidos, a menudo con depósitos de aserrín en el exterior.

Agente causal: ***Contarina washingtonensis*** Johnson.

Daño:

Conos infestados severamente pueden morir prematuramente, a pesar de que haya poca evidencia externa de infección leve o moderada. Las larvas se alimentan de las escamas, y pueden reducir la viabilidad de las semillas (Ching y Lavender, 1978).

Más de 60 especies de insectos son nativas predatoras de los conos de pino oregón, pero sólo unas pocas pueden destruir una cantidad significativa de semillas. Las especies señaladas anteriormente pueden destruir suficientes semillas en un área como para hacer inútil completamente una cosecha de conos. Las infecciones son generalmente más destructivas durante una cosecha de conos pobre o escasa, dado que casi toda la cosecha puede ser dañada. La mayoría de los daños por insectos pueden ser observados en los conos, antes de que las semillas maduren.

La aplicación de insecticidas sistémicos al follaje de los árboles, en una etapa temprana de crecimiento, reduce significativamente el daño por insectos a las semillas de pino oregón. Estas aplicaciones no reducen la viabilidad de las semillas sanas. Sin embargo, el costo de estos productos químicos y la dificultad de su aplicación limitan su uso a huertos semilleros y otras aplicaciones específicas (Op cit.).

3.4 Cancros y otros

3.4.1 Cancro de Phomopsis

Agente causal: **Phomopsis sp.**

Descripción:

Cancro anual, lesión hundida en el tronco o en la base de la rama, con decaimiento del árbol si el cancro ciñe como una faja al tronco.

Daño:

Muerte y a veces sirve como corte infeccioso para la entrada de hongos de pudrición.

Comentarios:

Puede producir decaimiento y muerte extensiva después de condiciones climáticas severas, especialmente heladas. Este agente se encuentra en nuestro país⁶

3.4.2 Pérdida de acículas en pino oregón

Agente causal: **Rhabdoclise pseudotsuga**

Descripción:

Puntos de color amarillo en las hojas, que luego se tornan café-rojizo; aspecto moteado. El árbol parece chamuscado en los casos severos. Cuerpos frutales con forma de bote aparecen en el envés de las hojas en primavera.

Daño:

Rhabdoclise pseudotsuga mata las acículas; cuando es severo el ataque mata a todas, excepto las acículas más jóvenes. Las acículas se caen. Una infección persistente produce pérdidas de crecimiento.

Comentarios:

Patrones de infección dispersos; es esencialmente una enfermedad de árboles jóvenes o hasta alrededor de los 30 años edad.

⁶ Patricio Parra. Investigador INFOR. Comunicación personal. 1995

3.4.3 Muérdago enano en pino oregón

Agente causal: **Arceuthobium spp.**

Descripción:

Las plantas de muérdago crecen arraigadas en la madera; los tallos con flores crecen a través de la corteza. Las infecciones jóvenes causan hinchazón de las ramas, pero no tallos aéreos.

Daño:

Pérdida de crecimiento y muerte; causa también sequía en la copa, cancro de tronco, o conduce a un ataque de escarabajos de corteza. Produce cosechas de semillas más pequeñas y menos vigorosas.

Comentarios:

Se dispersa por semillas soltadas desde las partes aéreas del muérdago; la mayoría se distribuyen en un radio de 6 m. La mayor mortalidad ocurre entre plántulas o brinzales. Lo específico de su huésped permite realizar control silvícola en la mayoría de las situaciones. Es un problema serio en el suroeste de Oregon, y en el este de las Cascadas.

4 SILVICULTURA Y MANEJO

4.1 ASPECTOS BASICOS DE LA SILVICULTURA

4.1.1 Métodos silviculturales de regeneración natural

4.1.1.1 Tala rasa

La tala rasa en grandes extensiones en secuencias progresivas, es una práctica común en la región del pino oregón, y se justifica principalmente por razones económicas (Hermann, 1978). En bosques naturales sobremaduros de pino oregón, se recomienda realizar tala rasa, debido a la alta tasa de árboles con pudrición. Sin embargo, el éxito que se ha obtenido en el establecimiento de plantaciones con este método no implica, que talas rasas extensas sean una necesidad biológica para obtener una regeneración exitosa de pino oregón u otras especies.

Las cortas deben ser hechas de tal manera que no queden zonas taladas a una distancia mayor a tres veces la altura de los árboles, desde las orillas con árboles de donde provendrá la semilla (Greaves y Hermann, 1978).

Se ha ocupado con éxito la tala rasa en paños, en rodales vírgenes de pino oregón en el área de Puget Sound y en las Cascadas de Oregon. Sin embargo, este método puede ser una pobre alternativa en terrenos de difícil acceso y porque se puede dañar a la regeneración, cuando se cosechan rodales adyacentes.

Tala rasa en fajas es más conveniente, pues evita la creación de un microclima muy severo para la regeneración. Estos métodos permiten que los árboles circundantes proyecten sombra sobre la regeneración, favoreciendo su establecimiento (Herman, 1978; Kannegiesser, 1989). Sin embargo, los resultados de regeneración con este método son poco satisfactorios y más bien erráticos. Las fallas ocurren principalmente por altas temperaturas en los suelos desforestados, especialmente en pendientes cálidas y secas; por estar en lugares con peligro de heladas, donde la fuente de semillas es inadecuada o por la ocurrencia cíclica y poco frecuente de producciones abundantes de semillas de la especie.

En base a lo anteriormente expuesto, Greaves y Hermann (1978) y Kannegiesser (1989) concluyen que el establecimiento de regeneración natural en base a tala rasa debe ser hecho sólo en sitios favorables, lo que generalmente corresponde a orientaciones norte, noreste o noroeste, para el hemisferio norte, por lo que en nuestro hemisferio se podrían asumir las exposiciones sur y sus combinaciones como las más benéficas.

4.1.1.2 Método del árbol semillero

Según Kannegiesser (1989), se han obtenido buenos resultados dejando 15 a 25 individuos por hectárea. Se recomienda también, en algunos estudios de Norteamérica, el dejar de 8 a 20 árboles por hectárea dependiendo del sitio.

Esta autora indica también que para esta especie, el método presenta la ventaja de poder usarse en superficies mayores que la tala rasa, ya que además de proyectar sombra, los árboles semilleros son mejores productores y dispersores de semillas que los rodales circundantes en una tala rasa.

Garman (1955), encontró que la sombra suave e intermitente proyectada por los árboles semilleros mejoraba el establecimiento de la regeneración de pino oregón en Columbia Británica, considerando suficiente dejar 8 a 20 árboles/há, dependiendo del sitio. Sin embargo, para Greaves y Hermann (1978), este método no asegura la regeneración de la especie, y esto, combinado con el alto valor de los árboles remanentes y el alto costo de su posterior cosecha, han hecho que se haya eliminado como método de regeneración natural en su distribución natural en el Pacífico Noroeste.

4.1.1.3 Cortas sucesivas

El método de cortas sucesivas ha sido usado experimentalmente con pino oregón en Oregon, dando muy buenos resultados en rodales en la costa de su distribución natural (Hermann, 1978).

Esto favorece el establecimiento de la especie, mientras los árboles remanentes sean pino oregón. Se transformaría así en el método del árbol semillero, con la única diferencia que el número de individuos a dejar es mayor (Grosse y Kannegiesser, 1988). Provee usualmente de mejores condiciones a la regeneración para su establecimiento que el de tala rasa.

Si el dosel que forma la cosecha final es mixto se debe tener en cuenta el grado de luminosidad que necesita pino oregón para regenerarse. Teniendo pocas posibilidades si ésta es menor al 20%. Los mejores resultados se han obtenido con niveles de luminosidad alrededor de un 50% (Op cit.).

Un estudio en las Montañas Cascadas de Oregon recomienda dejar 23 a 41 m²/ha de área basal para proteger adecuadamente a las plántulas de las condiciones ambientales severas (Greaves y Hermann, 1978).

Según Kannegiesser (1989), dos años después de establecida la regeneración se debe hacer la corta final, para no

perjudicar el crecimiento y desarrollo de las plántulas.

4.1.1.4 Método de selección

Bosques vírgenes de pino oregón han respondido pobremente a la aplicación del método de selección. Este método es inadecuado para la reforestación de pino oregón de la costa debido a que esta especie es menos tolerante que sus competidores. La aplicación del método de selección a pino oregón está restringido a sitios secos, particularmente en el suroeste de Oregon, donde la especie representa un clímax fisiográfico (Hermann, 1978).

4.1.2 Reproducción artificial

4.1.2.1 Recolección de conos

Para la reproducción artificial del pino oregón, es muy importante la recolección de conos en el momento adecuado, ya que éstos a menudo se abren y sueltan las semillas sólo poco días después de que éstas últimas hayan madurado. Existen patrones climáticos que gobiernan la velocidad con que los conos se abren y por lo tanto influyen grandemente en el momento de recolección. Por lo tanto, la apropiada identificación de semillas maduras y conos se vuelve muy importante (Lavender, 1978).

La madurez de los conos puede variar en más de un mes entre árboles en zonas altas o bajas, y hasta 3 semanas en árboles adyacentes. En base a esto se ha sugerido que el período de recolección de conos en una localidad no debe ser mayor a 2 ó 3 semanas, aunque existen evidencias de semillas de alta calidad recolectadas después de un mes de su madurez.

Aparentemente la única característica confiable de la madurez de una semilla de pino oregón es el largo del embrión como porcentaje del largo de la cavidad de la semilla. Cuando el largo del embrión es un 90% del largo de la cavidad de las semillas, éstas están maduras. A medida que el embrión crece el endosperma pierde aspecto lechoso, característico de semillas inmaduras, y se convierte en un tejido firme.

Por otra parte, el color café oro de la cubierta de la semilla, con el ala del mismo color y que ésta última se desprenda intacta de su bráctea indican madurez en la semilla. Sin embargo, la gravedad específica de los conos de pino oregón, el peso de las semillas, el peso del cono y su color, no tienen relación con la madurez.

Otro parámetro relacionado con la madurez de la semilla es su contenido de azúcar el cual debe ser de menos de 1,5%, aunque

esto es poco práctico en terreno.

El período de colecta de conos se puede alargar colectando los conos una o dos semanas antes de la madurez de las semillas, lo cual es bastante conveniente ya que si se colectan los conos muy tarde, la mayoría de las semillas más vigorosas se habrán perdido. En este caso, los conos deben ser almacenados en un ambiente frío y húmedo hasta la madurez de las semillas (Op cit.). Posteriormente se deben colocar en un lugar sombreado y que permita un paulatino secado al aire antes de extraer las semillas (Ching y Lavender, 1978).

Es conveniente comenzar la recolección de conos desde fines del verano a dos tercios del otoño. En el sur de Oregon se deben colectar tempranamente las semillas especialmente en elevaciones bajas; en los sitios más al norte y con mayores elevaciones las semillas se deben colectar a fines del período de recolección (Op. cit.).

No se produce reducción en la germinación de las semillas con un almacenamiento de hasta 3 meses de éstas en los conos, siempre y cuando las condiciones de almacenamiento sean cuidadosamente monitoreadas y se prevenga la aparición de hongos. De hecho, en condiciones adecuadas, las semillas inmaduras pueden aumentar su viabilidad durante su almacenamiento en los conos. Estos deben ser mantenidos en sacos con buena circulación de aire, en condiciones secas, para obtener un gradual descenso del contenido de humedad, y la temperatura no debe exceder los 13°C (Schopmeyer, 1974; Lavender, 1978). Para Edwards (1986), las condiciones de almacenamiento más favorables son temperaturas ambientales entre 5 y 10°C, humedad relativa de 65 a 75% y buena circulación del aire, ya que así los conos de pino oregón pueden almacenarse por 3-5 meses sin que la semillas pierda su viabilidad.

4.1.2.2 Procesamiento de las semillas y daños

Un procedimiento habitual para la extracción de semillas es abriendo los conos al aire libre, si el clima es cálido, o secando los conos en hornos a temperaturas de 32° a 43°C, por 2 a 48 hrs. Los conos se abren completamente cuando pierden un 35 a 51% de su peso húmedo.

Es común presecar los conos en sacos, dispuestos en estantes, en cobertizos techados pero abiertos por los lados (Schopmeyer, 1974). Riesgo se corre al secar en horno los conos verdes a fines del verano, ya que puede reducir grandemente la viabilidad de las semillas (Lavender, 1978).

Rodríguez (1975), obtuvo buenos resultados al secar conos cosechados en el fundo "Voipir", durante 24 horas a una temperatura inicial de 30°C. Esta se aumentó gradualmente hasta llegar a 60°C

con ventilación. En caso de no disponer de ventiladores, un secado uniforme a 50°C durante 48 horas proporciona buenos resultados.

Una vez abiertos los conos, se pasan por cribas para separar las semillas de los conos y basuras; luego se separan las semillas de las alas y se ventilan o soplan para remover las semillas huecas, las alas y el polvo. También se usan vibradores o separadores neumáticos para continuar con la separación (Schopmeyer, 1974).

Los equipos de extracción de semillas y aparatos para separar las alas de las semillas pueden dañar a estas últimas. Grietas o descolorido en la testa, indican daño. Las semillas maduras que han sido cuidadosamente manipuladas son brillantes, comparadas con la apariencia opaca y a menudo polvorienta de semillas que han sufrido daño por el procesamiento mecánico, aunque existes daños que sólo pueden ser evidentes después del almacenamiento (Lavender, 1978). Las semillas manipuladas indebidamente también se vuelven oscuras tras la estratificación, durante el período de incubación (Ching y Lavender, 1978).

CUADRO 3

ESPECIFICACIONES DEL SECADO DE LOS CONOS Y RENDIMIENTO DE SEMILLAS.

Especie	Período de secado al aire (días)	Período de secado al horno (hrs)	Temperatura del secado al horno (°C)	Kilos de semillas por cada kilo de conos
<i>P. menziesii</i> var. <i>glauca</i>	14 a 60	2 a 10	37 a 43	0,01 a 0,013
<i>P. menziesii</i> var. <i>menziesii</i>	8 a 21	16 a 48	32 a 43	0,01 a 0,016

Fuente: Schopmeyer (1974).

CUADRO 4

NUMERO DE SEMILLAS DE PINO OREGON POR KILO.

KILO	BAJO	MEDIO	ALTO
<i>P.m. var menziesii</i>	57.320	88.180	127.870
<i>P.m. var. glauca</i>	52.910	79.370	414.470

Fuente: Ching y Lavender (1978).

En pino oregón el vigor de la semilla y el posterior tamaño de la planta están fuertemente correlacionados. El vigor de

la semilla puede ser afectado adversamente de muchas maneras, entre la cosecha del cono y el uso de la semilla. Por esta razón es muy importante que todo el procesamiento de conos y semillas sea adecuado, y controlarlo a través de los test de calidad tradicionales como son el test de pureza y de germinación, entre otros (Ching y Lavender, 1978).

El test de germinación en pino oregón se realiza comúnmente sobre papel absorbente, algodón, vermiculita, arena, suelo, mezclas de suelo y arena, bajo un termoperíodo diario que alterna 30°C por 8 horas durante el día y 20°C durante 16 horas ya sea con o sin luz (Schopmeyer, 1974). Las temperaturas de la superficie del suelo durante la primavera son a menudo 10°C más frías que eso. Por lo tanto, los resultados del test son más favorables que los obtenidos en condiciones reales, y las estimaciones en base a estos datos de laboratorio son difíciles. Sin embargo, el test sirve para comparar lotes de semillas vigorosas y débiles, ya que las semillas vigorosas presentan una germinación más rápida y temprana, y además su máximo de germinación ocurre días antes que en las semillas débiles. La germinación total, sin embargo, podría mostrar poca diferencia bajo las condiciones favorables del laboratorio (Ching y Lavender, 1978).

El segundo indicador del comportamiento de campo de los test de germinación es el efecto de pre-enfriamiento. Este corresponde realmente a un período de estratificación corto, el cual estimula una germinación más rápida y uniforme. La mayoría de las semillas tratadas así germinan dentro de las primeras dos semanas del período de prueba.

Si el pre-enfriamiento causa una reducción en el vigor germinativo, esto indica comúnmente una o más de las condiciones siguientes:

Las semillas no estaban totalmente maduras al momento de cosechar los conos y de extraerles las semillas.

Las semillas fueron dañadas durante el procesamiento.

Las semillas se deterioraron durante el almacenamiento.

CUADRO 5

TEST DE GERMINACION PARA PINO OREGON.

Tipo de semilla	Temperatura (°C)	Duración (días)	Recomendaciones adicionales
P.m. var. menziesii	20 - 30	21	Luz; pre-enfriar 21 días a 3 - 5°C.
P.m. var. glauca	20 - 30	21	Luz; procedencias del centro y sur de las Montañas Rocosas no son sensibles a la temperatura.
P.m. var. caesia	20 - 30	21	Luz; pre-enfriar 21 días a 3 - 5°C.

Fuente: Ching y Lavender (1978).

Nota: La luz corresponde a 8 horas diarias de fotoperíodo con una fuente de luz blanca fluorescente y fría.

Dado que los test de germinación son largos, si se quiere una evaluación más rápida de la calidad de las semillas, se pueden cortar muestras de semillas y observar si están vacías, dañadas por insectos, arrugadas, o bien juzgar el estado de la semilla por la apariencia y color del endosperma y el embrión. También se puede observar la elongación de la radícula extrayendo la testa y remojando las semillas en una solución débil de peróxido de hidrógeno, o bien cultivando el embrión. Por otra parte se puede identificar tejido muerto de vivo con cloruro de tetrazolium o bien con rayos X. En todo caso, estos métodos generalmente sobreestiman la viabilidad de las semillas, pero sirven como una aproximación rápida (Schopmeyer, 1974).

4.1.2.3 Almacenamiento de semillas

Debido a la irregularidad de las cosechas de semillas de pino oregón año a año, se hace necesario el almacenamiento de semillas viables para cubrir los años de malas cosechas. Para mantener una alta viabilidad de las semillas es necesario mantenerlas con una humedad de 6 a 9% y almacenarlas en recipientes sellados.

Temperaturas entre 0° y 4,5°C mantendrán la viabilidad de la semilla por hasta 7 años. Si el tiempo de almacenamiento proyectado es mayor, las temperaturas se deben mantener bajo 0°C. Probablemente una temperatura adecuada para un almacenamiento a largo plazo es -5°C (Lavender, 1978). Con temperaturas de almacenamiento de -17°C se ha logrado mantener la viabilidad por 10 a 20 años. Por el contrario, a temperatura ambiente la viabilidad de las semillas decae rápidamente (Schopmeyer, 1974).

Se recomienda el uso de tambores rígidos con protecciones de plástico para el almacenamiento de las semillas, porque previenen la absorción o pérdida de humedad de las semillas desde la atmósfera del lugar de almacenamiento. Los recipientes no deben ser apilados, ya que la presión puede dañar las semillas de los recipientes inferiores (Schopmeyer, 1974; Ching y Lavender, 1978).

Las semillas que serán usadas para una siembra a corto plazo, a menudo son almacenadas en recipientes temporales, donde es poco práctico el control de la temperatura absoluta y la humedad. En un ensayo, la única combinación de temperatura y humedad que redujo significativamente la viabilidad de las semillas fue una temperatura de 30°C combinada con una alta humedad relativa de 93%, durante dos semanas. Semillas mantenidas a altas temperaturas (30°C), y baja humedad relativa (30%), resistieron exitosamente por 11 semanas. Otro estudio demostró igual germinación en semillas mantenidas a -18°C, 0°C, a las temperaturas naturales fluctuantes del invierno, siempre a 6,4% de humedad en la semilla, o bajo condiciones de terreno, por 6 meses (Lavender, 1978).

Hasta hace algunas décadas se consideraba que las semillas de pino oregón se mantenían viables durante varios años después de haberse dispersado. Isaac (1943) realizó un ensayo enterrando semillas en tres posiciones: inmediatamente bajo la superficie del suelo, a 2,5 y a 5 cm de profundidad. Estos tratamientos se repitieron cuatro veces en el bosque y otras cuatro en zonas deforestadas, comprobándose que las semillas de pino oregón pierden gran parte de su viabilidad después de encontrarse almacenadas en terreno por más de un año. Sin embargo, Lavender (1978), señala que no se han hecho estudios sobre la viabilidad de las semillas que midan el efecto de almacenamiento en terreno por corto tiempo seguido por almacenamiento controlado a largo plazo.

Schopmeyer (1974) y Ching y Lavender (1978), indican que el mínimo recomendado de pureza y viabilidad en semillas de pino oregón, para transacciones comerciales es de:

Semillas puras por unidad de peso	: 95%
Viabilidad	: 70%

4.1.2.4 Tratamientos pregerminativos

- Tratamiento químico a las semillas:

En siembra directa se hace necesario proteger las semillas para que no sean comidas por animales. Un método de protección consiste en remojar o cubrir las semillas con sustancias químicas que repelan o envenenen al animal depredador. Sin embargo, este tratamiento puede producir una sustancial pérdida de vigor germinativo (Ching y Lavender, 1978).

- Estratificación:

Las semillas de pino oregón sufren dormancia que puede ser quebrada exponiéndolas a largos fotoperíodos o a ciertos químicos. Pero, generalmente se les aplica una estratificación en ambiente húmedo y frío (Lavender, 1978).

Los requerimientos para estos pretratamientos difieren entre los lotes de semillas o la variedad de pino oregón. Las semillas de la costa de su distribución natural provenientes de zonas bajo los 460 msnm, requieren una estratificación más larga que las semillas recolectadas entre los 910 y 1200 msnm.

Los lotes de semillas vigorosas y sanas demuestran una respuesta positiva más fuerte a la estratificación, medida como germinación media, que los lotes de semillas dañadas o débiles, e incluso, semillas débiles o deterioradas pueden ser dañadas por este tratamiento (Op cit.).

La estratificación de las semillas de pino oregón se realiza comúnmente remojando las semillas en agua, caso en que el volumen de agua debe ser al menos veinte veces mayor al volumen de semillas. En este tratamiento, el agua y las semillas deben ser mantenidos a temperatura ambiente, esto es 18 a 21°C, por 24 a 48 horas o hasta que las semillas tengan un contenido de humedad de 60 a 70%. Posteriormente, el agua que no haya sido absorbida por las semillas debe ser drenada antes del almacenamiento (Schopmeyer, 1974; Lavender, 1978). Luego las semillas se deben guardar en bolsas de plástico a una temperatura de 0 a 4,5°C.

El período de almacenamiento varía de 3 semanas para test de germinación en laboratorio, a 6 u 8 semanas en operaciones de vivero. Después de un período de estratificación de 80 días o más, la germinación más rápida ocurre a temperaturas de 10 a 15,5°C. Las estratificaciones más largas producen germinaciones más rápidas y tempranas en platabandas. Este procedimiento estimula el desarrollo de plántulas de buen tamaño al primer año, sin extender el período de crecimiento activo más allá de mediados del verano (Lavender, 1978).

En Chile, Escobar (1968, cit. por Grosse y Kannegiesser, 1988) concluye que los pretratamientos aceleran la germinación de semillas de pino oregón. El mejor tratamiento fue la estratificación entre 20 y 40 días.

En el vivero experimental de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Austral de Chile se estratifican las semillas en bolsas de polietileno, colocándolas a una temperatura de 4°C durante 30 días, previo remojo (Grosse y Kannegiesser, 1988).

Otro tratamiento interesante se realizó en el fundo "Voipir", Villarrica. En este caso, las semillas son remojadas en agua por 72 horas y luego se extendieron en capas delgadas a una temperatura promedio de 20°C, sembrándose al primer indicio de germinación (Rodríguez, 1975).

Si las semillas han de ser sembradas directamente, es conveniente hacerlo a principios del invierno para permitir una estratificación natural antes de que los suelos se vuelvan tibios y secos en primavera. A pesar de que este procedimiento obviamente extiende el período en el cual las semillas están expuestas a predadores animales, el tratamiento con un adecuado químico permite a algunas sobrevivir y germinar normalmente. Por el contrario, una siembra tardía podría reducir las pérdidas por predación de mamíferos, aves e insectos, pero la germinación se retardaría bastante y sobrevivirían pocas plántulas (Lavender, 1978).

Grosse y Kannegiesser (1988) señalan que las principales conclusiones acerca de los tratamientos pregerminativos son:

Para homogenizar y acelerar la germinación de las semillas de pino oregón se utiliza la estratificación húmeda y fría.

Las semillas se remojan en agua a temperatura ambiente (17-22°C) por 24 a 36 horas y posteriormente se estratifican en un medio húmedo a 0-5°C por mínimo una semana.

Un contenido de humedad de un 60-70% previo a la estratificación aumenta la velocidad de germinación. Además, después de estratificadas, las semillas pueden secarse al aire por 24 horas y ser almacenadas por largos períodos sin perder su viabilidad.

La estratificación por más de 80 días hace posible la germinación a temperaturas de incubación menores a 15°C. Por períodos más cortos favorecen la velocidad de germinación a 20 y 30°C.

4.1.2.5 Requerimientos para el desarrollo de las plántulas de pino oregón

Para una óptima viverización y desarrollo de plantas de pino oregón, es interesante conocer algunas relaciones entre variables ambientales y el desarrollo de las plantas de esta especie.

- Efecto de la temperatura:

Las plántulas de pino oregón crecen bajo distintas combinaciones de temperaturas del aire, diurnas y nocturnas, y

temperaturas del suelo, que dan como resultado diferentes producciones de peso seco.

El crecimiento máximo observado para pino oregón ocurre cuando la temperatura diurna del aire es de 30°C y la temperatura del suelo de 20°C. La temperatura nocturna del aire tiene poca influencia en el crecimiento. Las plántulas desarrolladas a una temperatura del aire de 15°C y una temperatura del suelo de 10°C sólo alcanzan la mitad del crecimiento respecto del logrado con un día de crecimiento en las condiciones óptimas (Greaves **et al.**, 1978).

Por otra parte y tal como fue mencionado en un capítulo precedente, el crecimiento de las raíces de plántulas de pino oregón comienza cuando la temperatura del suelo excede los 5°C y se incrementa rápidamente después de los 10°C, alcanzando el máximo a los 20°C. Sin embargo a temperaturas de 30°C no se produce crecimiento de las raíces. Por su parte, el máximo incremento del tallo también ocurre a los 20°C (Lopushinsky y Max, 1990).

- Intensidad de luz:

En plantas jóvenes, un incremento en la intensidad de luz usualmente aumenta el vigor de la planta y su tasa de crecimiento. Greaves **et al.** (1978) demostraron que en plantas de pino oregón, la fotosíntesis neta y la producción de materia seca se duplican a intensidades que varían entre 5% y 20% de luz solar total, a temperatura constante de 18°C. De igual forma, el crecimiento del eje principal en plántulas de pino oregón aumenta a medida que aumenta la intensidad de la luz.

Las plántulas de pino oregón son tolerantes intermedias a la sombra y pueden crecer con 10 a 20% de la luz solar total. Sin embargo, con por lo menos un 50 a 60% del total de luz solar, las plántulas alcanzan su crecimiento óptimo (Op cit.).

En algunos estudios se ha observado que plántulas jóvenes de pino oregón alcanzan su máxima tasa de fotosíntesis y producción de materia seca a alrededor de 25% de la luz solar total (Clearly **et al.**, 1978).

- Requerimientos de nutrientes de las plántulas:

Las coníferas requieren nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio, azufre, y trazas de fierro, manganeso, cobre, zinc, boro, molibdeno, cobalto y cloro, todos en formas que las plantas puedan asimilarlos. Si la planta presenta una fuerte carencia de alguno de ellos o un desbalance, usualmente presenta uno o varios de estos síntomas (Op cit.).

Decoloración del follaje tornándose usualmente amarillo o rojo.

Muerte de parte o de todas las acículas y tallos.

Largo de acículas reducido.

Crecimiento en altura reducido.

CUADRO 6

RANGO DE NIVELES DE NUTRIENTES SUGERIDOS EN SUELOS FORESTALES PARA PLANTULAS DE PINO OREGÓN.

Nutriente	Unidad	Cantidad
Nitrógeno, N	%	0,12 - 0,23
Fósforo, P	partes por millón	15 - 20
Oxido fosfórico disponible P2O5	kg / ha	90 - 112
Potasio, K	partes por millón	80 - 100
K ₂ O	kg / ha	224
Calcio, Ca	Miliequivalentes/100 g ⁽¹⁾	2,5 - 5,0
Magnesio, Mg	Miliequivalentes/100 g ⁽¹⁾	1,0

Fuente: Clearly *et al.* (1978).

- (1) 1 Miliequivalente es igual a 1/1.000 del peso de una sustancia que combina con un gramo de hidrógeno u ocho gramos de oxígeno.

CUADRO 7

PROPORCION DE NUTRIENTES PARA EL BUEN CRECIMIENTO DE PLANTULAS DE CONIFERAS DE LA ZONA TEMPLADA NORTE.

Nutrientes	Razón : Elemento/Fósforo
Fósforo, P	1 : 1
Nitrógeno, N	4 : 10
Potasio, K	1,5 : 2,0
Calcio, Ca	5 : 10
Magnesio, Mg	1 : 4
Azufre, S	2 : 4

Fuente: Clearly *et al.* (1978).

En el cuadro precedente se pueden apreciar las relaciones de cantidades que deben existir entre los diferentes nutrientes para obtener un buen crecimiento en plantas de coníferas en la zona templada norte, porque a veces son más importantes las relaciones proporcionales entre los nutrientes que sus cantidades

individuales, es decir, indica el balance ideal de nutrientes para que no existan carencias ni excesos, tomando como base el fósforo. Es así como, por cada 10 unidades aprovechables de P en el suelo, deben existir 4 unidades aprovechables de N, y por cada 2 unidades aprovechables de P debe haber 1,5 de K.

Timmis (1974, citado por Edwards, 1989), determinó que el nivel de resistencia a las heladas desarrollado por plántulas de pino oregón, no estaba relacionado consistentemente al desarrollo de la yema o a los regímenes individuales de N, P y K pero sí estaba más cercanamente relacionado a la proporción K/N en el follaje.

- pH de suelo:

El pH del suelo afecta la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Para la mayoría de las plántulas de coníferas el crecimiento óptimo ocurre entre pH 4 y 6. A mayores pH, los hongos del complejo damping-off pueden causar la muerte de la planta en el vivero. También, sobre pH 6 se produce deficiencia de algunos elementos traza, por lo que las plántulas se vuelven cloróticas (amarillas) y se achaparran sobre pH 7,5. Suelos muy ácidos (bajo 4.0) pueden producir disturbios nutricionales en elementos tales como el calcio o magnesio o toxicidad por manganeso y aluminio. La flora y fauna benéfica del suelo puede verse reducida con niveles de pH muy altos o muy bajos (Clearly **et al.**, 1978).

- Profundidad de suelo:

Un estudio realizado en el oeste de Washington mostró que el índice de sitio para pino oregón estaba positivamente correlacionado con la profundidad del suelo (Greaves **et al.**, 1978).

- Humedad del suelo:

Las plántulas de pino oregón han demostrado ser altamente intolerantes a inundaciones de invierno y verano (Clearly **et al.**, 1978).

- Textura del suelo:

En general, se considera que los suelos de textura franco-arcillosa son los mejores para producir plántulas de coníferas en vivero.

4.1.3 Reproducción vegetativa

El pino oregón no rebrota de las raíces o tocones. Una rama baja dejada en un tocón puede eventualmente crecer verticalmente y convertirse en un nuevo árbol. Este tipo de propagación es, sin embargo, limitada.

Se ha logrado enraizar esquejes de pino oregón en arena y otros medios, especialmente con ayuda de hormonas. También se han injertado esquejes en tocones de pino oregón (Fowells, 1965).

Puede obtenerse una buena regeneración a partir de material vegetativo proveniente de árboles de 9 a 12 años de edad, en los cuales no siempre es necesario usar hormonas, pero no mayores pues su potencial de enraizamiento decrece rápidamente con la edad.

Los árboles provenientes de esquejes tienden a tener una forma similar a ramas durante los primeros 3 a 8 años, pero esta tendencia puede ser reducida con una cuidadosa selección del material (Schopmeyer, 1974).

4.2 ESTABLECIMIENTO

4.2.1 Viverización de pino oregón

Una vez que las semillas han sido estratificadas, y antes de ser sembradas, comúnmente se secan superficialmente y tratan con algún fungicida. Luego son sembradas a una profundidad de 3 mm a 1 cm (Schopmeyer, 1974). Aldhous (1972) señala que independientemente del tipo de siembra, manual o mecánica, la profundidad fluctúa entre 3 y 6 mm. No se debe permitir que el suelo en que se han sembrados las semillas se seque pues esto produce un efecto contrario al logrado con la estratificación (Schopmeyer, 1974).

Las platabandas se preparan antes de la siembra y en algunos casos se aplican herbicidas premergentes y se incorporan fertilizantes a la mezcla del suelo (Grosse y Kanegiesser, 1988).

Las plantas de pino oregón pueden ser producidas de distintas maneras, al parecer sin una determinada predilección. Es decir, a raíz desnuda, en tubetes o bolsas, o en platabandas y luego trasplantadas. Lo que sí es claro es que la planta debe tener al menos 2 años en vivero antes de ser llevada a terreno (Clearly et al., 1978).

La determinación de la época de siembra es una de las prácticas más importantes en el vivero. De ello depende el tamaño de la plántula y el período que ésta debe permanecer en él. En la mayoría de los viveros de EE.UU la siembra se realiza entre abril

y junio, utilizando semillas estratificadas (Grosse y Kannegiesser, 1988).

Para Chile, Rodríguez (1975) menciona que se debe sembrar a más tardar los primeros días de septiembre para lograr el máximo crecimiento durante el primer período vegetativo y evitar los ataques de hongos.

Algunos tipos de plantas comúnmente producidas para la especie son 1:0, 2:0, 3:0, 1:1, 1:2, 2:1 y 2:2. La más conveniente es la 2:2, siempre que ninguna circunstancia especial indique otra cosa (Schopmeyer, 1974). Otros autores señalan que por lo general, se producen plántulas del tipo 2:0 (Bonner, 1974; Van Dorsser, 1978). Jenkinson y Nelson (1986) concluyen que a través de siembras en invierno y a principios de la primavera se puede obtener plantas 1:0 aptas para terreno, recomendando estratificar la semilla por 60 a 90 días y sembrar lo antes posible para utilizar toda la temporada de crecimiento.

Por su parte, Clearly **et al.** (1978) evaluaron la supervivencia en terreno de plantas de pino oregón producidas a raíz desnuda y en tubetes, observándose que ambos tipos de plantas lograban el mismo porcentaje de prendimiento en terreno

La densidad de plantas en una platabanda afecta el tamaño y vigor de la planta y su posterior comportamiento en terreno, disminuyendo la calidad a medida que aumenta la densidad. Para la producción de plantas a raíz desnuda, estos últimos autores citan como densidad adecuada de 270 a 320 plantas/m² a los 2 años en la platabanda, dependiendo de la fertilidad del suelo y otras condiciones del vivero. Por su parte, Schopmeyer (1974) indica como conveniente una siembra a una densidad tal que permita la producción de 190 a 540 plantas/m².

En viveros de los Estados Unidos se siembra normalmente en surcos o hileras. Se trata de obtener 200 y 500 plántulas por m², dependiendo del tipo. Jenkinson y Nelson (1986) consideran óptimo 325 plántulas 1:0 por m².

Para Van Dorsser (1978), la meta es producir en promedio 17 plántulas 2:0 por m lineal.

La producción de plántulas de pino oregón en Chile, se efectúa con una densidad de siembra que no debe superar los 200 individuos por m². Si es mayor debe repicarse al año. Los mejores resultados se han obtenido con espaciamentos de 10 cm en la hilera y 15 cm entre ellas, totalizando 67 plántulas repicadas m². En esta situación permanecen por dos años. El repique se realiza durante los meses de invierno y dos temporadas después se obtienen plántulas de 1,2 m de altura y 2 a 3 cm de diámetro (Rodríguez, 1975).

El trasplante dentro del vivero debe ser realizado durante el período de dormancia, que en el hemisferio norte es desde mediados a fines de noviembre y hasta mediados a fines de febrero. Las plantas a ser trasplantadas deberán haber pasado al menos 1 ó 2 sesiones de crecimiento en la platabanda original y tener más de 10 cm de altura y menos de 30 cm.

La experiencia ha indicado que una plántula con un diámetro de cuello de 2,5 cm es capaz de sobrevivir después de plantada en terreno (Grosse y Kannegiesser, 1988).

Según Baker (1988), una posible técnica de viverización de pino oregón es sembrar las semillas en platabandas y luego raleárlas a un espaciamiento de 10 x 14 cm. Cuando las plántulas ya tienen 1 año de edad se hace una poda de raíces a 8 cm de profundidad a principios de septiembre (hemisferio sur), antes del inicio del crecimiento. Luego en diciembre, marzo, abril y mayo se realiza descalce de las plantas.

La producción de plantas en tubetes o bolsas tiene la ventaja de poder manejar mejor las condiciones ambientales en viveros cubiertos, con calefacción, etc., y de mantener el sistema radicular intacto al momento de llevar las plantas a terreno. Se puede sembrar directamente en cada bolsa o tubete y a su vez realizar inoculación controlada con micorrizas. El manejo cultural de las plantas de pino oregón debe ser dentro de lo estipulado normalmente en los viveros, en cuanto a riego y nutrición (Clearly *et al.*, 1978).

4.2.1.1 Fertilización

Muchos estudios destacan la importancia de realizar una fertilización en vivero para la posterior sobrevivencia y crecimiento de las plantas en terreno.

Anderson y Gessel (1966) fertilizaron plántulas 2:0 de pino oregón con 57 kg N/ha, observando que entre un 80 y 90% de las plántulas fertilizadas sobrevivieron, y que alcanzaron una altura total de 1,9 m, en comparación con 1,7 m de aquellas sin tratamiento.

Con el objeto de definir el fertilizante más adecuado Radwan *et al.* (1971) aplicaron sulfato de amonio ((NH₄)SO₄), nitrato de calcio (C(NO₃)₂) y urea a plántulas de pino oregón 1:0. La dosis para cada fertilizante fue de 57 kg de N/ha. A las tres semanas las plántulas fertilizadas con urea y nitrato de calcio mostraron cambios de color en el follaje, tornándose verde profundo, lo que se mantuvo hasta el momento de la extracción. Además se observaron efectos básicamente sobre el crecimiento en altura, siendo este favorecido por la aplicación de nitrato de calcio y urea, mejorando también, la sobrevivencia de las plántulas.

En todos los viveros, la fertilización básica está compuesta por los nutrientes N, P y K. Fósforo y Potasio se deben aplicar al suelo antes de la siembra, en dosis tales que estén disponibles para las dos temporadas de crecimiento. Se debe evitar el uso de altas dosis de potasio, porque puede ser nocivo para el crecimiento. Los fertilizantes N, P, y K provocan un aumento en la altura de un 9% y de un 14% para el peso seco de tallo, en relación a un testigo (Grosse y Kannegiesser, 1988).

El uso de nutrientes secundarios como Ca, Mg y B, parece indeseables en los viveros de Columbia Británica. Estos elementos afectan la densidad de plántulas, especialmente el magnesio en un nivel alto. Cualquier incremento asociado a su aplicación, es el efecto de la reducción de la densidad (Van den Driessche, 1963).

Pino oregón es sensible a la baja disponibilidad de cobre. Árboles jóvenes de pino oregón con una concentración de cobre menor a 2,6 ppm en sus acículas, presenta síntomas característicos como detención del crecimiento, muerte apical y deformación del tallo. Esto no ocurre con concentraciones sobre 3,8 ppm (Oldenkamp y Smile, 1966).

Lambert y Weindensaul (1986), señalan que tratamientos de 0,16 ppm de cobre incrementan significativamente el desarrollo de plántulas de 5 meses de edad. Además determinaron la interacción entre cobre y nitrógeno, observándose un mayor incremento en la altura y el diámetro con altos niveles de nitrógeno. Inversamente, el cloro es menos favorable cuando existe deficiencia de nitrógeno.

4.2.1.2 Riegos

Al secar semillas por más de tres semanas se ha demostrado que éstas pierden los efectos producidos por la estratificación (Hedderwick, 1968). Por lo que debe evitarse que las platabandas se resequen después de la siembra (Bonner, 1974).

Los riegos por aspersión deben iniciarse después de la siembra para humedecer la superficie del suelo, especialmente durante el período de emergencia. Dos veces a la semana los riegos deben ser más prolongados para irrigar el perfil del suelo (Jenkinson y Nelson, 1986).

A fines de verano, los riegos deben distanciarse hasta su completa supresión, con el objeto de lignificar la plántula y facilitar el repique o la extracción del vivero (Rodríguez, 1975).

4.2.1.3 Poda de raíces y descalce de las plantas

Clearly **et al.** (1978) indican que las plantas con poda de raíces y descalce presentan una altura significativamente menor,

al igual que el crecimiento en diámetro, menos formación de ramas y menos peso seco del tallo que plantas sin tratamiento. De la misma forma, una planta con descalce tiene una razón entre el largo del tallo y el diámetro significativamente menor, y raíces más delgadas y fibrosas. La poda de raíces y el descalce también acelera la dormancia y aumenta la resistencia al frío.

También se ha observado que la poda de raíces y el descalce aumentan la supervivencia en terreno de las plantas, especialmente en laderas mayormente expuestas a la radiación. Las plantas que sufren descalce en el vivero se ven más vigorosas y tienen más ramas y yemas que las plantas control.

Los autores antes mencionados, indican que las plantas que han sufrido poda de raíces y descalce presentan una mayor resistencia al daño por exposición de las raíces, a la sequía, al almacenamiento en frío y al trasplante. Eso sí, se ha observado que el descalce en algunos tipos de suelos puede producir plantas cloróticas y desnutridas, a menos que se compense con una buena fertilización y mantención de la humedad del suelo.

El momento de la poda de raíces y descalce de las plantas debe ser coordinado con la fase de crecimiento rápido de éstas, que en nuestro país comenzaría a fines de octubre, extendiéndose por 3 meses. Esto debe ser así, para poder prepararlas adecuadamente para el trasplante y para controlar el crecimiento en altura. Una poda de raíz y descalce muy tempranos pueden producir plantas muy pequeñas y si es realizada muy tarde, las plantas pueden resultar muy grandes y no totalmente acondicionadas (Baker, 1988).

La poda de raíces realizada desde fines de octubre, estimula la formación de un sistema radicular más denso y compacto. Si se realiza durante fines del verano se induce a la dormancia. Una poda de raíces temprana para producir una mayor proporción de raíces con respecto al tallo, seguida de descalce cada 1 ó 2 semanas mantienen un favorable equilibrio entre las raíces y el tallo, pero hay que cuidar de que no se compacte excesivamente el suelo, en caso de que estas operaciones sean realizadas con maquinaria pesada (Clearly *et al.*, 1978).

Cuando las raíces han alcanzado 20 a 25 cm de profundidad se efectúa la poda de raíces, pasando un cuchillo horizontal a lo largo de la platabanda a una distancia de 8 a 10 cm de la superficie. La poda se realiza a fines de verano o en otoño para cualquier tipo de plántulas (Grosse y Kannegiesser, 1988).

4.2.1.4 Sombreaderos

El pino oregón en su primera etapa de vida requiere de semisombra (Rodríguez 1975). Con respecto a esto, Strothmann (1972) evaluó niveles de sombra en plántulas 1:0 y 2:0, obteniendo los

mejores resultados con un 50% de sombra. Después de dos años en las mismas condiciones se observó un 100% de sobrevivencia para los tipos de plántulas ensayadas.

Rodríguez (1975), señala que los mejores resultados en vivero se han obtenido con sombreaderos que permiten el paso de un 50% de luminosidad. Estos son retirados paulatinamente hasta ser eliminados a mediados de otoño.

A continuación se presentan dos esquemas de procedimiento en viveros cubiertos de Oregon, publicados por Clearly *et al.* (1978), para producir plantas que serán puestas en terreno en otoño o en primavera, los cuales, incorporando las modificaciones en las fechas correspondientes, podrían tomarse como un esquema tentativo a ser considerado en la viverización de la especie en nuestro país.

Plantas a ser llevadas a terreno en otoño:

Germinación de semillas.

Período del 15 de enero a 15 de junio:

Crecimiento activo de las plántulas. Estimular con luz artificial por 14 horas cada día, para complementar a la luz natural hasta el 1° de abril.

Período del 16 de junio al 1° de agosto:

Inducir la dormancia y el desarrollo de yemas de reposo para el invierno. Los siguientes pasos estimularán la transición de elongación activa del tallo a estado de dormancia:

Stress hídrico moderado en la planta.
8 a 10 horas diarias de fotoperíodo.
Bajo contenido de nitrógeno en las soluciones de nutrientes.

Período del 2 de agosto al 15 de octubre.

Mantener las plantas con yemas de invierno a no más de 10 horas diarias de fotoperíodo, con un rango de temperatura de 13°C a 24°C.

Plantas a ser llevadas a terreno en primavera:

Período del 1° de febrero al 1° de marzo:

Germinación de semillas.

Período del 1° de marzo al 1° de agosto:

Crecimiento activo de las plántulas. No se requiere iluminación suplementaria.

Período del 2 de agosto al 15 de septiembre:

Se induce a la dormancia y al desarrollo de las yemas de reposo invernal. Los siguientes pasos estimularán la transición de tallo en elongación activa a dormancia:

Stress hídrico moderado en la planta.

8 a 10 horas diarias de fotoperíodo.

Bajo contenido de nitrógeno en las soluciones de nutrientes.

Período del 16 de septiembre al 15 de noviembre:

Mantener las plantas con las yemas de reposo invernal a no más de 10 horas de fotoperíodo, con un rango de temperatura diario de 13°C a 24°C.

Mantener las plantas en un invernadero sin calefacción con una temperatura programada de alrededor de 4,5°C hasta el trasplante.

4.2.1.5 Problemas sanitarios en vivero, asociaciones con micorrizas y otros.

En un vivero forestal de Chillán, Herrera (1968), detectó pudrición radicular en plántulas de pino oregón causada principalmente por **Fusarium spp.**, con pudrición de las raicillas y raíz principal y finalmente la muerte de la planta. La diferencia de este fenómeno con el tradicional damping-off es que las plantas atacadas son de mayor tamaño que lo común (0,3 a 0,5 m de altura) y permanecen en pie a pesar de estar muertas.

En un estudio de identificaciones micológicas de agentes causantes de damping-off en las plántulas, realizado en viveros forestales de la X Región de Chile, Kunstmann **et al.** (1986) identificaron en el material muestreado a agentes patogénicos tales como **Fusarium moniliforme** Scheld. y **Cylindrocarpon spp.** en plantas de pino oregón. También identificaron **Fusarium sambucinum** Fuckel y **Truncatella truncata** (Lav.) Steyaert en muestras de tierra que contenían plantas de esta especie.

Como especies con antecedentes saprófitos identificaron en plantas de pino oregón a **Epicoccum purpurescens** Ehrenberg, **Zigorhynchus moelleri** Vuillemin, **Ulocladium atrum** Preuss y **Scytalidium lignicola** Pesante.

En tierra que contenía plantas de la especie identificaron **Myrothecium spp.**, **Chaetomium funicola** Cooke y **Gliocladium roseum** Bainier.

Chanway **et al.** (1989) realizaron un ensayo de inoculación de plántulas de pino oregón creciendo en tubetes, con la bacteria **Bacillus**, cepas L5 y L6, pudiendo concluir que ésta no afectó la emergencia de las semillas, pero sí el crecimiento posterior de la plántula. La cepa L5 estimuló un significativo incremento en el diámetro del tallo, 8 semanas después de la siembra, pero no afectó la biomasa de la planta o el área de la superficie de la raíz. Sin embargo a las 12 semanas después de la siembra ya no se detectaban diferencias entre el testigo y las plantas inoculadas con la cepa L5. En cambio con la cepa L6, doce semanas después de la siembra se detectó un incremento de 22% de la superficie radicular.

4.2.1.6 Control de malezas en vivero.

Valdivieso (1970) estudió el efecto de la atrazina, prometrina y simazina en dosis de 3 y 4 kg de producto comercial (P.C.)/ha, aplicadas antes de la emergencia, sobre las malezas y plántulas de pino oregón en diferentes viveros en el sur de nuestro país. Detectó que el control fue excelente para plantas anuales y bueno para las malezas perennes, y que entre los productos empleados se destaca atrazina.

Por otra parte, en un ensayo sobre control químico de malezas en platabandas de pino oregón, Gerding (1981) aplicó en primavera los herbicidas:

PRODUCTO.	DOSIS.
Simazina (simazina)	2,5 y 3,5 kg P.C./ha.
Sencor (metribuzin)	1,5 y 2,5 kg P.C./ha.
Velpar (hexazinona)	2,0 y 3,0 kg P.C./ha, disueltos en 800 l/ha.
Prefix (clortiamida)	30 y 40 kg P.C./ha.

Los resultados de este estudio son los siguientes:

Simazina tuvo un efecto adecuado; Sencor resultó muy eficaz; Velpar presentó los mejores resultados y Prefix fue poco efectivo.

Simazina y Sencor fueron efectivos en controlar todo tipo de malezas, especialmente las anuales. Velpar controló eficazmente todas las malezas anuales y perennes, tanto de hoja ancha como angosta y Prefix resultó menos efectivo que los otros herbicidas en el control de malezas, lo que se tradujo en un menor crecimiento de las plantas.

La menor dosis de Prefix permitió un profuso desarrollo de

malezas que afectó al pino oregón, en cambio la mayor dosis de Prefix ejerció un efecto tóxico sobre el pino. La mayor dosis de Velpar produjo cierta mortalidad en la especie y el tratamiento de mayor dosis de Simazina más los de Sencor favorecieron el desarrollo general de las plantas.

Un segundo tratamiento fue la aplicación del herbicida Velpar directamente sobre las plantas de pino oregón y las malezas, 47 días después del trasplante de la platabanda de siembra. Las dosis fueron de 1, 2, 3 y 4 kg P.C./ha en 800 l/ha de agua. Se observaron excelentes resultados con este producto en el control de malezas, pero provocó daños en el follaje del pino oregón, un menor crecimiento y eventualmente mortalidad.

Finalmente, en un tercer ensayo, se aplicó Prefix (30 y 40 kg P.C./ha) en otoño en platabandas de trasplante de pino oregón de 6 meses de vida, 6 días después de realizado el trasplante. De esta experiencia se puede rescatar el hecho de obtener un significativo éxito en el control de malezas, mucho mejor que cuando es aplicado en primavera. Además la dosis mayor de Prefix presentó mejores resultados en el crecimiento de las plantas de pino oregón que la dosis menor, debido a su mayor poder controlador.

De todo lo anterior se concluye que los herbicidas Simazina y especialmente Velpar, controlan eficazmente las malezas. Prefix aplicado en otoño también es efectivo, pero no así las aplicaciones en primavera. El pino oregón presenta un buen desarrollo con Simazina, Sencor y Prefix aplicado en otoño. Velpar aplicado sobre las plantas reduce su crecimiento, pero la mortalidad es baja; en cambio las aplicaciones de este herbicida sin contacto con las plantas presenta mejores resultados. Prefix aplicado en primavera resulta relativamente tóxico para pino oregón.

4.2.1.7 Conclusiones acerca de la viverización

Grosse y Kannegiesser (1988), mencionan en forma general las principales conclusiones acerca de las distintas actividades que se efectúan en el vivero de pino oregón.

La época de siembra para pino oregón en EE.UU está limitada a los meses de abril y junio. Para producir plántulas del tipo 1:0, se recomienda sembrar a mediados de Febrero.

En Chile la siembra para producir plántulas 2:0 ó 1:2 se debe iniciar a más tardar en septiembre.

Se trata de obtener un rendimiento entre 200 y 500 ejemplares por m², dependiendo del tipo de plántulas que se quiere producir. Las hileras están distanciadas 15 cm. Entre las plántulas, los mejores resultados se han obtenido con espaciamiento sobre los 4 cm. La semilla se siembra entre 3 y

6 mm de profundidad.

Los riegos por aspersión deben mantenerse durante todo el período de emergencia. Hacia fines del verano deben distanciarse hasta suprimirse completamente en otoño.

En cuanto a la fertilización, pino oregón es sensible a la deficiencia de cobre. Para su crecimiento óptimo requiere una concentración mínima de 3 ppm. Al mismo tiempo, fuertes aplicaciones de nitrógeno (235 kg/ha) aumentan la sobrevivencia y el crecimiento en altura.

La dosis óptima de fertilizantes corresponde a 135 kg de N/ha (peso del elemento) en forma de nitrato de amonio (con 33% de N, por lo tanto corresponde a 409 kg del producto comercial), 35 kg de P/ha como superfosfato (20% P₂O₅, lo cual corresponde a 175 kg del producto comercial), aplicando primero P y K y 15 días después N. Esto se repite al segundo año.

El uso de fertilizantes secundarios (Ca, Mg y B) afectan la densidad de las plántulas emergidas. Especialmente Mg en altas dosis aumenta la mortalidad de las plántulas.

La poda de raíces y el descalce son favorables para las plántulas de pino oregón, cuando éstas son plantadas en sitios con veranos muy secos y calurosos. En estas situaciones el descalce y la poda de raíces mejora la sobrevivencia de las plántulas.

Las plántulas requieren un 50% de sombra en las primeras etapas de su vida; hacia fines de verano la sombra se retira paulatinamente. La protección contra el sol no es necesaria durante el segundo año.

4.2.2 Reforestación con pino oregón

La forestación o reforestación con pino oregón puede realizarse a través de la siembra directa y la plantación de material producido en vivero.

4.2.2.1 Siembra directa

La siembra directa es una técnica atractiva en aquellos lugares donde la topografía y la accesibilidad limitan y encarecen la plantación (Grosse y Kannegiesser, 1988).

Pino oregón se ha sembrado en diferentes localidades de los Estados de Oregon, Washington y California. La época más favorable para la siembra directa es aquella en que se minimiza el período de exposición a factores destructivos como hongos, roedores

y aves (Op cit.).

A partir de siembras directas realizadas entre septiembre y marzo, Lavender (1978) concluyó que la época de siembra ejerce un efecto fuerte sobre la germinación y sobrevivencia de las plántulas obteniéndose los mejores resultados en siembras realizadas desde noviembre a enero. También Strothmann (1971), demostró que las siembras realizadas entre noviembre y diciembre entregan resultados superiores en cuanto al número de semillas germinadas y de plántulas sobrevivientes. Al parecer, las semillas sembradas en noviembre y diciembre están expuestas a condiciones frías y húmedas, estratificándose naturalmente. El período hasta que se dan las condiciones adecuadas para germinar, es lo suficientemente largo como para romper la latencia. En cambio para aquellas sembradas en febrero y marzo la estratificación es insuficiente y se posterga la germinación (Grosse y Kannegiesser, 1988).

4.2.2.2 Plantación

La plantación incluye una serie de actividades desde la extracción de la planta del vivero hasta su instalación y establecimiento en terreno:

- Selección del sitio

Para la selección del sitio se deben considerar todas las variables estipuladas anteriormente sobre requerimientos de la especie, así como su tolerancia, zonas de mejor desarrollo en Chile, y la combinación con el desarrollo de árboles cuya madera sea de buena calidad.

Hay indicaciones de que existe un efecto significativo del sitio sobre la densidad de la madera, a pesar de la influencia paralela de la procedencia. Por esta razón, la selección del sitio es una consideración importante para las futuras plantaciones (Cown, 1992).

Resultados de pruebas sobre las propiedades mecánicas de la madera sugieren que, aparte del efecto sobre el duramen, la tasa de crecimiento está negativamente correlacionada con la resistencia de la madera (Op cit.).

Debido a que el pino oregón es muy sensible a las heladas tardías o tempranas, y al quemarse con heladas de invierno, es que es importante plantarlo bajo la protección de otras especies (Burschel y Huss, 1987).

En un muestreo sobre una amplia variedad de sitios dentro de la región de Canterbury (Nueva Zelandia), Ledgard y Belton (1985) observaron que de todas las variables ambientales de clima

y suelo, la más fuertemente correlacionada con el crecimiento de la especie es el gradiente de precipitación, por lo que pasa a ser una variable preponderante al momento de elegir el sitio de plantación.

Bucarey (1968) recomienda como área de plantación en Chile, la zona comprendida desde el río Bío-Bío al sur aumentando su importancia desde la cuesta de Lastarria al sur, ya que a partir de este sector, el pino insigne se ve seriamente afectado por el tizón de las acículas. Respalda la propuesta anterior el hecho de que mientras el crecimiento del pino insigne se mantiene a medida que avanza hasta las provincias de Osorno, Llanquihue, el crecimiento del pino oregón aumenta. Por último, este autor señala que en el Sur Chico, la especie principal de un plan de reforestación debe ser el pino oregón.

Según Toval **et al.** (1993), para el éxito en el establecimiento de un rodal se debe lograr un crecimiento rápido en altura durante sus primeras etapas de desarrollo. Las plantas deben crecer lo suficientemente rápido como para sobrepasar y suprimir a competidores entre los que se pueden considerar a pastos, arbustos, otros árboles. En relación a ello, estos autores advierten que aquellas plantas que son incapaces de lograr 1 m de altura durante los primeros 5 años, jamás lograrán captar bien los recursos de sitio.

En resumen se puede decir que al momento de seleccionar el sitio de plantación, se debe considerar como importante:

El producto objetivo de la plantación, pues una alta tasa de crecimiento (en sitios buenos), a pesar de que significa mayor volumen, podría ir en desmedro de la resistencia mecánica de la madera. Por lo tanto, si se espera, por ejemplo, producir madera estructural, se deberán buscar sitios donde el desarrollo no sea el óptimo.

Evitar heladas o plantarlo bajo protección.

Considerar que a mayor precipitación se obtienen mejores rendimientos, y que este es el principal factor determinante del desarrollo de la especie. Bucarey (1968) detecta un gradiente positivo de desarrollo hacia el sur, que coincide con el aumento de la precipitación.

Elegir sitios donde el crecimiento inicial de la especie sea rápido, pues depende de este factor inicial el éxito de la plantación.

- Producción y clasificación de las plántulas.

Un factor importante a considerar para que la plantación sea exitosa es la calidad de las plantas que se instalan en

terreno. En EE, UU para las reforestaciones con pino oregón el tipo de plántula más usado es el 2:0. Las plántulas 1:1, aunque son superiores a las anteriores, no se desarrollan lo suficientemente bien como para recomendarlas. El uso de plántulas 2:1 ó 3:0 no se justifica puesto que su desarrollo es similar al de las 2:0 y se requiere un año adicional para producirlas en vivero (Grosse y Kannegiesser, 1988).

Además de considerar la edad, se debe tener en cuenta el tamaño de la planta. La relación tallo-raíz es un factor importante en la sobrevivencia de la plántula. Hermann (1964) señala que la sobrevivencia de pino oregón con raíces pequeñas fue significativamente inferior a la de aquellas con raíces largas, independiente del largo del tallo. Por otra parte el porcentaje de sobrevivencia es mayor para aquellas plántulas con una altura mayor a 38 cm. Edgren (1977) indica como aceptable una relación de tallo-raíz 2:1 para sitios secos y 4:1 para aquellos húmedos.

Algunos autores establecen calidades de plántulas basándose en su altura y diámetro del cuello. En Columbia Británica (Canadá) se considera óptima una plántula de pino oregón con 38 cm de altura y 0,5 cm de diámetro (Smith y Walters, 1965).

Para seleccionar las mejores plantas, Chavasse (1977) aconsejó fijarse en el ancho de cuello y no altura de la planta, ya que este último parámetro ha demostrado no tener una relación significativa con el posterior desarrollo de las plantas en terreno. Esto se confirma con otros estudios en pino oregón, los cuales han mostrado que el shock del trasplante es igual en plantas de distintas alturas, por lo que no sería la mayor altura un factor que asegure una mejor reacción al trasplante (Clearly *et al.*, 1978).

- Epoca de extracción y plantación.

Las plantas pueden ser llevadas a terreno en otoño, invierno y primavera, pero en general, los mejores resultados se han obtenido cuando se planta en invierno o a principios de la primavera (Schopmeyer, 1974).

Al plantar en sitios con muy poca vegetación competitiva se puede tener una buena sobrevivencia independiente de la fecha de extracción y de la duración del almacenamiento. La plantación tardía de individuos extraídos en marzo, provocará la máxima mortalidad (Zaerr y Lavender, 1972).

La plantación se debe realizar solamente cuando las condiciones ambientales sean favorables para la plántula. En EE.UU la época fluctúa entre noviembre y marzo. En California se han obtenido sobre un 90% de sobrevivencia plantando en febrero y aún en marzo. Este mes ya es considerado riesgoso, debido al

ressecamiento del suelo.

El método de plantación más usado en la región noroeste del Pacífico en los Estados Unidos, es el manual con azadón. Miller (1969), describe el interés por plantar en hoyos cavados con barrenos a presión. Este sistema permite un mayor porcentaje de sobrevivencia y aparentemente un crecimiento más acelerado.

En la plantación normal, el hoyo se realiza con azadón y en él se deposita la plántula con la raíces podadas. Otro método consiste en eliminar los primeros 15 cm de la capa superior del suelo. Así el sistema radicular podado entra en contacto rápidamente con el suelo finamente estructurado. El autor antes citado comparó estos métodos, encontrando que la sobrevivencia con el barreno a presión y con la preparación del sitio fue de un 84%, en tanto que el método tradicional logra sólo un 56%.

González (1969), estudió el desarrollo de una plantación de pino oregón durante su primer período vegetativo en el fundo "Las Palmas" de la Universidad Austral de Chile. Estas plántulas se plantaron con tres métodos distintos: Barra plantadora, azahacha y plantación por hoyo. Sin embargo, este autor concluye que el método de plantación no afecta el desarrollo ni la sobrevivencia.

Hay que tener presente que las raíces de pino oregón son especialmente sensibles a temperaturas bajo los $-6,5^{\circ}\text{C}$ por lo que se deben tomar precauciones para evitar esta situación durante la viverización o el almacenamiento de las plantas en frío antes de ser llevadas a terreno (Clearly **et al.**, 1978).

Al momento de trasladar las plantas a terreno se debe tener en cuenta que aquellas que estén en completa dormancia durante la extracción desde el vivero, tendrán la mayor resistencia al daño o stress impuesto por la manipulación. Se debe recordar por lo tanto que las cuatro fases de la dormancia en pino oregón para el hemisferio norte, son:

Inducción a la dormancia:

Período : Desde mediados de julio a mediados o fines de septiembre.

Profundización de la dormancia:

Período : Desde mediados a fines de septiembre hasta mediados de noviembre.

Características :

La planta es susceptible a daño por desecación, almacenamiento en frío, o por el manejo normal en el vivero. Las yemas están ya bien formadas, y paulatinamente la

planta va adquiriendo resistencia a las heladas.

Dormancia completa:

Período : Desde mediados a fines de noviembre hasta fines de febrero.

Características :

Las plantas presentan su máxima resistencia al stress. Morfológicamente se ven iguales que en el estado anterior.

Post-dormancia :

Período : Desde mediados a fines de febrero hasta la apertura de las yemas.

Características :

Las plantas gradualmente pierden su resistencia a las heladas y otros stress ambientales.

Para el traslado de plantas a raíz desnuda desde el vivero, o para un almacenamiento temporal de las plantas, se usan cajas de cartón completamente selladas con capas de plástico, de manera tal que se evite la pérdida de humedad. El almacenamiento debe ser en frío, tratando de mantener temperaturas bajo 4°C, sobre todo si será por un tiempo relativamente prolongado. Para el traslado de plantas en tubetes o bolsas se deben tomar las mismas precauciones (Op cit.).

- Espaciamiento de la plantación.

El espaciamiento inicial de la plantación es importante porque de él depende, en gran parte, el volumen y el valor de los productos que se obtendrán al final de la rotación. Además influye en las operaciones, tales como raleos y podas, que deberán realizarse hasta la cosecha final.

El pino oregón es una especie que presenta una gran cantidad de ramas. Las dimensiones de éstas varían en un mismo individuo, independientemente de su posición sociológica y del espaciamiento. James y Revell (1978) indican que para mantener un diámetro basal promedio de la rama de 2,5 cm se deben plantar 1730 árboles por hectárea. Esto equivale a un espaciamiento de 2,4 x 2,4 m.

En Nueva Zelanda, la aproximación general a la silvicultura del pino oregón ha sido el establecer plantaciones a un espaciamiento relativamente pequeño, con plantas de 2 años

(Baker, 1988). La tendencia fue primero distanciamientos de 1,8 x 1,8 m, luego 2,4 x 2,4 m, y posponer el raleo hasta los 30 años de edad, para asegurar una poda natural de las ramas en la parte baja de los troncos. Sin embargo, el éxito de este procedimiento depende en alguna medida de una buena sobrevivencia y buenas prácticas culturales desde el comienzo de la plantación, a pesar de lo cual el resultado siempre es heterogéneo, ya que los rodales varían en volumen y en la ramificación de los individuos (Cown, 1992).

Las densidades de plantación pasaron progresivamente de 4000-5000 individuos por hectárea antes de la Segunda Guerra Mundial a alrededor de 2500 cerca de 1960, para estabilizarse finalmente en 1600 árboles por hectárea (Oswald y Parde, 1984).

Eversole (1955), considerando árboles con un DAP mínimo de 3,8 cm, indica que el área basal y el volumen cúbico decrecen con un mayor espaciamiento, siendo esta situación inversa cuando se analiza la situación de los árboles con DAP sobre 16,8 cm. Al respecto, Oswald y Parde, (1976) señalan que las alturas medias son homogéneas entre los distintos espaciamientos. En cambio, el diámetro cuadrático medio es un 60% mayor en el espaciamiento 3 x 3 que en el 1,5 x 1,5. De la misma forma, las parcelas más densas presentan un 33% más de volumen total que las más espaciadas.

Reukema (1979), evaluó plantaciones de pino oregón en Wind Experimental Forest hasta los 51 años de edad. A esta edad los 250 árboles más grandes por hectárea, plantados inicialmente a 3,7 x 3,7 m, presentan una altura y DAP medios de 29 m y 34,5 cm, en comparación con 18 m y 19,8 cm en aquellos con menor espaciamiento (1,2 x 1,2 m).

La producción de volumen bruto fluctúa entre los 296 y 467 m³/ha para los espaciamientos de 1,2 x 1,2 y 3 x 3 m respectivamente. El volumen cúbico para árboles con DAP sobre 14 cm fue de 164 y 445 m³/ha. Durante los 27 y 51 años el incremento en volumen fue subiendo en función de un mayor espaciamiento (Op cit).

En plantaciones con espaciamientos menores sólo una pequeña fracción de los árboles alcanza dimensiones comerciales y una gran proporción del volumen total se produce en los restantes individuos. Con esto se retarda seriamente el crecimiento de los árboles dominantes y hace que el rodal sea menos resistente a la nieve y el viento.

- Competencia interespecífica.

Bucarey (1968), indica que en Chile, el pino oregón ha mostrado una buena adaptabilidad a las mezclas en sus diferentes grados, como también una buena respuesta a las malezas, entre las que se puede considerar a:

Zarzamoras : **Rubus ulmifolius** Sch.
Quila : **Chusquea quila** (Mol.)Kunth.

Según el mismo autor, uno de los mayores problemas se presenta, en los primeros años de su plantación, al ser dominado por las malezas, porque sus brotes apicales se dañan con el roce. Esto se ha podido observar en plantaciones abandonadas e invadidas por zarzamora o **Ulex (Ulex europaeus L.)**.

Buenos resultados en términos de sobrevivencia y crecimiento se han obtenido al establecerlo como sub-plantación de raulí (**Nothofagus alpina** (Poepp. Endl) Oerst.) y roble (**Nothofagus obliqua** (Mirb.)Blume), siempre y cuando se mantenga una combinación adecuada y el cierre del techo no impida el libre juego de sus brotes apicales con el viento.

En cuanto al método de plantación y espaciamento se plantea, por ejemplo, que en suelos medios a profundos con exceso de maleza, el surcar con arado de doble vertedero en líneas de 2 m de distancia y plantar en ellas, ha dado buenos resultados (Bucarey, 1968).

- Fertilización.

Respecto de la fertilización al momento de plantar, un estudio en Oregon, citado por Greaves y Hermann (1978) mostró que una aplicación de 24% de nitrógeno elemental y 2,6% de fósforo elemental incrementó significativamente el crecimiento de las plantas durante los siguientes cinco años. Otro estudio mostró un 42% de aumento en el crecimiento en altura y 24% aumento en el crecimiento en diámetro de plantas de pino oregón plantadas con fertilizantes peletizados. Se usó una fórmula con resina urea-formaldehído como fuente de nitrógeno concentrada y de lenta disolución.

- Manejo de la plantación.

En Nueva Zelandia se consideran normales las rotaciones de 50 a 70 años (Cown, 1992).

Estudios realizados en Oregon, Estados Unidos, demostraron que esquemas silvopastorales también son factibles para la especie, compatibilizando ambos objetivos ya que no se reduce el crecimiento del cultivo principal. Por otro lado, el pastoreo del sotobosque puede reducir el stress hídrico durante períodos secos, debido a la consiguiente reducción en el consumo de agua por parte de las plantas forrajeras. Además, la combinación de vegetación fijadora de nitrógeno y el pastoreo, incrementa la captación del nitrógeno por parte de los árboles asociados. Esta modalidad puede ser llevada a efecto en base a grupos de 5 árboles, cuyo

espaciamiento es de 7,6 m entre ellos, y una pradera forrajera para ovejas (Carlson **et al.**, 1994).

Experiencias similares realizadas con plantas jóvenes de pino oregón determinaron que la entrada sucesiva de ganado consumidor de gramíneas y vegetación baja, redujo el área de transpiración y el crecimiento de las raíces de estas últimas, en forma tal que permitió incrementar la disponibilidad hídrica del agua en el suelo para la plantación (Karl y Doescher, 1993).

Fenton (1976), en un estudio sobre rentabilidad de pino oregón propuesto por Rotorua Conservancy, considera el siguiente esquema de manejo para la especie:

Rotación de 55 años, para alcanzar un DAP de 55 cm.

Limpieza de terreno ya sea manual o con quemas.

Espaciamiento de plantación: 1,8 m entre filas.
2,4 m en la fila.
2.240 árboles/ha.

Plantar árboles que tengan de 2 a 3 años en vivero.

Reforestar en caso de que la supervivencia sea menor a un 85%.

Cortas de limpieza.

Raleo de desecho a los 20 años dejando 740 árboles/ha.

Raleo comercial a los 35 años dejando 370 árboles/ha.

Tala rasa a los 55 años, con generalmente 43 m de altura.

En base al esquema anterior, se logra una tasa interna de retorno (TIR) de 5,8 a 7,5%, variando en función de los distintos escenarios analizados, lo cual en ningún caso alcanza el 10% mínimo exigido en Nueva Zelandia o el 13,8% obtenido por pino radiata en las mismas condiciones de sitio.

4.2.2.3 Conclusiones acerca de la reforestación.

Grosse y Kannegiesser (1988), sobre la reforestación hacen los siguientes comentarios:

La relación tallo-raíz es importante en la sobrevivencia de las plántulas de pino oregón plantado en sitios secos, recomendándose una relación 2:1 y para sitios húmedos 4:1.

Además se debe considerar la relación tallo/diámetro del cuello, que debiera estar entre los 35 y 50.

La extracción desde el vivero debe estar coordinada con la época de plantación. El período fluctúa entre noviembre y marzo. El almacenamiento posterior a la extracción puede durar entre 0 y 9 semanas.

La época de plantación en los EE.UU, comienza en diciembre y se prolonga hasta febrero. Dependiendo de la región, marzo ya es considera riesgoso. En Chile la plantación se ha realizado entre julio y septiembre.

El método de plantación más efectivo es mediante el uso de azadón, para plántulas con poda de raíz.

El espaciamiento más adecuado para pino oregón fluctúa entre 2,5 x 2,5 y 3 x 3 m, dependiendo de los objetivos. Con estos espaciamientos se logra una buena estabilidad del rodal frente al viento y la nieve, y, aunque la producción en volumen total es menor que en bosques más densos, los rendimientos en volumen comercial son mayores.

La siembra directa es una alternativa viable para aquellos sectores poco accesibles y de topografía escarpada, pudiendo realizarse también en otros menos difíciles.

La mejor época para la siembra de pino oregón en EE.UU es entre los meses de noviembre y enero, con semillas sin pretratamientos. Si las semillas están estratificadas se puede sembrar hasta marzo.

4.3 TRATAMIENTOS INTERMEDIOS

Reciben este nombre todas aquellas intervenciones aplicadas entre dos períodos de regeneración, a través de los cuales la silvicultura intensiva pretende favorecer el crecimiento, la calidad y forma de los árboles y aumentar la cantidad y el valor de los productos finales.

4.3.1 Raleo

El raleo es la práctica silvicultural característica del manejo forestal intensivo, siendo su objetivo fundamental el redistribuir el espacio para estimular el incremento de los árboles remanentes (Burshel y Huss, 1987), ya que mediante la corta periódica se permite utilizar todo el volumen producido por el rodal a lo largo de la rotación, anticipándose a la pérdida por efecto de competencia natural, pudiendo obtenerse retornos económicos antes de la cosecha final en la medida que las dimensiones de los árboles extraídos lo permitan.

En este sentido, para Chile Bucarey (1968), indica que el

pino oregón, desde sus primeros raleos produce maderas, tales como postes para cercos de buena durabilidad, postes telefónicos, maderas de dimensiones bajas y finalmente maderas de altas dimensiones, que son empleadas en la misma zona desde la cual se extraen. En plantaciones industriales, estos raleos producirían madera para pulpa.

En Estados Unidos, la investigación respecto de raleos en pino oregón comenzó en la década de los 60. En este sentido M^cArdle **et al.** (1961) señalan que esta especie se caracteriza por un rápido crecimiento en altura lo cual, junto a la intolerancia a la sombra y otras cualidades genéticas, origina una fuerte competencia entre los individuos (Isaac y Dimock, 1958), provocándose una temprana diferenciación de las copas, apareciendo estratos de árboles dominantes, codominantes, intermedios y suprimidos. Los primeros desarrollan copas más amplias y de mejor forma, lo que determina la habilidad del árbol para responder a la liberación después del raleo (Worthington y Staebler, 1961).

Es también una especie de rápido crecimiento en diámetro, aún en rodales densos sin manejo, lo que es muy importante en las prácticas de raleo, cuyo principal objetivo es estimular el incremento diamétrico (M^cArdle **et al.**, 1961).

Según Fowells (1965), las plantas jóvenes de pino oregón responden satisfactoriamente al ser liberados de arbustos competidores o árboles, siempre y cuando no hayan estado suprimidas muy severamente o durante mucho tiempo. Árboles de tamaño suficiente como para polines y de pequeñas dimensiones para aserrado también responden bien a raleos suaves, siendo los dominantes los que presentan una mayor respuesta.

En cambio, los árboles que han crecido en un rodal cerrado están pobremente adaptados a una liberación drástica producida por un raleo muy fuerte, por lo que al quedar expuestos, los delgados troncos de pequeñas copas son altamente susceptibles a daño por nieve, viento y sobrecalentamiento al sol, además de que raleos drásticos pueden causar una fuerte reducción en el crecimiento en altura.

De igual forma, en los países en los cuales ha sido introducido, continuamente se han investigado los efectos de intensidad y tipos de raleo aplicables a diferentes etapas de crecimiento y condiciones de los rodales. En base a estas experiencias se puede constatar que existen distintas modalidades y no mucho acuerdo entre distintos investigadores, o entre los esquemas de manejo de distintos países.

En Nueva Zelanda, por ejemplo, generalmente el primer raleo se retrasaba hasta cerca de los 30 años, para poder suprimir el crecimiento de las ramas en las trozas inferiores, lo que daba por resultado ramas de un diámetro menor a 50 mm y comúnmente menor

a 25 mm. Sin embargo este tipo de manejo dejó a la mayoría de los rodales de North Island susceptibles al ataque de **Phaeocryptopus**. Se ha sugerido entonces, como mecanismo preventivo, un raleo más temprano que tendría un mayor efecto en el tamaño de las ramas y en la calidad de la madera (Cown, 1992).

Toval **et al.** (1993) indican que en sitios productivos, para dejar los ejemplares más robustos y mejorar los rendimientos de la madera, los raleos deben ser hechos dentro de los 10 primeros años de la plantación, acotando también que los raleos son más fáciles cuando los árboles son pequeños. Estos investigadores señalan también que es prudente realizarlos una vez que los ejemplares de crecimiento más rápido han emergido sobre el resto.

4.3.1.1 Raleo a desecho

Debido a los inconvenientes de raleos tardíos, en especial el shock de aislamiento traducido en pérdidas de crecimiento en altura y mayor sensibilidad al daño por viento, nieve e insolación (Staebler, 1956), es que en Estados Unidos en los años 70 se introdujo la práctica del raleo a desecho o precomercial (Sutton, 1978). Su objetivo es eliminar el exceso de competencia y concentrar el crecimiento en aquellos árboles que alcanzarán dimensiones comerciales (Reukema, 1975; Reukema y Bruce, 1977).

Es necesario que esta actividad se realice a edades tempranas, una vez que los árboles han expresado sus características de calidad y crecimiento, lo cual ocurre alrededor de los 10 años en sitios buenos de Estados Unidos, o a los 15 en sitios de menor calidad, con una altura media que fluctúa entre los 3 y 5 m (Reukema, 1975).

Para determinar el momento de llevarlo a cabo, se debe considerar que mientras más se posterga el raleo a desecho, mayor será la pérdida en volumen no utilizable debido a que el crecimiento se distribuye en todos los árboles y proporcionalmente aquellos que permanecerán hasta la corta final incrementarán menos. Por otra parte, a mayor edad, más largo será el período de adaptación a las condiciones después del raleo (Grosse y Kannegiesser, 1988).

La intensidad del raleo a desecho y el espaciamiento posterior, dependen de las dimensiones, específicamente del diámetro cuadrático medio. Mientras más grande sea este valor menor es el número de árboles a dejar. En el cuadro 15, se indica el número de árboles a dejar después del raleo, determinado en base a la intersección entre la curva de máxima existencia y un diámetro cuadrático medio cualquiera (Reukema, 1975).

CUADRO 8

NUMERO DE ARBOLES A DEJAR DESPUES DEL RALEO

DAP ' en el momento del raleo (cm)	N° de árboles a dejar
15	1.520 /ha
20	1.000 /ha
25	720 /ha

Fuente: Reukema, 1975.

* : Diámetro cuadrático medio o DAP del árbol de área basal media.

Como regla general, después del raleo a desecho se extrae todo el material indeseable en cuanto a calidad, forma y sanidad, tratando de dejar árboles de tamaño uniforme, esto es que no excedan el rango de $\pm 25\%$ del diámetro cuadrático promedio después del raleo, y que se distribuyan homogéneamente en el área (Grosse y Kannegiesser, 1988).

Después de este raleo, la competencia reanuda sólo cuando los árboles alcanzan nuevamente el área basal máxima, lo que será en un período menor respecto de rodales no intervenidos, adelantando la primera intervención comercial, en función de la calidad del sitio (Reukema, 1975). Por otra parte, el mejoramiento relativo en el crecimiento es mayor a medida que decrece la calidad del sitio.

En un rodal sin manejo, el dosel se cierra aproximadamente a los 20 años, culminando el crecimiento, por lo cual un raleo a desecho permite prolongar la alta tasa de crecimiento en altura.

Se puede concluir de lo dicho anteriormente que a pesar de no existir consenso en los regímenes de raleo apropiados, parece sí haber acuerdo en que el raleo de desecho representará en el futuro a las opciones de manejo (Cown, 1992).

4.3.1.2 Raleo comercial

Esta operación se origina cuando la extracción considera individuos cuyas dimensiones son atractivas en algún mercado, permitiendo obtener retornos económicos. La periodicidad, la intensidad y el tipo de raleo están interrelacionados, por lo cual es difícil describir uno sin el otro (Grosse y Kannegiesser, 1988).

4.3.1.3 Tipos de raleo

La elección del tipo de raleo está determinada por las condiciones de rodal, la altura de los árboles y su edad, así como también por el producto que se desea obtener.

En Estados Unidos se recomienda realizar raleos de selección tan pronto como los árboles alcancen dimensiones comerciales, siempre y cuando el rodal sea joven y capaz de reaccionar a la liberación (Worthington y Staebler, 1961).

El raleo por lo alto es el método más ampliamente ocupado en rodales de pino oregón (Forestry Handbook for British Columbia, 1959; citado por Grosse y Kannegiesser, 1988), recomendándose la extracción de árboles dominantes y codominantes en rodales menores de 50 años, lo cual favorece el crecimiento de los individuos residuales que ocupan estratos intermedios en el rodal original y sobretodo a los dominantes y codominantes remanentes que así pueden desarrollar su copa. En este sentido, las experiencias realizadas en rodales de 27 años, permiten concluir que el crecimiento se redistribuyó satisfactoriamente, aunque el diámetro medio cuadrático del rodal se mantenga constante (Dimock, 1956; citado por Grosse y Kannegiesser, 1988).

En la actualidad, la tendencia parece cambiar ya que los estudios más recientes realizados en Washington, concluyen que para maximizar el crecimiento en volumen, los rodales coetáneos de pino oregón debieran ralearse por lo bajo (Oliver y Murray, 1983).

En Francia fueron ensayados raleos sistemáticos y selectivos por lo bajo en parcelas de pino oregón de 14 a 28 años de edad, concluyéndose que en términos individuales, los árboles de mayores dimensiones son los que reaccionan mejor a la disminución competitiva; como conjunto, en tanto, las parcelas raleadas moderadamente por lo bajo presentan los mejores desarrollos (Thivolle-Cazat, 1983).

Desde el punto de vista del silvicultor, el raleo selectivo presenta ventajas, sin embargo sus restricciones conducen a balances financieros negativos. Ante esto, la solución podría ser el raleo sistemático, a pesar de que no es justo en la selección de los árboles, puesto que se aplica mecánicamente sin tomar en cuenta la calidad de los individuos. Sin embargo, éste sería el único raleo rentable en plantaciones de pino oregón, excepto en rodales de alta calidad (Op cit.).

En Francia, se desarrolló el raleo numérico, lo que consiste en dejar en pie un determinado número de árboles en función del diámetro cuadrático medio, los incrementos medios anuales en DAP y área basal y el ciclo de corta (Delvaux, 1974).

En Alemania en tanto, cuando la altura superior bordea

los 12 m, se eligen árboles de buenas características y vigor que permanecerán hasta el final de la rotación, eliminando con raleos selectivos aquellos ejemplares que de alguna manera interfieran con el desarrollo de la copa de los individuos elegidos, cada vez que la altura se incrementa en 2 m (Cuadro 9). De este cuadro, se concluye que durante los primeros años se ralea periódicamente, en tanto que en el tercio final de la rotación, las intervenciones sólo se limitan a la extracción ocasional de los individuos enfermos o moribundos.

CUADRO 9

NUMERO DE ARBOLES DESPUES DEL RALEO EN PINO OREGON.

Altura superior (m)	Número de árboles/ha	Tipo de raleo
14	1.320	Raleo selectivo.
16	1.100	Raleo selectivo.
18	940	Raleo selectivo.
20	780	Raleo selectivo.
22	640	Raleo selectivo.
24	540	Raleo selectivo.
26	450	Raleo selectivo.
28	380	Raleo selectivo.
30	310	Raleo selectivo.
32	260	Raleo por lo bajo.
34	210	Raleo por lo bajo.
36	180	Raleo por lo bajo.
38	150	Raleo por lo bajo.
40	150	Sin raleo.

Fuente: Mitscherlich (1978; citado por Grosse y Kannegiesser, 1988).

Por su parte, Drew y Flewelling (1979) presentan los siguientes cuadros (Cuadro 10 y 11), donde se pueden observar dos distintas experiencias sobre rendimiento en rodales de pino oregón raleados a distintas intensidades, que pueden servir de ilustración.

De sus resultados, los autores concluyen que aquellos rodales raleados muy drásticamente rinden sustancialmente menos que aquellos no raleados. Al observar los cuadros se tiene que tener en cuenta que los raleos se aplicaron tratando de no alterar la distribución diamétrica del rodal, por lo que no se obtuvo los máximos tamaños medios de árboles.

CUADRO 10

RENDIMIENTOS DE RALEO EN PINO OREGON EN NUEVA ZELANDIA.

PARAMETROS.	CONTROL	RALEO SUAVE	RALEO FUERTE
Densidad final (árb/ha)	1588	617	370
Volumen medio final por árbol (m ³ /árb)	0,64	1,04	1,34
Volumen final (m ³ /ha)	1050	643,7	503,8
Primer raleo (m ³ /ha)		21	21
Segundo raleo (m ³ /ha)		98	153,9
Tercer raleo (m ³ /ha)		181,9	174,9
Vol. final más vol. de raleos (m ³ /ha)		944,6	853,6
% del rend relat al rend sin raleo neto		90	82
% del rend relat al rend sin raleo bruto	94	85	77

Fuente: Drew y Flewelling (1979).

CUADRO 11

RENDIMIENTOS DE RALEO EN PINO OREGON EN NUEVA ZELANDIA
Y REGIMEN TEORICO PARA UN RENDIMIENTO OPTIMO.

PARAMETRO.	CONTROL	RALEO SUAVE	RALEO FUERTE	REG OPTIMO
Densidad final (árb/ha)	1096	385	276	346
Vol medio final por árbol (m ³ /árb)	0,84	1,49	1,72	1,68
Volumen final (m ³ /ha)	930,6	580,7	482,8	580,7
Primer raleo (m ³ /ha)		125,9	202,9	104,9
Segundo raleo (m ³ /ha)		209,9	230,9	118,9
Tercer raleo (m ³ /ha)				132,9
Vol final más vol raleo (m ³ /ha)	930,6	923,6	916,6	937,6
% rend rel/rend sin raleo neto		99	99	101
% rend rel/rend sin raleo bruto	99	98	97	

Fuente: Drew y Flewelling (1979).

4.3.1.4 Intensidad del raleo

Definida como el promedio anual de volumen extraído entre el primer y el último raleo, la intensidad es una interrogante de difícil respuesta ya que deben combinarse una serie de factores entre los que destacan las condiciones del rodal y las exigencias del mercado, las cuales varían en el tiempo y en lugar (Johnston *et al.*, 1967).

Dos factores complementarios determinan la intensidad: el número de árboles y sus dimensiones o el volumen a extraer en cada raleo y la frecuencia con que se vuelve a intervenir el mismo sector (Worthington y Staebler, 1961).

Comúnmente la intensidad del raleo se expresa en los mismos términos que la densidad de una masa boscosa, siendo la expresión más sencilla el número de árboles en una superficie de referencia (Grosse y Kannegiesser, 1988).

En Francia se emplean dos modelos de silvicultura moderna, consistentes en ralear en beneficio de 100 a 300 árboles, previamente designados para la corta final, determinando la intensidad de la intervención en función de la altura y la densidad, a partir de las cuales se obtiene el parámetro Factor de Espaciamiento de HART-BECKING:

$$S = \frac{a}{H_o} * 100 * \frac{10.746}{H_o * \sqrt{V_n}}$$

Donde

S : Factor de Espaciamiento (%).

a : Espaciamiento (m).

H_o : Altura dominante (m).

V_n : Raíz cuadrada del número de árboles por hectárea.

Aplicando esta metodología se puede indicar que en los primeros dos tercios de la rotación el factor fluctúa entre 18 y 24%, lo que corresponde a raleos fuertes o muy fuertes, comenzando cuando el rodal alcanza los 15 m de altura dominante, extrayéndose entre el 20 y 30% de los árboles (Aussenac y Oswald, 1986).

Para Chile, Bucarey (1968) recomienda realizar raleos que dejen finalmente unos 100 árboles por ha.

Otro índice muy utilizado para establecer la intensidad del raleo es el área basal. Sin embargo esto presenta el problema de la determinación de los niveles mínimos y máximos de área basal que una especie puede soportar en un sitio y a una edad determinada. Empleando este criterio Oliver y Murray (1983) concluyeron que mientras mas alta es la densidad residual, mayor es el incremento periódico anual, obteniendo volúmenes 18% superiores con raleos suaves respecto de raleos fuerte o no ralear.

Se debe tener presente que las diferencias en la distribución diamétrica para una misma área basal residual puede alterar marcadamente las tasas de crecimiento de un rodal, por lo cual se concluye que al ralear no sólo se debe considerar el área basal residual sino también las estructura que adquiere el rodal después (Op cit.). Coincide con esto lo expresado por Williamson (1982) en el sentido de que el área basal es un pobre estimador en rodales jóvenes en los cuales los cambios en altura y forma son rápidos.

Experiencias norteamericanas desarrolladas desde 1961 (Estudio LOGS) evalúan ensayos de raleos de pino oregón, especialmente en su variedad costera, concluyéndose que el incremento volumétrico está fuertemente relacionado con las existencias residuales, y que para una alta producción de volumen cúbico se requiere una gran densidad del rodal, no obstante, disminuir el crecimiento en diámetro en estas condiciones (Curtis y Marshall, 1986).

Curtis (1982, citado por Grosse y Kannegiesser, 1988) derivó para pino oregón, el índice de densidad relativa:

$$RD = AB/Dg^b$$

Donde

RD : Densidad relativa.

AB : Area basal (m²/ha).

Dg : Diámetro cuadrático medio (cm).

b : Coeficiente.

Este índice ha sido aplicado a estudios de simulación para definir regímenes de raleo a partir del cual se estimó el siguiente esquema. Con un raleo a desecho reducir el rodal a un número tal de árboles que, cuando alcancen el diámetro medio fijado para la primera intervención comercial, la densidad relativa fluctúa alrededor de 7. Los raleos sucesivos deben mantener el índice entre 6,4 y 7,1. El máximo no debe superar 7,9 a 8,6 excepto inmediatamente antes de la explotación final, mientras que el mínimo no debiera ser inferior al rango de 4,3 a 5 en los primeros raleos.

4.3.1.5 Frecuencia del raleo

La frecuencia de los raleos, también llamada intervalo o ciclo de corta, está muy relacionada con la intensidad ya que los raleos fuertes eliminan la competencia por un período prolongado, lo que implica intervenciones más distanciadas, no obstante, provocar una disminución en los rendimientos, debido a que los árboles no ocupan el sitio por algún tiempo. Además debe ser considerada la capacidad de respuesta de la especie a las nuevas condiciones ambientales, la que a su vez está en función de la tasa de crecimiento y a la edad y el sitio (Grosse y Kannegiesser, 1988).

Muchos investigadores han definido el intervalo de raleos empleando como criterio biológico un incremento fijo en altura lo cual facilita la esquematización de las intervenciones, ya que el incremento se puede predecir con exactitud, basándose en las curvas de sitio (Worthington y Staebler, 1961). Sin embargo, Oliver y Murray (1983) opinaron que el período que pino oregón requiere para adaptarse a las nuevas condiciones es mayor que el que demora en incrementar 3 m de altura, como fue el criterio del estudio LOGS.

Por su parte, Reukema y Bruce (1977) definieron el intervalo máximo de raleo como el tiempo necesario que se requiere para que el área basal residual vuelva al nivel normal denominado máximo. Si los intervalos son más cortos, el rodal no alcanzará su nivel superior de área basal y cada vez se extraerá un volumen menor. Si ocurre lo contrario y se ralea menos frecuentemente, se superará el máximo, lo que puede perjudicar seriamente el crecimiento individual.

En función del tipo de raleo empleado, extrayendo los árboles que ocupan el dosel superior, Reukema y Bruce (1977) constataron que el ciclo de corta tiene poco efecto sobre el crecimiento y los costos de intervención.

En Francia durante la primera mitad de la rotación, los raleos se realizan con una periodicidad de 5 años, distanciándose a 10 años en la segunda mitad (Aussenac y Oswald, 1986).

Los raleos debieran realizarse frecuentemente en rodales jóvenes, alargando los ciclos a medida que el rodal envejece (Staebler, 1960).

4.3.1.6 Efectos del raleo sobre las poblaciones forestales

Los raleos se caracterizan por disminuir en mayor o menor medida la densidad del rodal. Cada intervención provoca una alteración de las condiciones ecológicas. Por ejemplo, al abrir el dosel disminuye la intercepción de las precipitaciones a nivel de copas, aumentando la cantidad de agua que alcanza el suelo, y paralelamente mejora la luminosidad dentro del bosque.

Aussenac **et al.** (1982) estudiaron la influencia de esta faena sobre los factores ecológicos, raleando sistemáticamente el 50% de los árboles de un rodal de pino oregón de 19 años, con lo que se pudo verificar un aumento en la luminosidad del suelo de 7% y de 17% en las copas, siendo ambas mayores al 1% en la situación testigo. Sin embargo, la intercepción de las precipitaciones bajó a 30% en relación al 43% antes de la intervención.

De estas investigaciones se pudo constatar que pino oregón reacciona bien ante estas modificaciones del medio. Por ejemplo, durante el primer año la tasa de crecimiento aumentó considerablemente, superando en un 101% al área basal de la situación no raleada, debido a la mayor tasa fotosintética, la que a su vez es consecuencia de una mayor disponibilidad de luz para las acículas, un mejoramiento del balance hídrico que disminuye la duración del stress, y una masa foliar un 15% mayor, debido a una copa más voluminosa (Aussenac y Oswald, 1986). Estas nuevas condiciones permiten un mayor crecimiento expresado primero, a través de la expansión de la copa y luego de la superficie radicular.

En Canadá, en tanto, fue estudiado el efecto de un raleo fuerte, extrayendo 2/3 del área basal y/o fertilizando con 448 kg de nitrógeno/ha, concluyéndose que la fertilización incrementó la eficiencia en el uso del agua, aunque nada se indica del efecto sobre la tasa de crecimiento (Brix y Mitchell, 1986).

Por otra parte, a partir de un estudio realizado en Canterbury, Nueva Zelanda, Harris (1985) observa la siguiente relación entre el raleo y la densidad de la madera. Primero detecta que rodales no raleados creciendo en sitios malos no producen una madera con una densidad media significativamente mayor. Sin embargo, verificó que rodales fuertemente raleados respondieron con un gran incremento en la densidad de la madera de verano, fenómeno aún no muy claro. Sus resultados sugieren que ralear a cualquier intensidad, incluso a intensidades que dejarían bajo los 200 árboles/ha, existiría un muy bajo efecto sobre la densidad de la madera. Finalmente establece que al menos para esta zona, el raleo puede ser llevado a cabo alrededor de los 15 años, sin deteriorar la densidad de la madera.

Esta actividad también presenta efectos sobre el crecimiento en diámetro. Considerando que el diámetro medio cuadrático refleja la combinación entre el crecimiento de los árboles sobrevivientes y la mortalidad a través del tiempo (Grosse y Kannegiesser, 1988), se menciona que éste aumenta suavemente con la edad, en cambio, al ralear se produce un incremento abrupto, siendo entre 5 y 34% mayor en comparación con el testigo, teniendo un comportamiento inverso al número de árboles, decreciendo a medida que se empobrece el sitio (Reukema y Bruce, 1977). El crecimiento de este parámetro aumenta en otro 10 a 15% si además de ralear comercialmente se realiza una intervención a desecho a temprana edad.

Por su parte, Curtis y Marshall (1986) concluyeron del estudio LOGS, que el incremento del diámetro cuadrático medio (Dg) está estrechamente relacionado y de manera inversa al porcentaje del área basal dejada después de ralear. A medida que el porcentaje es mayor, el incremento periódico anual (IPA) disminuye de 1,5 a 1,0 cm, siendo de 0,6 cm el testigo. Por el contrario, el área basal se relaciona linealmente con las existencias residuales (Grosse y Kannegiesser, 1988).

En Francia, Thivolle-Cazat (1983) informaron de reacciones importantes en el crecimiento de pino oregón después de ralear, al constatarse que intervenciones sistemáticas que redujeron el número de árboles a dos tercios del original, ocasionan un aumento en los diámetros entre un 10 y 65%, respecto de los obtenidos en parcelas testigo. Además los árboles en las clases diamétricas superiores reaccionaron mejor a la liberación de la competencia, debido a que presentaron mayor capacidad fotosintética, y que dicho incremento está en función del volumen o área basal dejada después del raleo.

- Efectos sobre el crecimiento en altura.

En general, los raleos no afectan significativamente la tasa de crecimiento en altura, sino que por el contrario, intervenciones demasiado intensas o en rodales sobredensos pueden producir efectos negativos o estagnamiento (Reukema, 1972). Esto confirma lo afirmado por Fowells (1965), quien acotó que raleos drásticos en rodales jóvenes, pueden causar una fuerte reducción del crecimiento en altura.

- Efectos sobre el crecimiento en volumen.

Para el silvicultor, es de gran importancia determinar los efectos de los distintos tipos e intensidades de raleo sobre la producción en volumen de los rodales manejados.

Se ha demostrado que con ciertos regímenes de raleo aumenta el valor unitario de la madera, a pesar de que disminuye la producción volumétrica. Sin embargo, los objetivos de maximización en volumen y en valor son distintos y no se pueden lograr simultáneamente con un mismo régimen de raleo (Dengler, 1982, citado por Grosse y Kannegiesser, 1988).

En general, los raleos no afectan la producción en términos cuantitativos, pero sí cualitativamente, lo que se refleja en un mayor porcentaje de individuos con dimensiones comerciales. No obstante, en raleos intensos la producción puede bajar ya que los recursos disponibles no serán por completo utilizados. Reukema (1972) estimó una reducción del 20% al comparar el valor final con el volumen previo al raleo.

A pesar de la reducción aparente del volumen final, los raleos favorecen el incremento medio anual (IMA) en volumen de pino oregón, además de confirmar la redistribución del crecimiento, lográndose un número reducido de árboles con mayores dimensiones durante toda la rotación, aumentando también la proporción de madera aserrable. Por otra parte, al agregar al volumen final el que se extrae en los raleos, el total en rodales manejados excede por un leve margen al de aquellos sin manejo (Reukema y Bruce, 1977).

4.3.1.7 Conclusiones acerca del raleo

En torno a este punto, Grosse y Kannegiesser (1988) concluyen lo siguiente:

Es recomendable realizar raleos a desecho cuando los árboles presenten alturas medias entre los 3 y 5 m.

La intensidad de este raleo está determinada por las dimensiones, especialmente en diámetro, que debe tener el rodal para el primer raleo comercial. Mientras mayor sea este valor, menor será el

número de árboles a dejar.

El raleo precomercial concentra el crecimiento en un número menor de árboles y favorece el incremento en altura, especialmente en sitios pobres.

La reacción de los rodales frente al raleo, depende del tipo de intervención que se realice, su intensidad y frecuencia.

El tipo de raleo depende del producto que se quiera obtener. Una intervención por lo bajo maximiza el crecimiento volumétrico. En cambio, un raleo por lo alto permite obtener productos de mayores dimensiones en cada intervención y favorece el crecimiento de los árboles en los estratos intermedios.

La selección de los árboles es difícil durante los primeros estados de desarrollo del bosque. Así, se recomienda practicar un raleo sistemático en una primera etapa y posteriormente realizarlos en forma selectiva, favoreciendo los individuos elegidos para la corta final.

Se deben iniciar los raleos a partir de una altura dominante de 10 a 15 m.

La frecuencia de los raleos está interrelacionada con la intensidad, ya que a mayor intensidad, más largo es el intervalo. Con un criterio biológico, ésta se ha definido en función de un incremento fijo en altura. También se puede realizar cada cierto período de años, debiendo ser más frecuentes en rodales jóvenes, distanciándolos en la segunda mitad de la rotación.

La intensidad del raleo se expresa a través de índices de densidad. Los más utilizados son el número de árboles, extrayéndose entre el 25 y 33%, y el área basal, sin disminuirla más allá de un 40%.

La altura es independiente de la densidad de un rodal. Por lo tanto, el efecto del raleo sobre el crecimiento en altura es bajo, incluso puede ser negativo.

El raleo aumenta el rendimiento útil de un bosque. El efecto es sobre la calidad de la madera obtenida al final de la rotación más que sobre la cantidad.

En general, mientras más denso es el rodal, mayor será el volumen final. Es así, que en rodales raleados al final de la rotación se obtiene un menor volumen, pero los árboles son de mayores dimensiones. Si a este volumen se le agrega el extraído en cada uno de los raleos, el total supera al de un rodal sin manejo.

4.3.2 Poda

En la mayoría de las especies arbóreas, las ramas mueren cuando los individuos crecen a espaciamientos estrechos, pero no caen del fuste sino hasta después de muchos años, ante lo cual si se pretende lograr la producción de madera de calidad se deberá combinar podas con raleos. Las podas deben realizarse a los árboles de los estratos dominante y codominante, que sean vigorosos y sanos y tengan el fuste muy recto, especialmente en el sector donde se eliminarán las ramas por la vía natural.

En el caso específico de pino oregón, cuando éste se desarrolla en rodales cerrados, las ramas inferiores pueden sufrir poda natural, la cual es muy lenta, pero resisten a la pudrición y persisten por largo tiempo (Fowells, 1965), hasta por más de 30 años en el fuste (Dengler, 1982; citado por Grosse y Kannegiesser, 1988), por lo que para obtener madera de calidad, libre de nudos, se requiere podas aun cuando se plante a grandes densidades. Cown (1992) reafirma lo anterior indicando que existe muy poca mercado para madera de pino oregón de baja calidad, como la que se obtendría de árboles con ramas grandes, por lo que el manejo deberá comprometerse especialmente en tratar de obtener madera estructural, aprovechando la ventaja que reviste el que esta especie no produzca verticilos discretos de ramas, como si ocurre con pino insigne.

En países en los cuales se ha introducido esta especie se ejecutan diversos esquemas. Por ejemplo en Francia, para obtener un rollizo con dos tercios de su diámetro libre de nudos, se podan los 300 a 500 árboles más gruesos de la hectárea hasta 2 m de altura, cuando el rodal tiene una altura total media de 12 m (Aussenac y Oswald, 1986). Aquellos árboles designados para la explotación final se intervienen dos a tres veces durante la rotación hasta alcanzar una altura de poda de 6 a 8 m (Oswald y Parde, 1984).

En Alemania, se establece que el diámetro máximo para la primera intervención es de 12 cm pero en rotaciones de 120 años (Dengler, 1982, citado por Grosse y Kannegiesser, 1988), en tanto que junto a la segunda poda, cuando el rodal presenta 20 m de altura media, se realiza el primer raleo.

Según la Sächsische Land. für For. (1993), dentro de los planes de manejo del pino oregón en este país, la poda es una faena calificada como imprescindible. El procedimiento indica que se deben podar los árboles "Z" o del futuro, que corresponden a aquellos que se observan sanos, vigorosos, de buena forma y crecimiento, de gran diámetro, dominantes o codominantes, y que por lo tanto sean los candidatos a quedar hasta el final de la rotación, tras los raleos.

En la normativa de manejo de este país se plantea que el máximo de árboles a ser podados por hectárea debe ser de 150, y deben quedar a una distancia de 8 m. Se plantea también que si la meta final son árboles de unos 45 cm de diámetro, la primera poda se debe hacer

hasta los 2 a 3 m cuando los individuos alcancen un DAP de 10 a 12 cm y la siguiente a los 6 m cuando alcancen un DAP de 12 a 16 cm, estimándose que el tiempo de trabajo por individuo para una poda hasta 2,5 m es de 5 a 6 minutos, y para una poda de 2,5 a 6 m de altura es de 6 a 8 minutos.

En Nueva Zelanda se han proyectado rotaciones para pino oregón de 50 años, considerando como regla general solamente la realización de un raleo comercial entre los 30 y 40 años, ya que la poda en algunos casos es considerada como innecesaria o económicamente poco rentable, porque los rodales producen madera estructural de buena calidad y los recursos están principalmente dirigidos al pino insigne (Keating, 1978).

No obstante lo anterior, en el cuadro 12 se indica un esquema de podas para este país, el cual contempla una densidad inicial de 1.500 árboles/ha, de los cuales se seleccionan 250 a 500 para ser podados hasta los 3 m, cuando el rodal tiene una altura media de 8,5 m, para posteriormente podar hasta los 6 m, el 50% de los elegidos cuando estos alcanzan los 14 m de altura media.

CUADRO 12

REGIMEN DE PODA APLICADA A PINO OREGON EN NUEVA ZELANDIA.

Edad (años)	Altura (m)		N° de árboles/ha.
	Media	De poda	
13	9,5	0 - 2,4	740 - 865
15	11,6	2,4 - 4,3	370 - 430
18	14,3	4,3 - 5,5	370 - 430

Fuente: Lamb (1978; cit. por Grosse y Kannegiesser, 1988).

Alternativamente se puede realizar poda a todos los árboles o combinar la poda a una altura de 1,5 a 2 m con el primer raleo en caso que el rodal tenga un DAP medio de 8 a 12 cm (Grosse y Kannegiesser, 1988).

Por otra parte, como la altura de poda está relacionada con el largo comercial de las trozas, es que en muchos países se poda sucesivamente hasta los 6 m, llegando incluso a 10 ó 15 m, de manera de extraer dos y más trozas libres de nudos, considerando la extracción de no más del 40% de la copa viva en cada intervención, empleando este mismo criterio para establecer para la frecuencia de las podas.

Otro criterio interesante de considerar es el ancho del cilindro central nudoso, realizando la siguiente poda cuando el diámetro superior del trozo libre de nudos iguala al inferior.

Para nuestro país, Bucarey (1968) recomendó realizar poda

hasta unos 12 m con el fin de obtener madera para chapas, ya que su valor comercial es considerablemente más alto que el de madera aserrada.

Respecto de la época en que se realiza esta faena, es común que la poda se ejecute a fines de invierno o a principios de primavera, de forma tal que se inicie pronto el período de oclusión y cicatrización.

Cuando se trata de podar ramas muertas, se minimiza el riesgo de ataques fungosos debido a la protección que efectúan los bolsones de resina depositados en la base de las ramas. Sin embargo, cuando el objetivo es eliminar ramas vivas se deben extremar las precauciones debido a la susceptibilidad a **Phomosis pseudotsugae** ante lo cual, en Alemania se recomienda dejar un muñón de 10 cm que se corta a ras del árbol durante la primavera siguiente (Burshel y Huss, 1987), no obstante los numerosos estudios concordantes en el sentido de que el riesgo de ataque es muy bajo cuando el corte afecta a ramas cuyo diámetro es de 4 cm, como máximo.

La poda de ramas verdes es una labor que reduce la masa asimiladora, lo que puede afectar la tasa de crecimiento en diámetro más que el de la altura ya que está en relación directa con la dimensión de la copa. En efecto, Mitscherlich (1978; citado por Grosse y Kannegiesser, 1988) señala que al reducir la copa viva a la mitad, el crecimiento en altura disminuye aproximadamente en un 8%, pero en diámetro tal reducción es de un 30%, en tanto que la recuperación de estos árboles es muy lenta y, en algunos casos, no se logra por lo que podrías ser suprimidos por vecinos más vigorosos. Para evitar un efecto negativo sobre el crecimiento, la poda verde debe limitarse a 1/4 ó 1/3 o como máximo un 40% de la copa viva (Burshel y Huss, 1987).

Por otra parte la poda de ramas verdes puede producir protuberancias en el fuste, especialmente si el diámetro de las heridas es mayor a 2 cm, tal como lo indicó Dengler (1982; cit. por Grosse y Kannegiesser, 1988), quien constató que aquellas heridas superiores a 3 cm todavía se encontraban abiertas después de 6 años, mientras que las más pequeñas cerraron rápidamente.

De igual forma existen efectos indirectos de la poda entre los cuales destaca la reducción del riesgo de propagación de incendios forestales, mayor facilidad de acceso y también en la realización de las operaciones silviculturales posteriores.

4.3.3 Nutrientes

La forma más común de elevar el potencial productivo es por la vía de la incorporación de fuentes rápidamente disponibles de elementos orgánicos y minerales con lo cual se aumenta el nivel de nutrientes requeridos por la vegetación.

Es así que en Estados Unidos, el principal nutriente limitante para el crecimiento es el nitrógeno (N) (Daniel *et al.*, 1982), lo cual se ha controlado aplicando urea ya que es un compuesto nitrogenado que por su alto contenido de nitrógeno (46%) asegura un mayor crecimiento en comparación con otros como el nitrato de amonio que contiene sólo un 34%. Sin embargo, se debe tener precaución ya que en climas cálidos y secos las aplicaciones de urea pueden sufrir la pérdida gaseosa de nitrógeno reduciéndose por tanto la cantidad disponible para el crecimiento del individuo.

Otros nutrientes comúnmente agregados al suelo son azufre (S), potasio (K) y fósforo (P), cuyas tasas de aplicación fluctúan entre 50 y 500 kg/ha de elemento activo, siendo adecuadamente consideradas para un período mínimo de 5 a 7 años (Grosse y Kannegiesser, 1988).

Diferentes dosis son mencionadas en el cuadro 13, las cuales complementan las existencias de nutrientes en el suelo y satisfacen los requerimientos anuales de pino oregón.

CUADRO 13

REQUERIMIENTOS ANUALES DE NUTRIENTES DE PINO OREGON EN LA COSTA OESTE DEL PACIFICO (USA).

Nutriente	Requerimiento anual (kg/ha)
N	15-60
P	2-33
K	5-50
Ca	20-100

Fuente: Gessel *et al.* (1960; cit. por Grosse y Kannegiesser, 1988).

La fertilización, a través de la incorporación de elementos nutritivos al suelo, produce una mayor disponibilidad de ellos para la planta, lo que se expresa mediante el aumento de las tasas de crecimiento, redundando a su vez en mayor competencia, afectando directamente a los árboles de las clases diamétricas inferiores, observándose en muchos casos incrementos en la mortalidad de éstos (Daniel *et al.*, 1982).

Estudios realizados en este sentido señalan que después de 7 años de aplicadas fertilizaciones con distintas dosis de nitrógeno, se encontró que la mortalidad fluctuaba entre un 12 y 37%, a dosis menores y más altas respectivamente (Miller y Pienaar, 1973). Gran parte de la mortalidad está asociada con los daños provocados en invierno por el viento, el hielo y la nieve, ya que con la fertilización se duplica el largo de las hojas y ramillas, en los diferentes estratos del dosel, lo cual permite una mayor acumulación de hielo y nieve y mayor resistencia al viento, y finalmente los árboles suprimidos no resisten y sucumben al peso (Reukema, 1968).

Por otra parte, la dosis de fertilizante aplicada se relaciona con el crecimiento de DAP, altura y volumen. En el diámetro, aplicando 160 kg/ha de N, el incremento es de 30% pudiendo llegar hasta más de 120% cuando la fertilización es más intensa, aduciéndose una mayor tasa de mortalidad, lo que origina una mayor disponibilidad de nutrientes y espacio (Miller y Pienaar, 1973).

De igual forma, se observa un incremento en la tasa de crecimiento en altura, lo que fluctuó entre un 37% y un 92%, respecto de las parcelas testigo (Op cit.). Respecto del incremento volumétrico, estos autores informan crecimientos de 55 a 109% respecto de las parcelas testigo, lo que se traduce en que para un período de 7 años el volumen se incrementó entre 36 y 71 m³/ha más que el testigo, lográndose los valores mayores con las dosis de N más altas.

A la luz de lo expresado con anterioridad es que será necesario concentrar los incrementos producidos por la fertilización en los árboles que posean las características deseadas, ante lo cual se recomienda combinar esta operación con raleos, ya que esto tiene efectos sinérgicos, es decir, el resultado es mayor que la suma de los porcentajes parciales (Grosse y Kannegiesser, 1988), porque la luz puede ser la limitante del crecimiento en estos sitios (Brix, 1970). De esta manera se pueden lograr aumentos de más de un 100% del crecimiento con la combinación, comparado con aproximadamente un 50% si sólo se fertiliza o se ralea (Miller y Reukema, 1977).

Greaves **et al.**, (1978), a modo general recomiendan los siguientes sistemas de manejo para suplir las necesidades nutricionales del pino oregón.

Minimizar la remoción o relocalización de nutrientes dentro de un sitio a través de la conservación del follaje de los árboles y las ramas.

Voltear, trozar y diseminar los restos es mejor que cosechar el árbol completo, quemando el material no comercializable.

Mejorar la temperatura y humedad del suelo forestal.

En el Pacífico noroeste es conveniente reducir la densidad del rodal en exposiciones norte. A mayores altitudes o en los límites septentrionales de pino oregón es probable que aumente la humedad y temperatura del suelo en las noches, y sea más favorables para una más rápida descomposición de materia orgánica. El disminuir la densidad del rodal en orientaciones sur y en las zonas meridionales de la distribución del pino oregón podría ser, sin embargo, menos favorable para el ciclo mineral.

Favorecer sucesiones vegetacionales con especies que fijen nitrógeno o bien que acumulen nutrientes en grandes cantidades.

5 PRODUCCION

5.1 CARACTERISTICAS Y USOS DE LA MADERA DE PINO OREGON

5.1.1 Descripción general

La calidad de la madera de pino oregón es variable dentro de los distintos sitios de su distribución natural. Así por ejemplo, la densidad de la madera está especialmente influenciada por el sitio y la edad del árbol (Cown, 1992).

En su región nativa, la densidad es moderada, alcanzando hasta 545 kg/m³, cuando se ha secado al aire. En Nueva Zelanda se ha detectado que la densidad de la madera fluctúa entre 360 y 410 kg/m³, en función de la procedencia evaluada. En Chile en tanto, la densidad anhidra de la madera de pino oregón es de 426 kg/m³ (New Zealand Forest Research Institute, 1978; cit. por Droppelmann, 1986; Pérez, 1983).

Es posible realizar una analogía entre la madera de **Tsuga sp**, con la de pino oregón, ya que estas tienen características similares (INFOR, 1995c).

La madera de pino oregón presenta una angosta albura de color claro, usualmente de menos de 5 cm de ancho. Esto es especialmente válido en rodales naturales viejos, pero en material de segundo crecimiento, puede ser de hasta 75 mm de ancho. Esta consideración adquiere relevancia ya que en general, el mercado hace distinción entre los árboles provenientes de bosques antiguos o de segundo crecimiento, siendo los primeros los mejor considerados (Cown, 1992).

Por otra parte, el color del duramen va desde amarillento hasta café rojizo. La madera temprana y la madera tardía tienen una diferencia notoria de color, siendo la madera tardía más oscura, definiéndose bandas muy marcadas. Estas diferencias de color dan como resultado un patrón de grano distintivo cuando un tronco es aserreado o debobinado.

Los troncos de árboles grandes, que crecen en la costa de su distribución natural están libres de ramas para casi todo su largo. Por esta razón la madera está disponible en trozas largas y en tamaños grandes, como madera libre de nudos y madera estructural (Mullins y McKnight, 1981).

En cuanto a su resistencia, el pino oregón es la conífera comercial más dura de la zona noroeste del Pacífico, y por eso es usado extensamente para propósitos estructurales.

5.1.2 Procesamiento

La madera se seca fácil y rápidamente porque el duramen generalmente tiene un contenido de humedad bajo el 40%.

Los ejemplares que crecen en la costa entregan madera que es relativamente fácil de impregnar mientras que la proveniente del interior es más difícil de tratar porque las características naturales de la especie la hacen menos permeable.

La madera es fácil de trabajar a mano o con herramientas de poder y es fácilmente pegada (Mullins y McKnight, 1981).

Según Cown (1992), el pino oregón es una especie más estable en el secado que el pino insigne, que requiere menor tiempo y tiene menores problemas durante este proceso. Como madera recién cortada no presenta problemas de mancha como la madera de pino insigne, a no ser que sea mantenida durante mucho tiempo en esas condiciones y sin tratamiento.

No obstante lo anterior, un estudio realizado por Ramírez (1984, cit. por INFOR, 1986) indica que el secado de la madera de pino oregón presenta ciertas dificultades, pues sus resultados fueron de regular calidad. Entre los defectos detectados, el más común fue el alabeo, seguido por la aparición de grietas en las caras. Los problemas disminuyen en maderas duraminizadas.

Afortunadamente en Norteamérica, Nueva Zelanda y otros países se han desarrollado técnicas adecuadas para el secado de la especie, los cuales podrían ser empleadas como guías en la solución de tales problemas en nuestro país.

5.1.3 Resistencia a la pudrición

Es moderadamente resistente a la pudrición y por eso se usa no tratada en muchas situaciones. Bajo condiciones que favorezcan la pudrición debe ser tratada a presión con preservantes para prolongar su vida útil (Mullins y McKnight, 1981).

5.1.4 Usos de la madera

Siendo una de las maderas más conocidas en el mundo, es empleada para más propósitos que cualquier otra madera de Canadá, a pesar de que su volumen de explotación ha sido excedida por la extracción de **Picea spp.** y **Tsuga spp.**

Es comunmente empleada como madera aserrada y tableros contrachapados, en edificios y construcciones. Otros usos importantes son como madera estructural, pilotes, durmientes para ferrocarriles, puentes, estacas para minas, crucetas, marcos, puertas y ventanas,

pisos, muebles, chapas y terciados, terminaciones de interiores, cajones, envases, tonelería, madera laminada y para pulpa kraft. Es usada a veces en postes y cuartones, y en construcción de botes y barcos (Mullins y McKnight, 1981; Pérez, 1983).

Según Cown (1992), el pino oregón que crece en Nueva Zelanda es adecuado para producir postes de transmisión tratados, resultando de mejor calidad que los de pino insigne, así como postes provenientes de los raleos. En general los rodales con buena calidad de árboles permiten obtener madera aserrable de muy buena calidad, y muchas veces de mejor forma que la de pino insigne.

Estudios realizados en este país han mostrado que más de un 60% del material es apto para usos estructurales, lo cual justifica principalmente la forestación con esta especie.

A su vez, las astillas de pino oregón que salen como desecho de aserraderos son usadas en plantas de celulosa o para la formación de tableros reconstituidos de fibra. Dado su color más oscuro, el pino oregón es usado como material al interior de los tableros, dejando afuera maderas más claras como la de pino insigne.

Además es una importante especie para la producción de celulosa en la costa oeste de Norteamérica, principalmente usando material de desecho de aserraderos. Es muy común mezclar la pulpa de pino oregón con la de otras especies, para aumentar la resistencia del papel.

A continuación se presentan los cuadros 14, 15, 16, los cuales resumen la información sobre propiedades físicas y mecánicas del pino oregón cultivado en nuestro país.

En el estudio de propiedades de la madera de pino oregón realizado por Pérez (1982), con material proveniente de Nueva Imperial y Villarrica (IX Región), se concluye que en general, las propiedades mecánicas del pino oregón de Nueva Imperial resultan menores que las determinadas para árboles provenientes de Villarrica. Además, al comparar las propiedades mecánicas de ejemplares crecidos en la costa de Estados Unidos y las dos procedencias nacionales, el autor indica que estas resultan similares a las de los árboles provenientes de Villarrica, siendo ambas mayores que las de individuos de Nueva Imperial. Por su parte, pino oregón nativo de zonas comprendidas entre la costa y las montañas, tiene mayores propiedades que el de Nueva Imperial, pero son muy similares, y en algunas solicitaciones, menores que aquellas obtenidas en el pino oregón de Villarrica. Respecto de los que provienen de la zona montañosa de Estados Unidos, se menciona que sus propiedades mecánicas son levemente mayores que las obtenidas de árboles de Nueva Imperial, pero menores que las resultantes de aquellos de Villarrica.

CUADRO 14

PROPIEDADES FISICAS DE LA MADERA DE PINO OREGON EN CHILE.

PROPIEDAD	VALORES						LUGAR	FUENTE
	ESTADO VERDE			ESTADO SECO (H=12%)				
DENSIDAD (kg/m ³)	Aparente	Básica	Anhidra	Aparente	Básica	Anhidra		Pérez, 1983
	710	344	398	446	477	426		
					420		Costa de Valdivia	Díaz-Vaz et al., 1988
	736	330	388	440	402	423		Pérez et al., 1982
DURABILIDAD	Durabilidad: 3 Madera poco durable de la cual se espera una vida útil superior a 1, pero inferior a 5 años, cuando están en servicio sin tratamiento preservador, de una calidad comercial promedio usada en contacto con el suelo, y en condiciones climáticas normales existentes en Chile.							Pérez, 1983
CONTRACCIONES (%)	DESDE ESTADO VERDE A: 0% DE CONTENIDO DE HUMEDAD							
	Tangencial	Radial	Volumétrica					Pérez, 1983
	9,2	5,7	14,9					
	7,53	4,83	20,29				Costa de Valdivia	Díaz-Vaz et al., 1988

CUADRO 15

COMPARACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE PINO OREGON CRECIENDO EN DISTINTOS LUGARES (Estado: seco al aire 11 a 12%)

LUGAR			Nueva Imperial	Villarrica	IX Región	U.S.A. Costa	U.S.A. Intermedio	U.S.A. de la Montaña	U.S.A. Costa	
PESO ESPECIFICO		Kg/m3	371	445	408	480	440	430	480	
FLEXION	Tensión Límite de Prop.		Kg/cm2	358	622	497	548	518	441	567
	Mód. de Rotura		Kg/cm2	678	894	792	854	784	672	819
	Mód. de Elasticidad		Ton/cm2	84,1	102,8	94	136,5	114,8	98	136,5
TENACIDAD	TANG.	Resistencia máxima	N.cm	2543	3283	2928				
	RADIAL	Resistencia máxima	N cm	1590	1868	1734				
COMPRESION	PARALELA	Tensión Límite de Prop.	Kg/cm2	198	284	241	410	388	328	452
		Tensión máxima	Kg/cm2	329	433	381	520	470	424	519
	NORMAL	Mód. de Elasticidad	Ton/cm2	80,1	124,5	102,3				
		Tensión Límite de Prop.	Kg/cm2	52	71	62	61	64	57	64
		Tensión máxima	Kg/cm2	98	131	115				
TRACCION	TANG.	Tensión Rotura	Kg/cm2	17	18	18	24	24	23	21
	NORMAL	RADIAL	Tensión Rotura	Kg/cm2	13	11	12			
DUREZA	NORMAL	Carga máxima	Kg	237	302	270	323	223	287	304
	PARALELA	Carga máxima	Kg	368	480	424	409	323	337	345
CIZALLE	TANG.	Tensión Rotura	Kg/cm2	81	80	80	81	79	75	80
	RADIAL	Tensión Rotura	Kg/cm2	84	86	85				
CLIVAJE	TANG.	Tensión Rotura	Kg/cm	27	28	26				33
	RADIAL	Tensión Rotura	Kg/cm	23	27	25				
EXTRACCION DE CLAVO	NORMAL	Carga máxima	Kg	74	97	85				
	PARALELA	Carga máxima	Kg	18	51	34				
FUENTE			INFOR 1982			WOOD HANDBOOK			N. ZEALAND WOODS	

FUENTE: Pérez, 1982

CUADRO 16

COMPARACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE PINO OREGON CRECIENDO EN DISTINTOS LUGARES (Estado: verde)

LUGAR				Nueva Imperial	Villarrica	IX Región	U.S.A. Costa	U.S.A. Intermedio	U.S.A. de la Montaña	U.S.A. Costa
PESO ESPECIFICO			Kg/m3	322	393	358	450	410	400	450
FLEXION	Tensión Límite Prop.		Kg/cm2	273	319	296	315	266	252	336
	Mód. de Rotura		Kg/cm2	404	499	451	532	476	448	532
	Mód. de Elasticidad		Ton/cm2	59,43	79,93	69,68	109,9	94,5	82,6	108,5
TENACIDAD	TANG.	Resistencia máxima	N.cm	2810	3929					
	RADIAL	Resistencia máxima	N.cm	2794	2528					
COMPRESION	PARALELA	Tensión Límite Prop.	Kg/cm2	126	162	144	219	180	178	239
		Tensión máxima	Kg/cm2	178	230	204	270	231	210	272
		Mód. de Elasticidad	Ton/cm2	31,95	47,43	39,69				
	NORMAL	Tensión Límite Prop.	Kg/cm2	26	37	32	31	34	32	38
		Tensión máxima	Kg/cm2	51	68	60				
TRACCION NORMAL	TANG.	Tensión Rotura	Kg/cm2	19	17	18	21	21	24	17
	RADIAL	Tensión Rotura	Kg/cm2	15	16	15				
DUREZA	NORMAL	Carga máxima	Kg	154	209	182	227	204	182	218
	PARALELA	Carga máxima	Kg	203	282	242	259	232	204	231
CIZALLE	TANG.	Tensión Rotura	Kg/cm2	55	66	60	65	59	62	65
	RADIAL	Tensión Rotura	Kg/cm2	50	65	58				
CLIVAJE	TANG.	Tensión Rotura	Kg/cm	22	26	24				29
	RADIAL	Tensión Rotura	Kg/cm	25	25	25				
EXTRACCION DE CLAVO	NORMAL	Carga máxima	Kg	37	55	50				
	PARALELA	Carga máxima	Kg	14	32	24				
FUENTE				INFOR 1980-1981			WOOD HANDBOOK			N. ZEALAND WOODS

Fuente: Pérez, 1982

Del estudio realizado por Pérez (1982), se puede concluir que los árboles creciendo en Villarrica tendrían en general, propiedades mecánicas similares a las de la especie en su distribución natural, lo cual es un buen indicio de las potencialidades de la especie, siempre que crezca en un sitio adecuado para no afectar las características de su madera. Por otra parte, si se comparan las propiedades mecánicas del pino oregón que crece en la IX Región con las de pino insigne de similar edad, se puede concluir que las propiedades del pino oregón son superiores a las del pino insigne, a pesar de que el peso específico de este último sea mayor.

En Nueva Zelandia se ha detectado que las propiedades intrínsecas de la madera proveniente de sus plantaciones, incluso cosechadas a los 60 o 70 años, no son iguales a las de la madera proveniente de bosques antiguos de Norteamérica (Cown, 1992).

Carter (1983), determinó una gran variabilidad en las características de la madera entre árboles jóvenes y maduros, así como entre ejemplares de un mismo rodal, para las zonas de Osorno y Valdivia (X Región). Detectó un largo de fibra promedio de 2,65 mm y 0,69 cm en ancho de anillos, valores que están dentro de los rangos obtenidos para la especie.

Díaz-Vaz **et al.** (1988) detectaron en árboles creciendo en la zona costera de Valdivia un largo de traqueidas promedio de 3,12 mm.

5.2 PRODUCCION NACIONAL

En 1990 se extrajeron 30,3 mil m³ en trozas y 26,5 mil m³ en 1993, destinando el 33% a la producción de madera aserrada (9,9 mil m³) y el 47% (12,5 mil m³), respectivamente.

En términos globales, la participación de la madera aserrada de pino oregón es bastante modesta aportando al total nacional de todas las especies, el 0,3% y 0,4% para los 2 años considerados en el párrafo precedente.

No obstante lo señalado con anterioridad, respecto del origen de la producción fue fundamental la de la IX Región (Cuadro 17), ya que la madera proveniente de esta zona significó el 65% del total de la producción de 1990 y el 72% de la madera producida en 1993.

5.2.1 Exportaciones forestales chilenas a base de pino oregón

En el año 1990, las exportaciones de productos a base de la especie ascendieron a US\$ 2.3 millones, lo que constituyó el 0,3% del total de la exportación forestal del país.

CUADRO 17

ANTECEDENTES DE PRODUCCION Y CONSUMO SEGÚN VOLUMEN Y LOCALIDAD

MADERA ASERRADA (PRODUCCION)			MADERA ASERRADA (CONSUMO)		
REGION	CIUDAD	M3	REGION	CIUDAD	M3
VIII	ÑUBLE		VIII	ÑUBLE	
VIII	CONCEPCION		VIII	CONCEPCION	
VIII	ARAUCO		VIII	ARAUCO	
VIII	BIO-BIO	31	VIII	BIO-BIO	65
TOTAL		31	TOTAL		65

MADERA ASERRADA (PRODUCCION)			MADERA ASERRADA (CONSUMO)		
REGION	CIUDAD	M3	REGION	CIUDAD	M3
IX	MALLECO		IX	MALLECO	
IX	CAUTIN	7.286	IX	CAUTIN	15.397
TOTAL		7.286	TOTAL		15.397

MADERA ASERRADA (PRODUCCION)			MADERA ASERRADA (CONSUMO)		
REGION	CIUDAD	M3	REGION	CIUDAD	M3
X	VALDIVIA	2.273	X	VALDIVIA	4.814
X	OSORNO	1.072	X	OSORNO	2.314
X	LLANQUIHUE	1.796	X	LLANQUIHUE	
X	CHILOE		X	CHILOE	
X	PALENA		X	PALENA	
TOTAL		5.141	TOTAL		7.128

PRECIOS NOMINALES FOB PARA MADERA ASERRADA
US\$ FOB/M3

1989	1990	1991	1992	1993
106	129	143	148	165

Fuente: INFOR (1994)

Durante 1994, las exportaciones de sus productos aportaron retornos por US\$ 5,7 millones, es decir, un valor superior en 60% al anteriormente dicho, significando una participación del 0,4% en el total exportado por este sector.

5.2.2 Principales productos exportados

Durante el año 1994 se exportaron 15 diferentes tipos de productos, valor ampliamente superior al registrado al año 1990, cuando sólo se trataba de seis productos.

En lo referente a su permanencia en el mercado y montos de retorno, el producto más importante es la madera aserrada alcanzando valores relativos de 38% en 1990, y de 20% en el total de las exportaciones de pino oregón realizadas durante 1994.

Ningún otro producto se ha exportado en forma continua durante los últimos 5 años. No obstante, desde hace dos años atrás se observa una tendencia positiva en la exportación de productos de mayor valor agregado, principalmente partes y piezas, cómodas y veladores, camas y cunas.

Por otra parte, con productos de uso final, como muebles y artículos de ornamentación, se han realizado despachos periódicos pero de ínfimos volúmenes, considerados a nivel de muestra.

5.3 PRECIOS DE MERCADO

Los precios que alcanzan los distintos productos exportados a partir de madera de pino oregón se presentan en el anexo VIII.

En lo referente al mercado nacional, es importante destacar que no existe información seriada de precios de trozas de pino oregón, salvo un dato de Diciembre de 1993, en que en Valdivia se canceló la suma de \$ 17.600 / m³.

Para la estimación del precio a "orilla de camino", se emplea la metodología de la homologación comparando el precio de pino radiata, de un mercado conocido, con el de pino oregón para los productos más transados en el país, específicamente madera dimensionada y madera elaborada puesta en barracas en los principales mercados locales (INFOR, 1995c).

CUADRO 18
Precios en mercados locales (\$/m³).

IX Región	MADERA DIMENSIONADA			MADERA ELABORADA		
	1992	1993	1994	1992	1993	1994
PINO OREGON	68.821	89.480	81.612	78.706	98.959	94.806
PINO RADIATA	48.098	57.234	59.954	55.288	66.648	70.079

Fuente: INFOR (1995c)

Del cuadro precedente se puede concluir que la madera dimensionada de pino oregón tiene un valor 45% superior a la de pino radiata. En lo que se refiere a la madera elaborada, en tanto, este precio es 42% mayor en la misma comparación.

6 ANTECEDENTES DENDROMETRICOS

6.1 CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO

La especie ha sido plantada con éxito en países como Holanda, Gran Bretaña, Francia, Alemania, España, Polonia y otros. En Nueva Zelanda alcanza crecimientos medios del orden de los 17,5 a 24,5 m³/ha/año, lo que hace que junto a pino insigne sean las especies exóticas de mayor rendimiento (Bucarey, 1968).

Dentro de los rodales de pino oregón que existen en Chile, se han hecho diversos estudios sobre el desarrollo de la especie, los cuales son fuente de valiosa información en la determinación de las potencialidades para su futuro desarrollo.

Entre estos destaca el de Rocuant (1967), quien indica que las repoblaciones de pino oregón de mayor importancia del país, a esa fecha, se encontraban en las Provincias de Malleco, Cautín y Osorno, situación que no ha variado sustancialmente.

También señala que entre las Provincias de Maule y Malleco es posible obtener bosques maderables de 50 cm de DAP y 30 m de altura en rotaciones de 60 a 70 años, y en la zona de Cautín y Chiloé, las rotaciones pueden ser de 40 años, dependiendo del sitio y de los tipos de manejo que se aplique a los rodales.

En la Provincia de Bío-Bío, la altura alcanzada por esta especie es de 18,7 m a los 22 años. Este valor es ostensiblemente superior a lo obtenido por Rocuant (1967) para la zona de Concepción en un rodal de 19 años, cuya altura se eleva a 6,5 m. A su vez, Brun (1963), observó una altura de 15,5 m a los 22 años en la Provincia de Valdivia.

Por su parte, INFOR (1986) ha observado que, según los antecedentes provenientes de sus ensayos con pino oregón, los valores más altos de crecimiento en volumen se obtienen en las zonas de Lautaro, Temuco y norte de Los Lagos.

Grosse y Kannegiesser (1988) señalan que el crecimiento en los lugares más adecuados para la plantación llega a cifras promedio de 15-20 m³/ha/año. Posteriormente, Grosse (1994) señala que en la costa de la VIII Región y en precordillera de la IX Región, se puede esperar un incremento medio en volumen que supera los 20 m³/ha/año.

De esta manera, en Antiquina (VIII Región), pino oregón presenta incrementos volumétricos de 14 a 24 m³ para un período de 29 años, dependiendo de la densidad del rodal. Por su parte, Keim (1994) señala incrementos anuales periódicos de 47 m³/ha/año a edades que van de los 29 a los 35 años, en rodales plantados en Frutillar, X Región.

Respecto de los incrementos corrientes, Rocuant (1967) presenta valores de 0,55 m, 0,32 m, 0,39 m, 1,14 m, 0,75 m y 0,50 m en altura para rodales situados en las Provincias de Maule (9-12 años), Concepción (19-20 años), Bío-Bío (10-11 años), Cautín (14-15 años), Valdivia (12-13 años) y Osorno (8-9 años) respectivamente. Comparando esta información con la obtenida por Emanuelli (1991), en Bío-Bío, es posible señalar que estas plantaciones presentan mayores incrementos corrientes en altura que rodales establecidos en las Provincias de Maule, Concepción, Bío-Bío, Valdivia y Osorno a la edad correspondiente y un incremento corriente en altura inferior al rodal ubicado en la Provincia de Cautín a los 14-15 años de edad.

Brun (1963), determinó incrementos corrientes de 2,4 cm en DAP, 0,81 m en altura y 0,0099 m³ en volumen para árboles individuales de pino oregón creciendo en la Provincia de Valdivia, a la edad de 22 años. Estos valores son superiores a los registrados por Emanuelli (1991) en la Provincia de Bío-Bío el que alcanzó incrementos corrientes de 0,55 cm en DAP, 3 m en altura y 0,034 m³ en volumen.

Burschel y Huss (1987) indican que pino oregón alcanza la culminación de su crecimiento en altura a los 25 años, y la de su crecimiento en volumen a los 40 años.

A continuación se presentan dos cuadros con una recopilación de información de distintos autores, que indican datos sobre crecimiento de la especie.

CUADRO 19
RESUMEN DE ANTECEDENTES DE ALTURA Y DAP

Localización	Edad (años)	Densidad (árbo/ha)	Altura (m)	IMA de altura (m/año)	DAP (cm)	IMA de DAP (cm/año)	Fuente
Voipir	22	1.379	18	0,83	22	1,00	Contreras y Smith (1973)
Voipir	19	1.170	15	0,77	21	1,11	
Voipir	18	2.322	14	0,76	16	0,86	
Voipir	16	2.036	12	0,72	16	0,97	
LLano Central de Prov. de Malleco	36	1.950	23	0,63	23	0,64	Contreras (1982)
	69	212	39	0,57	53	0,77	
Maule	9 a 12	2.000	5	0,55 a 0,41	6	0,70 a 0,53	Rocuant (1967)
Concepción	19 a 20	1.800	7	0,34 a 0,32	9	0,47 a 0,44	
Arauco	24 a 25	400	21	0,88 a 0,84	40	1,66 a 1,6	
Bio-Bio	10 a 11	1.800	4	0,39 a 0,35	9	0,91 a 0,83	
Malleco	32 a 34	2.400	18	0,55 a 0,51	17	0,54 a 0,5	
Cautín	14 a 15	1.800	16	1,14 a 1,06	19	1,34 a 1,25	
Valdivia	12 a 13	1.800	9	0,75 a 0,7	14	1,16 a 1,07	
Osorno	8 a 9	1.500	4	0,50 a 0,44	7	0,82 a 0,73	
Arauco (Curanilahue)	24		22	0,92			Bucarey (1968)
Fundo el Morro cerca de Collipulli	20 a 22	1.250	19	0,85	27	1,21	Emanuelli (1991)
	14 a 15		12	0,80		1,40	
Nueva Zelanda	22	1.433	20	0,91	31	1,41	Contreras y Smith (1973)
	22	1.334	19	0,86	30	1,35	
	18	2.422	14	0,78	22	1,24	
	18	1.230	14	0,78	22	1,23	

Nota: IMA = Incremento Medio Anual

CUADRO 20

RESUMEN DE ANTECEDENTES DE VOLUMEN

Localización	Edad (años)	Densidad (árb/ha)	Volumen (m3/ha)	IMA (m3/ha/año)	Volumen por árbol (m3)	Fuente
Provincia de Valdivia	12	1.620		13		Brun (1963) cit. por Bucarey (1968)
Voipir	22	1.379	387	18	0,281	Contreras y Smith (1973)
Voipir	19	1.170	242	13	0,205	
Voipir	18	2.322	258	14	0,112	
Voipir	16	2.036	188	12	0,092	
Zona de Villarrica y Loncoche	19			14		
	22			19		
Zona Villarrica	10			8 a 12		Bucarey (1968)
Llanquihue	15			11		INFOR-CORFO (1986)
Malleco	15			19		
Antiquina	16			12		
	21			18		
Llano central de la Prov. de Malleco	36	1.950	630	17		Contreras (1982)
	69	212	630	9		
Nueva Zelanda	22	1.433	409	19		Contreras y Smith (1973)
	22	1.334	401	18		
	18	2.422	184	10		
	18	1.230	178	10		

Nota: IMA= Incremento medio anual

6.2 FUNCIONES DE VOLUMEN Y CRECIMIENTO PARA PINO OREGON, EN RODALES ESTABLECIDOS EN CHILE.

Diversos estudios sobre funciones de volumen y crecimiento realizados en diversos rodales de pino oregón en el país serán indicados en los próximos párrafos.

6.2.1 Funciones de volumen para pino oregón.

6.2.1.1 Funciones locales de volumen para cuatro rodales en Voipir (Contreras y Smith, 1973).

V (en m³) = volumen sólido sin corteza hasta un índice de utilización de 10 cm.

DAP (en cm)

H (en m)

$$V = -0,03857 + 0,00067 \cdot DAP$$

edad = 22 años n = 30 r = 0,92

$$V = -0,02181 + 0,00051 \cdot DAP$$

edad = 19 años n = 30 r = 0,99

$$V = -0,02252 + 0,00037 \cdot DAP$$

edad = 18 años n = 29 r = 0,87

$$V = -0,00421 + 0,00040 \cdot DAP$$

edad = 16 años n = 30 r = 0,92

6.2.1.2 Función general de volumen para los cuatro rodales anteriores (Contreras y Smith, 1973).

$$V = 0,01297 + 0,0000312 \cdot DAP^2 \cdot H$$

r = 0,98 Error Std. = 0,017 m³ s/c

6.2.1.3 Función general de volumen para cuatro rodales cuyas edades fluctúan entre los 15 y 35 años, en Voipir (Grosse, 1988).

$$V = 0,030764 + 0,000028 \cdot DAP^2 \cdot H$$

r = 0,99 Error Std. = 0,083 n = 28

6.2.1.4 Función local de volumen para un rodal puro, y sin manejo, de pino oregón, ubicado en las cercanías de Collipulli (37°56' Lat S; 72° Long. O. Emanuelli, 1991).

V = Volumen sólido sin corteza, en m³, hasta un índice de utilización de 10 cm.

DAP = Diámetro a 1,3 m de altura, en cm.

$$V = -0,073803 + 0,000664 \cdot DAP^2$$

$$r = 0,93 \quad ECM = 13,12\% \quad (12 \geq DAP \geq 33)$$

6.2.1.5 Cuadro de volumen por troza, en base a muestreo en fundo Voipir (Grosse, 1988).

Ecuación ajustada:

$$V = b_0 + b_1 \cdot DAP + b_2 \cdot DAP^2$$

El coeficiente de correlación para la estimación de las trozas 1 a 5 está entre 0,94 y 0,97. Para la troza 6 es de 0,81 y para la troza 7 es de 0,52.

CUADRO 21

VOLUMEN POR TROZA PARA PINO OREGON.

VOLUMEN POR TROZA (M³ SSC.) CONSIDERANDO TROZAS DE 3,35 M DE LARGO; DIAMETRO MENOR S.C. > 10 CM.

CLASE DAP (cm)	TROZA 1	TROZA 2	TROZA 3	TROZA 4	TROZA 5	TROZA 6	VOL. ACUM. (m ³ s.s.c.)
20	0,082	0,078					0,160
25	0,152	0,114	0,108	0,065			0,439
30	0,224	0,156	0,135	0,111	0,080		0,706
35	0,298	0,205	0,172	0,154	0,125		0,954
40	0,374	0,261	0,217	0,195	0,161	0,120	1,328
45	0,452	0,324	0,270	0,234	0,189	0,135	1,604
50	0,532	0,393	0,332	0,271	0,208	0,138	1,874
Error std	0,034	0,018	0,020	0,015	0,019	0,020	

Fuente: Grosse (1988).

6.2.2 Funciones de crecimiento para pino oregón.

6.2.2.1 Ecuación de Gompertz en crecimiento acumulado en DAP, para rodal cercano a Collipulli (Emanuelli, 1991).

$$DAP=28,3946 \cdot EXP(-EXP(1,9993-0,2172 \cdot E))$$

E = edad (años)
DAP (cm)
ECM = 0,36%

6.2.2.2 Ecuación logística en crecimiento acumulado en altura total (Emanuelli, 1991).

$$ALTURA=20,0211/(1+\exp(3,4940-0,2675 \cdot E))$$

E = edad (años)
ALTURA (m)
ECM = 1,24%

6.2.2.3 Ecuación de relaciones polimórficas en crecimiento acumulado en área basal y volumen total (Emanuelli, 1991).

$$AREA\ BASAL=0,0726 \cdot (1-EXP(-0,1630 \cdot E))^{8,0033}$$

E = edad (años)
Area basal (en m²)
ECM = 0,63%

$$VOLUMEN=0,9665 \cdot (1-EXP(0,1127 \cdot E))^{7,9999}$$

E = edad (años)
Volumen (en m³)
ECM = 0,31%

Estas ecuaciones son capaces de describir en forma conveniente el crecimiento acumulado en DAP, área basal y volumen total, de árboles individuales de pino oregón, sin embargo no predicen adecuadamente el crecimiento acumulado en altura total de árboles de esta especie (Emanuelli, 1991). Este autor determina que la curva de crecimiento es baja hasta la edad de 5 años, a partir de la cual, la pendiente aumenta, manteniéndose relativamente constante hasta los 12 años, edad en que los incrementos comienzan a decrecer.

El incremento corriente (ICO) en DAP culmina aproximadamente a los 10 años donde alcanza un valor de 2,4 cm. En cambio el incremento medio anual alcanza un máximo entre los 14 y 15 años de edad, con un valor de 1,4 cm.

Según lo observado en la investigación recientemente citada, la etapa de juventud se extiende hasta los 4 años y a partir de esta edad y hasta los 20 años se presentan tasas de crecimiento constantes, las que comienzan a disminuir a partir de los 20 años.

En cuanto al área basal, la etapa de juventud se prolonga hasta los 8 años aproximadamente, mientras que la etapa de madurez termina a los 20 años de edad, a partir de la cual los incrementos comienzan a decrecer. Respecto al volumen, este autor observa que hasta los 22 años, aún no presenta declinación deduciendo por tanto que no había entrado a su etapa de senectud.

Comparando los valores obtenidos con los otros autores, este estudio concluye que el rodal estudiado se sitúa en un sitio de calidad similar al ocupado por rodales de la zona de Villarrica, superior al de rodales creciendo en las zonas de Concepción y Valdivia, e inferior al de rodales establecidos en la zona de Cautín.

Este rodal presenta mayores incrementos corrientes en altura que rodales establecidos en las Provincias de Maule, Concepción, Bío-Bío, Valdivia y Osorno a la edad correspondiente y un incremento corriente en altura inferior al rodal ubicado en la Provincia de Cautín (Op cit.).

La edad de culminación del incremento corriente en un rodal ubicado en la Provincia de Valdivia es de 15 años en altura total, 20 años en DAP, 25 años en área basal y 40 años en volumen (Brun, 1963).

6.2.3 Factores de forma

6.2.3.1 Factor de forma natural

En el estudio de Emanuelli (1991), el valor medio estimado para el factor de forma natural de la muestra ($n = 24$) es de 0,40 con un coeficiente de variación de 20,5%. El factor de forma máximo calculado es de 0,52 y el mínimo es de 0,17.

Brun (1963) obtiene un factor de forma natural de 0,44 para un rodal ubicado en la Provincia de Valdivia, de 22 años de edad.

Grosse y Kannegiesser (1988) calculan un factor de forma natural promedio de 0,32 para 5 rodales de edades que fluctúan entre 17 y 37 años, ubicados en el fundo Voipir, Villarrica.

6.2.3.2 Factor de forma artificial

La media del factor de forma artificial para los rodales evaluados por Emanuelli (1991) es de 0,40 con un coeficiente de variación de 19,4% y los valores máximo y mínimo de 0,49 y 0,16 respectivamente.

A continuación se resumirán los valores que diferentes investigadores entregan de este parámetro:

Grosse y Kannegiesser (1988)	:	0,37
Emanuelli (1991)	:	0,40
Contreras y Smith (1973)	:	0,41 (22 años) 0,40 (19 años) 0,43 (18 años) 0,42 (16 años)

6.3 CURVA GUIA DE INDICE DE SITIO (RANGO DE EDAD DE 7 A 24 AÑOS) PARA LA PROVINCIA DE VALDIVIA (CONTRERAS, 1982).

$$S = (-0,1999 + \frac{23,9976}{E}) \cdot A$$

Donde

S = Índice de Sitio a la edad clave de 20 años
E = edad en años
A = altura en m

Los valores de la desviación típica permiten recomendar la curva guía en la estimación de los índices de sitio de las plantaciones de pino oregón presentes en la Provincia de Valdivia.

Para aquellos lugares donde la especie no está presente, Contreras (1982) elaboró la siguiente ecuación estimativa del índice de sitio, que permite estimar los índices de sitio a partir de la medición de algunas variables del suelo.

$$IS = 21,0555 - 502,3056 \cdot (BD) + 0,038732 \cdot EC - 0,000137 \cdot (EC)^2$$

Donde:

BD = $1 / C.A.A.$ (mm)
EC = Profundidad del horizonte "A" (cm) x Drenaje
r = 0,837
C.A.A. = Capacidad de agua aprovechable, derivado desde textura y materia orgánica.

El valor de C.A.A. y la profundidad del horizonte A se usaron en la ecuación con los mismos valores obtenidos en terreno o laboratorio.

Se usó la siguiente clasificación del drenaje (Cuadro 22):

CUADRO 22

CLASIFICACION DEL DRENAJE

DRENAJE	INTERNO	EXTERNO	VALOR
Buen drenaje	moderado	moderado	5
Drenaje moderado	rápido	moderado	3
	lento	moderado	3
	moderado	rápido	3
	moderado	lento	3
Drenaje deficiente	rápido	rápido	1
	lento	lento	1
	lento	rápido	1
	rápido	lento	1

Fuente: Contreras (1982).

Jiménez (1994), al evaluar el ensayo de coníferas establecido en Antiquina (Provincia de Arauco) del Instituto Forestal, observa lo siguiente:

El ensayo se encuentra en una zona con 1939 mm de precipitación media anual, clima templado cálido con estación seca y lluviosa semejante. Temperatura media del mes más cálido 17,1°C. Temperatura media del mes más frío 8,9°C. Suelos "Pied Mont", posiblemente originados a partir de cenizas volcánicas y de sedimentos metamórficos, profundos, textura media, horizonte "A" bien desarrollado.

Alturas medias:

10 años 5,8 m

20 años 15,0 m

Incremento periódico anual = 0,93 m entre los 10 y 20 años.

DAP medio:

10 años 9,66 m.

20 años 19,78 m.

Incremento periódico anual = 1,013 m entre los 10 y 20 años.

Supervivencia.

10 años 72%

20 años 66%

Este autor agrega que otras coníferas existentes en este ensayo tales como **Chamaecyparis lawsoniana**, **Picea sitchensis** y **Pinus strobus**, presentaron durante los primeros años bajos incrementos anuales en diámetro para aumentar esta tasa entre los 10 y 20 años. Por su parte, el pino oregón mantuvo un lento crecimiento, para incrementarse notoriamente a partir de los 10 años.

Por otra parte, se ha observado que algunas zonas de Nueva Zelanda el incremento medio anual en volumen alcanza su máximo a los 50 años (Ledgard y Belton, 1985).

7 EVALUACION ECONOMICA

7.1 ANTECEDENTES

7.1.1 Determinación de volúmetrías

Para la determinación de estas variables de estado se consultó Contreras (1982), quien luego de estudiar rodales ubicados en diversas localidades de la zona de Valdivia, define los siguientes índices de sitio.

Clase de sitio +I: I.S. mayor a 24 m de altura a los 20 años
Clase de sitio I: I.S. entre los 20,1 y 24 m de altura.
Clase de sitio II: I.S. entre los 16,1 y 20 m de altura.
Clase de sitio III: I.S. entre los 12,1 y 16 m de altura.
Clase de sitio -III: I.S. menor a los 12 m de altura.

Cabe señalar que la clase de sitio +I corresponde a una proyección de crecimiento factible de esperar bajo condiciones de cultivo, en tanto que la clase -III se obtendría en sitios no aptos para el desarrollo de la especie. Es por esto que los esquemas de manejo que serán enunciados, serán aplicables a los sitios +I (bueno), I (medio) y II (regular).

En base a las relaciones diámetro-edad y altura-edad definidas en las curvas de índice de sitio antes mencionadas, se estimaron para el árbol medio, el diámetro (DAP) y la altura a diferentes edades en cada uno de estos sitios.

A continuación, se estimó el incremento volumétrico total por árbol, a partir de las funciones de crecimiento definidas por Grosse (1988) y Emanuelli (1991), ampliamente analizadas en el capítulo respectivo. Para la obtención del volumen neto, se estableció que éste correspondiese al 90% del volumen bruto, considerando un diámetro de utilización de 10 cm.

7.1.2 Rotación

La plantación se evaluará para una rotación de 30 años, orientada a la producción de trozas pulpables, aserrables, debobinables y para la obtención de madera libre de nudos, según el esquema de manejo que corresponda.

7.2 MARCO DE EVALUACION

La evaluación económica realizada corresponde a un análisis de los costos e ingresos percibidos durante la rotación de la plantación.

Los costos totales se descomponen en costos de establecimiento, costos de manejo, costos de administración, de mantención y de cosecha.

Los ingresos corresponden a la venta de los diversos productos de la plantación a lo largo de la rotación.

La evaluación consideró tres escenarios: uno optimista que representa una situación de costos bajos de establecimiento, manejo, administración y producción, y precios altos para los productos evaluados; un escenario normal donde se evalúa a costos y precios probables y un escenario pesimista que involucra costos altos y precios bajos de los productos.

Estos mismos escenarios se evaluaron sin y con bonificación forestal, a fin de analizar las variaciones producidas en el flujo de fondos, atribuibles al reembolso del 75% de los costos de establecimiento, administración y de las dos primeras podas.

Como indicador de rentabilidad se utilizó el VES (Valor Económico del Suelo) que corresponde al valor actual de los beneficios netos de todas las futuras rotaciones del bosque planificadas sobre dicho suelo, bajo un determinado esquema de manejo (Chacón, 1995). Se eligió este indicador que evalúa bajo el concepto de rotaciones infinitas, ya que permite comparar en términos económicos, diferentes especies manejadas en sus rotaciones particulares.

La definición de valor económico del suelo corresponde a la siguiente fórmula:

$$VES = \frac{VAN * (1+i)^R}{(1+i)^R - 1}$$

donde,

R: Rotación de la especie
i: Tasa de actualización
VAN: Valor Presente Neto

En los resultados se analiza gráficamente este indicador para los escenarios propuestos, de manera de mostrar el área dentro de la cual el inversionista puede especular distintos niveles de utilidades, según el sitio donde se encuentre la plantación y manejo practicado.

Se consideraron tres tasas de actualización; 6%, 8% y 10%, las que se determinaron según el tipo de inversionista, es decir, pequeños, medianos o grandes inversionistas.

Por último, se debe tener presente que, si bien el indicador empleado proyecta infinitas rotaciones de la plantación, para efectos de la evaluación de rentabilidad con bonificación estatal a la forestación, ésta sólo beneficia a la primera de las rotaciones.

Como la evaluación de rentabilidad considera un horizonte infinito, es pertinente establecer una razón de cambio en los precios e ingresos. Sin embargo, en lo que a mano de obra se refiere, la información seriada disponible para nuestro país es más bien reciente y no refleja con claridad un alza en este costo. En el caso de los ingresos por productos de pino oregón, tampoco las fuentes de antecedentes indican un incremento de sus precios. En conclusión, tanto los costos como los ingresos se consideran constantes para esta evaluación.

7.3 SUPUESTOS BASICOS

7.3.1 Indicadores económicos

Los valores utilizados se expresan en pesos (\$) chilenos, actualizados al 15 de Noviembre de 1995, fecha en que regían los siguientes valores referenciales:

Unidad de Fomento (UF): \$ 12.394,7
Dolar observado (US\$): \$ 405,76

7.3.2 Valor de la jornada de trabajo

El valor de la jornada de trabajo para los distintos escenarios evaluados fue el siguiente:

- Escenario Optimista:

El costo de mano de obra equivale al salario mínimo legal, cuyo valor alcanza los \$ 58.900 mensuales, correspondientes a 24 jornadas.

- Escenario Normal:

El costo de la mano de obra corresponde al salario moda pagado por las empresas forestales en nuestro país, fijado para este estudio en \$ 88.350 mensuales.

- Escenario Pesimista:

La mano de obra es evaluada a los salarios máximos pagados para las distintas faenas por las empresas forestales a nivel nacional, el que asciende a \$ 117.800 para los efectos de la evaluación de rentabilidad.

7.4 COSTOS DIRECTOS

A continuación serán descritos los costos involucrados en los diferentes esquemas de manejo. En el anexo III se incluyen tales valores para cada alternativa considerada.

7.4.1 Costos de establecimiento.

Los costos de establecimiento incluyen todos los costos de las faenas de roce, reducción de desechos, construcción de cortafuegos, preparación de suelos, construcción de cercos, control de malezas pre-plantación, plantación, control de malezas post-plantación y fertilización.

De igual forma considera insumos tales como plantas provenientes de vivero, los fertilizantes, herbicidas y productos químicos para el control de conejos, y materiales para el cerco.

7.4.2 Costos de manejo

En los costos de manejo se ha considerado tanto la mano de obra como los insumos y materiales requeridos para la realización de desbroces, fertilizaciones correctivas, raleo a desecho, raleos comerciales y podas según corresponda.

7.4.3 Costos de cosecha

Los costos de cosecha consideran el volteo de los árboles, el madereo con skidder o torre y la construcción de los campamentos. En lo que se refiere a los caminos, estos serán construidos el año anterior al primer raleo comercial en las situaciones manejadas de los sitios de buena y mediana calidad, y previo a la cosecha en el sitio de regular calidad.

7.4.4 Costos de administración

En la evaluación económica de las diferentes alternativas, se supuso que para labores de vigilancia, supervisión y mantenciones menores, el propietario destina anualmente 4 jornadas/ha. Lo anterior, sumado a un costo de seguros contra incendios y desastres naturales vigentes desde el año 0 y hasta el fin de la rotación, conforman el costo de administración por unidad de superficie al año.

Cabe señalar que este seguro, cuyo valor asciende a \$ 3.246/ha, corresponde a la tasa promedio que pagan las empresas forestales por este concepto. El hecho de utilizar la tasa empleada por las empresas se debe a que las compañías de seguros fijan primas muy altas a pequeñas propiedades forestales e incluso existen algunas

compañías que definitivamente no cubren siniestros en este tipo de predios.

El valor de la jornada se consideró según lo estipulado para cada uno de los escenarios mencionados anteriormente, es decir el salario mínimo en la situación optimista, el salario moda en las empresas para el escenario probable y el precio máximo de la jornada pagado por las empresas forestales en nuestro país.

7.4.5 Costos de mantención

Dentro de este ítem se consideran los costos de mantención de los cortafuegos, actividad realizada bianualmente a partir del segundo año.

No se consideran costos de mantención de caminos ya que se trata de un camino estabilizado, el cual para efectos de costos será reconstruido después de la explotación, lo cual corresponde a costo de considerado dentro de este ítem.

7.4.6 Costos de protección forestal

El análisis considera tres aspectos en lo que se refiere a protección: control y combate de incendios, guardería y control de plagas y enfermedades.

7.5 DETERMINACION DEL VALOR DE LOS PRODUCTOS

Para la evaluación económica de estas forestaciones serán considerados los precios que alcance el m³ de los distintos tipos de trozas puesto a orillas de camino en el predio.

Sin embargo, en el mercado local no existe información seriada de trozas de pino oregón, salvo un dato de Diciembre de 1993, que indica para Valdivia un valor de \$17.600/m³. Es por esto que a fin de estimar el precio a orillas de camino, se aplicará el método de homología comparando el pino radiata en el tipo de producto más transado, cuyo mercado es conocido (INFOR, 1995c). Específicamente los productos analizados son madera dimensionada y madera elaborada puesta en barracas.

Según el análisis previo, para la evaluación económica de pino oregón fueron adoptados los precios que aparecen en el siguiente cuadro.

CUADRO 23

PRECIOS DE TROZAS DE PINO OREGON PUESTAS A ORILLAS DE CAMINO

Producto	Precios (\$/m ³)		
	Mínimo	Medio	Máximo
Troza pulpable	8.705	10.363	12.020
Troza aserrable	15.457	19.009	22.561
Troza debobinable	17.222	28.889	40.555

Fuente: Modificado de INFOR (1995c).

Analizando estos precios, se concluye que éstos fluctúan en $\pm 16\%$ para las trozas pulpables, $\pm 19\%$ para el caso de trozas aserrables y ± 40 para trozas debobinables.

En lo que se refiere al volumen pulpable, debe tenerse presente que tiene por el momento algunos problemas de comercialización y por ende, su precio podría fluctuar hacia la baja.

Respecto al precio de las trozas destinadas a la obtención de madera libre de nudos, fue empleado el valor de las trozas debobinables en cada una de las tres situaciones previstas.

Los ingresos percibidos durante la rotación para cada esquema de manejo se detallan en el anexo IV.

7.6 ESQUEMAS DE MANEJO SEGUN EL TIPO DE ESCENARIO

Los esquemas consideran densidades iniciales de 1.250 plantas/ha en manejo de tipo intensivo y extensivo para los sitios bueno y medio respectivamente, y 1.100 árb/ha cuando se analiza una plantación no manejada creciendo en un sitio de regular calidad.

Con estas densidades se persigue un aprovechamiento máximo del sitio considerando distintos factores, entre los que destacan los productos a obtener en cada esquema de manejo, lo cual a su vez depende de la calidad de cada árbol como individuo maderable. Por otra parte, al no contarse aun con un programa de mejoramiento genético, la calidad de las semillas empleadas en vivero no es homogénea por lo que finalmente las plantas que empleadas en la forestación tendrán un comportamiento variable durante los primeros años de la rotación haciendo imprescindible la realización de raleos a desecho y comerciales. Un tercer elemento que debe considerarse es la cantidad de plantas que deben existir por hectárea para acceder a los beneficios de la bonificación forestal, por lo que no serían recomendables densidades bajas.

Para establecer el número de individuos que se cosechará, se consideró una tasa anual de mortalidad natural del 1%, que es la

empleada en los proyectos de forestación con pino insigne. En el cuadro 24 se presenta el número de árboles a manejar en cada uno de los tres sitios.

CUADRO 24

NUMERO DE ARBOLES EN CADA SITIO

	Sitio I	Sitio II	Sitio III
Densidad inicial	1.250	1.250	1.100
Densidad final	410	410	713

El esquema de manejo intensivo involucra la ejecución de un raleo a desecho, dos raleos comerciales y tres podas, para el cumplimiento de los siguientes objetivos: obtener madera libre de nudos y trozas debobinables, aserrables y pulpa, un cilindro central nudoso de 16 cm, incluyendo cicatrización y fuste libre de ramas hasta los 7 u 8 m.

Al momento de la cosecha, se obtendrá un volumen neto compuesto por 10% de trozas foliables, 5% de madera aserrada libres de nudos, 50% de madera nudosa, y 35% de trozas pulpables. Además, el primer raleo comercial agregará productos destinados en su totalidad a la industria de la pulpa, en tanto que el segundo de estos raleos permite obtener un 30% de volumen aserrable y 70% pulpable.

El sitio medio será manejado bajo un esquema extensivo que considera la realización de un raleo a desecho, un raleo comercial y dos podas. Los objetivos de esta plantación son la obtención de trozas aserrables y pulpa, un cilindro central nudoso de 16 cm, incluyendo cicatrización y fuste libre de ramas hasta los 5 a 6 m de altura. Con esto se espera que el 8% del volumen neto a cosechar corresponda a madera aserrada libre de nudos, 57% de madera aserrada nudosa y 35% de madera pulpable. Con el raleo se espera que el 30% del volumen neto sea aserrable y 70% aprovechable como trozas pulpables.

La situación no manejada está destinada a la producción de un 65% de trozas aserrables y 35% pulpables a la edad de 30 años.

La edad a la cual se realizan cada una de las actividades de manejo depende del crecimiento estimado. De esta manera, por ejemplo la primera poda en el sitio I se hace a los 6 años, cuando el árbol medio tiene 9 cm de DAP de modo de obtener un cilindro central nudoso de 16 cm. Con criterios similares fue fijada la edad de los raleos.

En el anexo II se indican las fichas técnicas de cultivo para cada uno de los esquemas de manejo. En ellas se detallan las actividades de manejo, los costos y los rendimientos estimados.

A continuación se indicarán los esquemas de manejo planteados para cada uno de los sitios antes mencionados, los que se diferencian básicamente por el tipo de actividad a realizar y los productos esperados.

CUADRO 25

ESQUEMA DE MANEJO P03011. SITIO I
MANEJO INTENSIVO. ESCENARIO OPTIMISTA

AÑO	DAP (cm)	ALT (m)	VOL. A EXTRAER (m ³ /ha)	ARB. RESIDUAL (n°/ha)	ACTIVIDADES	OBSERVACIONES
0	----	----	-----	1250	Roce Cortafuego Control de malezas pre-plantación Cercos Plantación Control de malezas post-plantación Control de conejos	Roce liviano. Ancho: 4 m. Construido con bulldozer. Control total en forma aérea. Plantas en contenedor de 1 año. Control puntual. Aplicar brodifacum
6	9	6	-----	800	Raleo a desecho Primera poda	Poda a 40% de la altura total de los árboles.
9	15	10	-----	800	Segunda poda	Poda a 40% de la altura total.
12	21	14	40	600	Primer raleo comercial Tercera poda	Camino se construye un año antes. Poda a 40% de la altura total de los árboles.
20	33	24	97	450	Segundo raleo comercial	
30	45	38	480	-----	Cosecha	Considera construcción de campamentos, volteo y madereo con skidder.

CUADRO 26

ESQUEMA DE MANEJO PO3012. SITIO I
ESQUEMA INTENSIVO. ESCENARIO PROBABLE.

AÑO	DAP (cm)	ALT (m)	VOL. A EXTRAER (m ³ /ha)	ARB. RESIDUAL (n°/ha)	ACTIVIDADES	OBSERVACIONES
0	----	----	-----	1250	Roce Reducción de desechos Cortafuego Control de malezas pre-plantación Cercos Plantación Control de malezas post-plantación Control de conejos	Roce mediano. Ordenamiento en fajas mediano. Ancho: 4 m. Construido con bulldozer. Control total en forma aérea. Plantas en contenedor de 1 año. Control puntual. Aplicar brodifacuom
6	9	6	-----	800	Raleo a desecho Primera poda	Poda a 40% de la altura total de los árboles.
9	15	10	-----	800	Segunda poda	Poda a 40% de la altura total.
12	21	14	40	600	Primer raleo comercial Tercera poda	Camino se construye un año antes. Poda a 40% de la altura total de los árboles.
20	33	24	97	450	Segundo raleo comercial	
30	45	38	480	-----	Cosecha	Considera construcción de campamentos, volteo y madereo con skidder.

CUADRO 27

ESQUEMA DE MANEJO PO3013. SITIO I

MANEJO INTENSIVO. ESCENARIO PESIMISTA

AÑO	DAP (cm)	ALT. (m)	ARB. RESIDUAL (arb/ha)	VOL A EXTRAER (m ³ /ha)	ACTIVIDADES	OBSERVACIONES
0	--	---	1250	-----	Roce Reducción de desechos Cortafuego Cercos Control de malezas pre-plantación Plantación Fertilización Control de malezas post-plantación Control de conejos	Efectuar roce pesado. Ordenamiento en fajas. Ancho 4 m. Construido con bulldozer. Control total en forma aérea. Plantas a raíz desnuda. Aplicar 1 gr de gel por planta. Fertilización manual dos hoyos. Control de malezas puntual.
1	---	-----	1250	-----	Desbroce	Desbroce pesado.
6	9	6	800	-----	Raleo a desecho Primera poda	Poda a 40% de la altura total de los árboles.
9	15	10	800	-----	Segunda poda	Poda a 40% de la altura total.
12	21	14	600	40	Primer raleo comercial Tercera poda	El camino se construye el año anterior. Poda a 40% de la altura total de los árboles.
20	33	24	450	97	Segundo raleo comercial	
30	45	38	-----	517	Cosecha	Considera el volteo, madereo con torre y la construcción de campamentos.

CUADRO 28

ESQUEMA DE MANEJO PO3021. SITIO II

MANEJO EXTENSIVO. ESCENARIO OPTIMISTA

AÑO	DAP (cm)	ALTURA (m)	ARB. RESIDUAL (n°/ha)	VOL A EXTRAER (m³/ha)	ACTIVIDADES	OBSERVACIONES
0	----	-----	1250	-----	Roce Control de malezas pre-plantación Cercos Plantación Control de malezas post-plantación Control de conejos	Efectuar roce liviano. Control total en forma aérea. Plantas de 1 año, en contenedor. Control puntual. Aplicar brodifacuom
7	10	6	800	-----	Raleo a desecho Primera poda	Poda a 40% de la altura total de los árboles.
14	21	13	500	57	Raleo comercial Segunda poda	Construcción del camino durante el año anterior. Poda a 40% de la altura total de los árboles.
30	41	33	-----	426	Cosecha	Considera la construcción de campamentos, volteo y madereo con skidder.

CUADRO 29

ESQUEMA DE MANEJO PO3022. SITIO II.

MANEJO EXTENSIVO. ESCENARIO PROBABLE.

AÑO	DAP (cm)	ALTURA (m)	ARB. RESIDUAL (n°/ha)	VOL A EXTRAER (m³/ha)	ACTIVIDADES	OBSERVACIONES
0	----	-----	1250	-----	Roce Reducción de desechos Cortafuegos Cercos Control de malezas pre- plantación Plantación Control de malezas post- plantación Control de conejos	Efectuar roce mediano. Ordenamiento en fajas mediano. Ancho 4 m. Construido con bulldozer. Control total en forma aérea. Plantas de 1 año, en contenedor. Control puntual. Aplicar brodifacuom
1	----	-----	1250	-----	Desbroce	Desbroce mediano.
7	10	6	800	-----	Raleo a desecho Primera poda	Poda a 40% de la altura total de los árboles.
14	21	13	500	57	Raleo comercial Segunda poda	Construcción del camino durante el año anterior. Poda a 40% de la altura total de los árboles.
30	41	33	-----	426	Cosecha	Considera la construcción de campamentos, volteo y madereo con skidder.

CUADRO 30

ESQUEMA DE MANEJO P03023. SITIO II.

MANEJO EXTENSIVO. ESCENARIO PESIMISTA.

AÑO	DAP (cm)	ALTURA (m)	ARB. RESIDUAL (n°/ha)	VOL. A EXTRAER (m³/ha)	ACTIVIDADES	OBSERVACIONES
0	-----	-----	1250	-----	Roce Reducción de desechos Control de malezas pre-plantación Cercos Plantación Fertilización Control de malezas post-plantación Control de conejos	Efectuar roce mediano. Ordenamiento en fajas mediano. Control total en forma aérea. Plantas a raíz desnuda. Aplicación de 1 gr. de gel por planta. Fertilización manual dos hoyos. Control de malezas puntual. Aplicar brodifacuom
1	-----	----- -	1250	-----	Desbroce	Desbroce pesado.
3	2	2	1250	-----	Fertilización	Fertilización manual en un hoyo.
7	10	6	800	-----	Raleo a desecho Primera poda	Poda a 40% de la altura total de los árboles.
14	21	13	500	58	Primer Raleo Comercial Segunda poda	Construir el camino durante el año anterior. Poda a 40% de la altura total de los árboles.
30	41	33	-----	464	Cosecha	Considera el volteo, madereo con torre y la construcción de campamentos.

CUADRO 31

ESQUEMA DE MANEJO PO3031. SITIO III.

SIN MANEJO. ESCENARIO OPTIMISTA.

AÑO	DAP (cm)	ALTURA (m)	ARB. RESIDUAL (n°/ha)	VOL A EXTRAER (m³/ha)	ACTIVIDADES	OBSERVACIONES
0	---	-----	1100	-----	Preparación del suelo Cortafuego Cercos Control de malezas pre-plantación Plantación Fertilización Control de malezas post-plantación Control de conejos	Aradura con tractor agrícola. Ancho 4 m. Construcción con bulldozer. Control total en forma aérea. Plantas de 1 año, en contenedor. Fertilización manual en dos hoyos. Control puntual. Aplicar brodifacuom
30	35	26	-----	450	Cosecha	Considera la construcción de caminos durante el año anterior, el volteo, madereo con skidder y la construcción de campamentos.

CUADRO 32

ESQUEMA DE MANEJO PO3032. SITIO III.

SIN MANEJO. ESCENARIO PROBABLE.

AÑO	DAP (cm)	ALTURA (m)	ARB. RESIDUAL (n°/ha)	VOL A EXTRAER (m³/ha)	ACTIVIDADES	OBSERVACIONES
0	---	-----	1100	-----	Preparación del suelo Roce Cortafuego Cercos Control de malezas pre-plantación Plantación Fertilización Control de malezas post-plantación Control de conejos	Aradura con tractor agrícola. Roce mediano. Ancho 4 m. Construcción con bulldozer. Control total en forma aérea. Plantas de 1 año, en contenedor. Fertilización manual en dos hoyos. Control puntual. Aplicar brodifacum
30	35	26	-----	450	Cosecha	Considera la construcción de caminos durante el año anterior, el volteo, madereo con skidder y la construcción de campamentos.

CUADRO 33

ESQUEMA DE MANEJO PO3033. SITIO III.

SIN MANEJO. ESCENARIO PESIMISTA

AÑO	DAP (cm)	ALTURA (m)	ARB. RESIDUAL (n°/ha)	VOL A EXTRAER (m³/ha)	ACTIVIDADES	OBSERVACIONES
0	---	-----	1100	----- --	Preparación del suelo Roce Reducción de desechos Cortafuego Cercos Control de malezas pre-plantación Plantación Fertilización Control de malezas post-plantación Control de conejos	Subsolado con bulldozer. Roce pesado. Trituración de desechos. Ancho 4 m. Construcción con bulldozer. Control total en forma aérea. Plantas de 1 año, a raíz desnuda. Fertilización manual en dos hoyos. Control puntual. Aplicar brodifacuom
3	---	0,5	935	-----	Fertilización	Fertilización manual en un hoyo.
30	35	26	-----	450	Cosecha	Considera la construcción de caminos durante el año anterior, el volteo, madereo con torre y la construcción de campamentos.

Una vez especificados los esquemas de manejo en cada uno de los tres sitios y escenarios evaluados, y considerando el número de árboles a cosechar, se indica en el cuadro 34 los volúmenes netos extraídos durante la rotación y el crecimiento que ello significa.

CUADRO 34

SUPUESTOS DE LOS ESQUEMAS DE MANEJO

ESQUEMA	VOLUMEN TOTAL COSECHADO (m ³ /ha)	CRECIMIENTO (m ³ /ha/año)
PO3011	617	21
PO3012	617	21
PO3013	654	22
PO3021	483	16
PO3022	483	16
PO3023	522	17
PO3031	450	15
PO3032	450	15
PO3033	450	15

7.7 RESULTADOS

Los antecedentes anteriormente señalados permiten realizar un análisis económico de las plantaciones de pino oregon bajo los distintos esquemas de manejo propuestos. Estos resultados son incluidos en el cuadro siguiente, en el cual se observa la rentabilidad de los proyectos a las diferentes tasas de actualización y, con y sin bonificación estatal.

CUADRO 35

**RESULTADOS DE EVALUACION ECONOMICA PARA PINO OREGON
(miles \$/ha)**

	Indice de Sitio								
	16 < I.S. <= 20			20 < I.S. <= 24			I.S. > 24		
	6%	8%	10%	6%	8%	10%	6%	8%	10%
Sin Bonificación									
Escenario pesimista	-359	-558	-640	-242	-510	-628	-77	-479	-669
Escenario probable	337	-72	-261	495	7	-228	1030	309	-51
Escenario optimista	869	275	-8	1278	548	186	2002	962	436
Con Bonificación									
Escenario pesimista	-256	-458	-544	-110	-384	-509	55	-354	-550
Escenario probable	441	28	-165	625	129	-112	1162	434	68
Escenario optimista	973	375	89	1407	670	302	2134	1087	555

El análisis del cuadro precedente permite establecer que la rentabilidad de los proyectos de forestación con pino oregón varía grandemente al analizar cada uno de los sitios establecidos. De esta manera, plantar pino oregón en un sitio de regular calidad, alcanza una rentabilidad que fluctúa entre \$ 869.000 y \$ -359.000, a la tasa del 6%. Por su parte, la plantación de esta especie en zonas de alta productividad implica ganancias de \$ 2.002.000 o pérdidas que llegan a los \$ -77.000, a la misma tasa y sin bonificación. Existiendo este beneficio, la iniciativa representa ganancias de \$ 973.000 y pérdidas de \$ -256.000/ha.

En los anexos que siguen se pueden encontrar las fichas técnicas de cultivo según el esquema de manejo propuesto, los costos totales por unidad de superficie, los ingresos respectivos, los flujos de caja y los indicadores de rentabilidad empleados para cada una de las tasas evaluadas, lo cuales fundamentan los resultados precedentes.

8 RECOMENDACIONES

El pino oregón es una especie cuya madera es altamente conocida y cotizada en los mercados internacionales, lo que da cierta seguridad para fomentar la masificación de tales plantaciones.

Al momento de considerar invertir en plantaciones con esta especie, hay que tener en cuenta que:

Sus principales usos son, en general, madera de alta calidad, y también madera estructural o chapas.

Según los antecedentes recopilados, para lograr productos de ese tipo, se requieren rotaciones largas e intensivas prácticas de manejo (más de un raleo, podas, etc.), por lo que se debe tener un precio de tal magnitud para sus productos, que permita cubrir y hacer rentable una plantación con tantas exigencias. Si no, probablemente, existirán especies alternativas de más corta rotación y de mejor rentabilidad.

Para lograr una buena producción, y madera de calidad, es importante considerar el mejoramiento genético de la especie, dada su variabilidad entre y dentro de procedencias, dándole prioridad al mejoramiento de caracteres correspondientes a calidad de la madera, más que a crecimiento.

Comparada con pino insigne, la madera de pino oregón es de mejor calidad, y la especie es capaz de desarrollarse en sitios marginales para aquella.

En Chile ya se han detectado algunas zonas de buen crecimiento para la especie, entre las que destacan la zona costera de la VIII Región y la precordillera andina de la VIII y IX regiones. Habría que estudiar también si estas zonas son capaces de producir madera de alta calidad, ya que el ritmo de crecimiento suele estar negativamente correlacionado con la resistencia de ésta, aspecto fundamental si su uso será de tipo estructural.

En cuanto a su manejo, la especie no presenta mayores problemas en su viverización y plantación, siempre que se haga con las técnicas y en los sitios adecuados.

Como recomendaciones para el manejo, se pueden observar las alternativas expuestas en la presente revisión. Por el momento, no existe un esquema de manejo óptimo estudiado para nuestra situación, por lo que sólo se pueden dar ideas generales como las expuestas a lo largo del trabajo y en los esquemas de manejo utilizados para las evaluaciones económicas.

No obstante lo anterior, se concluye que el manejo de pino oregón es una empresa que requiere considerables inversiones, en relación a los ingresos que por sus productos pudieran obtenerse al

cumplirse las rotaciones propuestas en los diferentes esquemas. En este sentido, uno de los aspectos de mayor incidencia en la rentabilidad de estos proyectos es el costo de mano de obra ya que explica en un alto porcentaje las diferencias resultantes tanto en el escenario pesimista como en el optimista respecto de la situación probable. Además, el valor de las plantas tiene un efecto directo, provocando que los costos de forestación de la especie sean ostensiblemente más altos que los actualmente considerados en el sistema de bonificaciones a las plantaciones.

De manera relacionada están aquellos tipos de productos transados en el mercado y de precio conocido. Al respecto se puede indicar que aún no existen operaciones de compraventa de madera libre de nudos, en volumen considerable, que permitan señalar que el mercado a través de los precios que paga por este producto, estaría en condiciones de incentivar las plantaciones y manejo de la especie. De igual forma, en la medida que no exista una oferta de mayor cuantía no se puede reconocer una demanda real por las trozas pulpables de pino oregón.

La modificación de estas dos últimas consideraciones, esto es mayor precio por las trozas pulpables y debobinables, con seguridad incrementaría la rentabilidad de estas iniciativas. Esto se reforzaría al disminuir los costos de las plantas, y aumentar el precio de la madera aserrada.

BIBLIOGRAFIA.

- ALDHOUS, R. 1972.** Nursery practice. London: Her Majesty's Stationary Office. Forestry Commission Bulletin 43. 148 p.
- ANDERSON, W. y GESSEL, S. 1966.** Effects of nursery fertilization on outplanted Douglas-fir. *J. Forestry* 64 (2): 109-112.
- AUSSENAC, G. GRANIER, A. y NAUD, R. 1982.** Influence d'une éclaircie sur la croissance et le bilan hydrique d'une jeune peuplement de Douglas (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). *Canadian Journal of Forest Research* 12(2): 222-231.
- AUSSENAC, G y GRANIER, A. 1988.** Effects of thinning on water stress and growth in Douglas-fir. *Canadian Journal of Forest Research* 18(1): 100-105.
- AUSSENAC, G. y OSWALD, H. 1986.** Ecophysiologie, croissance et sylviculture du Douglas en France. En: IUFRO World Congress, 18th. Proceedings Div 1. Vol 1; Ljubljana, Sept 7-21, 1986: 285-297.
- BAKER, G. 1988.** Seasonal growth characteristic of red beech, Corsican pine, Ponderosa pine, Radiata pine and Douglas fir nursery seedlings. *New Zealand Forestry*. 32(4) 22-24.
- BONNER, T. 1974.** Seeds of woody plants in the United States. USDA, Agricultural Handbook N° 450. 883 p.
- BORER, F. 1982.** Water regime of a dominant Douglas fir stand in a forest stand. *Mitteilungen, -Eidgenössische Anstalt für das Forstliche Versuchswesen, -Switzerland*. 58(1): 3-162.
- BOUTEN, W; HEIMOVAARA, T y TIKTAK, A. 1992.** Spatial patterns of throughfall and soil water dynamics in a Douglas fir stand. *Water Resources Research* 28(12): 3227-3233.
- BRIX, H. 1970.** Effect of light intensity on growth of western hemlock and Douglas-fir seedlings. *Canadian Forest Service Bi-monthly. Research Note*: 34-35.
- BRIX, H. y MITCHELL, A. 1986.** Thinning and nitrogen fertilization effects on soils and tree water stress in a Douglas-fir stand. *Canadian Journal of Forest Research* 16(6): 1334-1338
- BRUN, W. 1963.** Análisis fustal y mecánico de un pino oregón. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia. 61 p.
- BUCAREY, B. 1968.** El género *Pseudotsuga*. *Publicación Científica* 12 de la Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 12 p.

- BURSCHEL, P. y HUSS, J. 1987.** Grundriss des Waldbaus. Ein Leitfaden für Studium und Praxis. Editorial Paul Parey. Hamburg y Berlín, Alemania. 352 p.
- CARMICHEL, L. 1957.** Relation of seeding dates to germination of Douglas-fir seed. Northwest Science 31: 177-182.
- CARLSON, D; SHARROW, S; EMMINGHAN, W y LAVENDER, D. 1994.** Plant soil water relations in forestry and silvopastoral systems in Oregon. Agroforestry Systems 25(1): 1-12.
- CARTER, J. 1983.** Caracterización tecnológica del pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* Mirb. Franco) crecido en la X Región. Tesis de Grado. Instituto de Tecnología de Productos Forestales. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 78 p.
- CHACON, I. 1995.** Decisiones económico-financieras en el manejo forestal. Editorial Universidad de Talca. Talca. Chile. 248 p.
- CHANWAY, P.; RADLEY, A. y HOLL, B. 1989.** Bacterial inoculation of Lodgepole pine, White spruce and Douglas-fir grown in containers. En: Proceedings, International Mountain Forest Nursery Association (agosto 14-18, Bismarck, North Dakota). USDA Forest Service. General Technical Report RM-184: 93-97.
- CHAVASSE, G. 1977.** The significance of planting height as an indicator of subsequent seedling growth. New Zealand Journal of Forestry 22(2): 283-295.
- CHING, K. y LAVENDER, P. 1978.** Seeds. En: Regenerating Oregon's Forests. Clearly, D.; Greaves, D.; Hermann, K. Editores. Oregon State University, Extension Service. Corvallis, Oregon. 287 p.
- CLEARLY, D.; GREAVES, D. y OWSTON, W. 1978.** Seedlings. En: Regenerating Oregon's Forests. Clearly, D.; Greaves, D.; Hermann, K. Editores. Oregon State University, Extension Service. Corvallis, Oregon. 287 p.
- CONTRERAS, M. y SMITH, B. 1973.** Estudio preliminar de incremento y rendimiento de pino oregón *Pseudotsuga menziesii* en la región sur de Chile. Tesis de Grado. Facultad de Ingeniería Forestal. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 78 p.
- CONTRERAS, C. 1982.** Indices de Sitio para pino oregón en la Provincia de Valdivia y sus relaciones con los sitios para pino insigne. Tesis de Grado. Facultad de Ingeniería Forestal. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 52 p. y anexos.
- COWN, J. 1992.** New Zealand Radiata Pine and Douglas-fir. Suitability for Processing. FRI Bulletin 168. Forest Research Institute, Rotorua, Nueva Zelanda. 74 p.

- CURTIS, O. y MARSHALL, D. 1986.** Levels-of-growing-stock cooperative study in Douglas-fir: Report n°8- The LOGS study: twenty years results. USDA For.Serv.Research Paper PNW-356. 113 p.
- DANIEL, W.; HELMS, E. y BAKER, S. 1982.** Principios de Silvicultura. 2da ed. McGraw Hill. México. México. 492 p.
- DELVAUX, Y. 1974.** Contribution á l'étude de l'éducation des peuplements. XIII. Tables pour l'éclaircies numériques. Station de Recherches des Eaux et Forêts. Groenendaal - Hoeilaart. Belgique. Travaux-Série B 38.
- DIAZ-VAZ, E.; CUEVAS, H.; FERNANDEZ, A. e INZUNZA, L. 1988.** Características tecnológicas de *Pseudotsuga menziesii* creciendo en Valdivia. Bosque 9(2): 97-101.
- DICK, Y. 1962.** Period for direct seeding Douglas-fir in the Pacific Northwest. Weyerhaeuser Forestry Res. Note 48. 6p.
- DREW, J. y FLEWELLING, W. 1979.** Stand density management: an alternative approach and its application to Douglas-fir plantations. Forest Science 25(3): 518-532.
- DROPPELMANN, J. 1986.** Evaluación de un ensayo de procedencias de pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) de 17 años de edad (Fundo Las Palmas, Valdivia). Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. Valdivia, 58 p.
- EDGREN, W. 1977.** Field survival and growth of Douglas-fir by age and size of nursery stock. USDA Forest Service Research Paper PNW-217. 6p.
- EDWARDS, G. 1986.** Cone prediction, collection and processing. En: Proceedings: Conifer tree seed in the Inland Mountain West Symposium. Missoula, Montana, August 5-6, 1985. USDA Forest Service General Technical Report INT-203: 78-102.
- EDWARDS, K. 1989.** The effects of mineral nutrition on hardening-off of conifer seedlings. En: Proceedings, International Mountain Forest Nursery Association (agosto 14-18, Bismarck, North Dakota). USDA Forest Service. General Technical Report RM-184. 98-102.
- EMANUELLI, P. 1991.** Funciones locales de volumen y ecuaciones de crecimiento para un rodal de pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) establecido en la precordillera andina de la Provincia de Bío-Bío. Memoria de Título. Facultad de Ciencias Agronómicas, Veterinarias y Forestales, Universidad de Concepción. Concepción. 101 p.

- EVERSOLE, R. 1955.** Spacing tests in a Douglas-fir plantation. Forest Science 1: 14-18.
- FENTON, R. 1976.** Douglas fir profitability. New Zealand Journal of Forestry Science 6(1):80-100.
- FOWELLS, A. 1965.** Silvics of Forest Trees of the United States. USDA Agriculture Handbook 271. 762 p.
- GARMAN, H. 1955.** Regeneration problems and their silvicultural significance in the coastal forest of British Columbia. British Columbia Forest Service Technical Publisher T 41.67 p.
- GERDING, V. 1961.** Control químico de malezas en platabandas de trasplante de un vivero forestal. Tesis de Grado. Departamento de Silvicultura, Facultad de Ingeniería Forestal, Universidad Austral de Chile. Valdivia. 182 p.
- GONZALEZ, M. 1969.** Desarrollo de una plantación de Pino oregón (*Pseudotsuga menziessi* (Mirb.) Franco) durante su primer período vegetativo. Influencia de la calidad de plantas, abonos, sistema y época de plantación. Tesis de Grado. Facultad de Ingeniería Forestal, Universidad Austral de Chile. Valdivia. 66 p.
- GRANIER, A. 1987.** Evaluation of transpiration in a Douglas fir stand by means of sap flow measurements. Tree Physiology 3(4): 309-319.
- GREAVES, D. y HERMANN, K. 1978.** Planting and seeding. En: Regenerating Oregon's Forests. Clearly, D.; Greaves, D.; Hermann, K. Editores. Oregon State University, Extension Service. Corvallis, Oregon. 287 p.
- GREAVES, D.; HERMANN, K. y CLEARLY, D. 1978.** Ecological Principles. En: Regenerating Oregon's Forests. Clearly, D.; Greaves, D.; Hermann, K. Editores. Oregon State University, Extension Service. Corvallis, Oregon. 287 p.
- GROSS, K. 1988.** Net photosintesis, biomass production and water use efficiency in young Norway spruce and Douglas fir, given long-term variations in water supply in the field. Allgemeine Forst und Jagdzeitung 159(11-12): 230-239.
- GROSSE, H. 1988.** Funciones de volumen y factor de forma para *Pseudotsuga menziesii* (pino oregón). Ciencia e Investigación Forestal 2(3): 65-70.
- GROSSE, H. 1994.** Algunas especies forestales promisorias para Chile. Tercer Taller Silvícola: " Diversificación y Silvicultura. Nuevas experiencias": 69-91. Fundación Chile-Grupo Silvícola-CONAF. Concepción. Chile.

- GROSSE, H. y KANNEGIESSER, U. 1988.** Investigación para el manejo de las plantaciones de pino oregón y *Sequoia sempervirens*. Informe final Proyecto INFOR-CORFO. 176 p.
- HARRINGTON, T.; PABST, R. y TAPPEINER, J. 1994.** Seasonal physiology of Douglas-fir sapling: response to microclimate in stands of tanoak or pacific madrone. *Forest Science* 40(1): 59-82.
- HARRIS, M. 1985.** Effects of site and silviculture on wood density of Douglas fir grown in Canterbury Conservancy. *New Zealand Journal of Forestry* 30 (1): 121-132.
- HEDDERWICK, W. 1968.** Prolonged drying of stratified Douglas-fir seed affects laboratory germination. *New Zealand Forest Service Research Leaflet*. 19: 2.
- HERMANN, K. 1964.** Importance of top-root ratios for survival of Douglas-fir seedlings. *Tree Plant. Notes* 64: 7-11.
- _____. 1978. Reproduction Systems. En: *Regenerating Oregon's Forests*. Clearly, D.; Greaves, D.; Hermann, K. Editores. Oregon State University, Extension Service. Corvallis, Oregon. 287 p.
- HERRERA, S. 1968.** Pudrición radicular en plántulas de pino insigne (*Pinus radiata* D. Don), pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*) y nogal negro (*Juglans nigra*). *Agricultura Técnica* 28(1): 43-48.
- INFOR. 1985.** Compendio de tablas auxiliares para el manejo de plantaciones de pino insigne. Santiago, Chile. Manual N°14. 140 p.
- _____. 1995a. Precios de productos forestales chilenos, actualizados al primer semestre de 1994. *Boletín Estadístico* 37. Instituto Forestal. Santiago, Chile. 102 p.
- _____. 1995b. Boletín de precios forestales 49. Instituto Forestal. Santiago. Chile. 102 p.
- _____. 1995c. Antecedentes del mercado de pino oregón. Programa Nacional de Diversificación Forestal. Convenio INFOR/CONAF. Valdivia. Chile.
- INFOR-CONAF. 1995.** Proyecto de desarrollo campesino, Cordillera de la Costa, Cuenca del Río Imperial. 75 p.
- INIA. 1989.** Mapa agroclimático de Chile. Santiago. Chile. 221 p y mapas.
- ISAAC, A. 1943.** Reproductive habits of Douglas-fir. US Forest Service. Charles Lathrop Pack Forestry Foundation. Washington. 107 p.

- ISAAC, A. y DIMOCK, J. 1958.** Silvical characteristics of Douglas-fir var menziessi. USDA, Forest Service. PNW Silvical Series 9.
- KEIM, H. 1994.** Pino oregón: Descripción, silvicultura y evaluación física y económica a partir de antecedentes obtenidos en parcelas permanentes. Tercer Taller Silvícola: "Diversificación y Silvicultura. Nuevas experiencias": 93-102. Fundación Chile-Grupo Silvícola-CONAF. Concepción. Chile.
- JAMES, N. y REVELL, H. 1978.** Some effects of variation in initial stocking levels of Douglas-fir. En James, N. y Bunn, H. (eds). A review of Douglas-fir in New Zealand. FRI Symposium 15: 138-146. 16-19 September, 1974.
- JENKINSON, L. y NELSON, A. 1986.** Winter sowing for production of 1:0 Douglas-fir planting stock. En: Proceedings: Combined Western Forest Nursery Council and Intermountain Nursery Association Meeting, August 12-15, 1986, Tumwater, Washington. USDA Forest Service General Technical Report RM-137: 35-50.
- JIMENEZ, R. 1994.** Evaluación del comportamiento de algunas coníferas introducidas en la Provincia de Arauco. Tesis de Grado. Escuela de Ingeniería Forestal. Facultad de Recursos Naturales. Universidad de Talca. Talca, Chile. 68 p.
- JOLY, R; ADAMS, W. y STAFFORD, S. 1989.** Phenological and morphological responses of mesic and dry site sources of coastal Douglas fir to water deficit. Forest Science 35(4): 987-1005.
- JOHNSTON, R.; GRAYSON, J. y BRADLEY, T. 1967.** Forest Planning. London, Faber & Faber Limited. 541 p.
- KANNEGIESSER, U. 1988.** Descripción básica del pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*). Ciencia e Investigación Forestal 2(3): 57-63.
- _____. 1989. Apuntes sobre pino oregón 2. Regeneración natural de la especie. Ciencias e Investigación Forestal 3(1): 109-117.
- KARL, M. y DOESCHER, P. 1993.** Regulating competition on conifer plantation with prescribed cattle grazing. Forest Science 39(3): 405-418.
- KEATING, B. 1978.** Position statement Wellington Conservancy. FRI Symposium 15: 363-367.
- KOWALIK, P; BORGHETTI, M; BUSONI, E; SANESI, G. y VENDRAMIN G. 1988.** Measured and simulated water relations in a Douglas fir forest during the development of drought in the Apenines, central Italy. Forest Ecology and Management. 25(3-4): 181-194.
- KUNSTMANN, E.; OSORIO, M. y PEREDO, H. 1986.** Identificaciones

micológicas en viveros forestales de la X Región de Chile. Bosque 7(1): 51-56.

- LAMBERT, H. y WEINDENSAUL, C. 1982.** Copper requirements of container-grown conifer seedlings. Canadian Journal Forest Research 12(4): 848-852.
- LAVENDER, P. 1978.** Seeds, cone collection, processing and storage. En: Regenerating Oregon's Forests. Clearly, D.; Greaves, D.; Hermann, K. Editores. Oregon State University, Extension Service. Corvallis, Oregon. 287 p.
- LEDGARD, J. y BELTON, C. 1985.** Exotic trees in the Canterbury High Country. New Zealand Journal of Forestry Science 15(3): 298-323.
- LOPUSHINSKY, W. y MAX, T. 1990.** Effect of soil temperature on root and shoot growth and on budburst timing in conifer seedling transplants. New Forests 4(2): 107-124.
- M^cARDLE, E.; MEYER, H. y BRUCE D. 1961.** The yield of Douglas fir in the Pacific Northwest. USDA. Technical Bulletin 201. 74 p.
- MILLER, E. 1969.** Can auger planting improve survival of Douglas-fir seedlings. USDA Forest Service. Research Note PNW-99. 8 p.
- MILLER, E. y PIENAAR, V. 1973.** Seven year response of 35 year old Douglas-fir to nitrogen fertilizer. USDA Forest Service. Research Paper PNW-165. 24 p.
- MILLER, E. y REUKEMA, L. 1977.** Urea fertilizer increases growth of 20-year-old thinned Douglas-fir on a poor quality site. USDA Forest Service. Research Note PNW-291. 8 p.
- MULLINS, E. y MCKNIGHT, S. (ed.). 1981.** Canadian Woods. Their properties and uses. University of Toronto Press. Toronto, Búfalo y Londres. 389 p.
- OLIVER, D. y MURRAY, D. 1983.** Stand structure, thinning prescriptions and density indexes in a Douglas-fir thinning study, western Washington, USA. Canadian Journal of Forest Research 13: 126-136.
- OSWALD, H. y PARDE, J. 1984.** Le Douglese en France: Sylviculture et production. Revue Forestière Française 36 (Special issue): 56-68.
- PEREZ, V. 1982.** Propiedades mecánicas y asociadas del pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*) creciendo en Chile. Informe Técnico 85. Instituto Forestal. Santiago, Chile. 17 p.
- _____. 1983. Manual de propiedades físicas y mecánicas de maderas chilenas. Documento de Trabajo 47. Instituto Forestal.

Santiago, Chile.

- PRADO, J; BARROS, S; WRANN, J; ROJAS, P; BARROS, D. y AGUIRRE, S. 1986.** Especies forestales exóticas de interés económico para Chile. Santiago, Chile. Instituto Forestal. División Silvicultura; Corporación de Fomento de la Producción. 168 p.
- RADWAN, A; CROUCH, L. y WARD, S. 1971.** Nursery fertilization of Douglas-fir seedlings with different forms of N₂. USDA Forest Service. Research Paper PNW-113. 8 p.
- REUKEMA, L. 1968.** Growth response of 35 year old, Site V Douglas-fir to nitrogen fertilizer. USDA Forest Service. Research Note PNW-86. 9 p.
- _____. 1972. Twenty one year development of Douglas-fir stands repeatedly thinned at varying intervals. USDA Forest Service. Research Paper PNW-141. 23p.
- _____. 1975. Guidelines for precommercial thinning of Douglas-fir. USDA Forest Service. General Technical Report PNW-30. 10 p.
- REUKEMA, L. y BRUCE, D. 1977.** Effects of thinning on yield of Douglas-fir: concepts and some estimates obtained by simulation. USDA Forest Service. General Technical Report PNW-58. 36 p.
- ROCUANT, L. 1967.** Análisis de las plantaciones de pino oregón (*Pseudotsuga menziessi* Mirb. Franco) en Chile. Circular Informativa 18. Escuela de Agronomía. Universidad de Concepción. Concepción. Chile. 27 p.
- RODRIGUEZ, G. 1975.** Antecedentes sobre tres especies forestales exóticas en la Provincia de Malleco. Tesis de Grado. Universidad de Concepción. Los Angeles. 135 p.
- SANTIBAÑEZ, F. y URIBE, M. 1993.** Atlas agroclimático de Chile. Regiones VI - VII - VIII y IX. Universidad de Chile. Ministerio de Agricultura. Fondo de Investigación Agropecuaria. Corporación Nacional de Fomento. Santiago. Chile. 99 p.
- SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR FORSTEN. 1993.** Wertästung. Merkblatt 1. Freistaat Sachsen. Alemania. 10 p.
- SCHOPMEYER, S. Ed. 1974.** Seeds of woody plants in the United States. Agriculture Handbook N°450. USDA Forest Service. Washington D.C. 883 p.
- SERRA, M. 1987.** Dendrología de coníferas y otras gymnospermas. Apuntes Docentes 2. Departamento de Silvicultura. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 264 p.

- SMITH, H. y WALTERS, J. 1961.** Prune large immature Douglas-fir now. University of B.C. Faculty of Forest Research. Research Note 30.
- STAEBLER, R. 1956.** Evidence of shock following thinning on young Douglas-fir. *Journal Forestry* 54:339.
- STROTHMANN, O. 1971.** Douglas-fir survival and growth in response to spring planting date and depth. USDA Forest Service. Research Note PSW-228. 5 p.
- _____. **1972.** Douglas-fir in Northern California: effects of shade on germination, survival and growth. USDA Forest Service. Research Paper PSW-84. 10 p.
- SUTTON, R. 1978.** A selective review of Douglas-fir in North America. *FRI Symposium* 15: 310-322.
- THIVOLLE-CAZAT, A. 1983.** Première éclaircie dans le douglas. *Annales de Recherches Sylvicoles. Afocel* 1984: 339-372.
- TOVAL, G.; VEGA, G.; PUERTO, G. y JENKINSON, L. 1993.** Screening Douglas fir for rapid early growth in Common-Garden. Tests in Spain. USDA Forest Service. Pacific Southwest Research Station. General Technical Report PSW-GTR-146. 43 p.
- VALDIVIESO, J. 1970.** Triazinas y carbón vegetal en siembras de pino oregón. Tesis de Grado. Instituto de Silvicultura y Reforestación, Facultad de Ingeniería Forestal. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 41 p.
- VAN DEN DRIESSCHE, R. 1963.** Nursery experiments with Douglas-fir. *Commonwealth Forest Review* 42 (3): 242-254
- VAN DORSSER, C. 1978.** Nursery practice for Douglas-fir. *FRI Symposium* 15: 204-209.
- WEST, G. 1991.** Douglas fir, Japanese Larch, and European Larch in pure and mixed stands. *New Zealand Journal of Forestry Science* 21(1): 3-9.
- WILLIAMSON, L. 1982.** Response to commercial thinnings in a 110 year old Douglas-fir stand. USDA Forest Service. Research Paper PNW-216. 16 p.
- WORTHINGTON, P. y STAEBLER, R. 1961.** Commercial thinnings of Douglas-fir in the Pacific Northwest. USDA Forest Service Technical Bulletin 1230. 124 p.
- ZAERR, B. y LAVENDER, P. 1972.** Some guidelines for planting 2:0 Douglas-fir in Oregon. A preliminary report. Oregon State University. Sch. Forestry Research Lab. Research Note 53. 3 p.

ANEXO I

CUADRO RESUMEN PINO OREGON

RESUMEN DE LAS CARACTERISTICAS DE PINO OREGON.

Item	Comentario	Citas bibliográficas
Tolerancia y requerimientos	<p>-Especie entre pionera y clímax</p> <p>-Tolerancia media a intensidad de luz baja</p> <p>-Tolerancia media a temperaturas bajas o altas, temperatura media anual es de 10,3°C, siendo la mín. media de 3-6°C.</p> <p>-Alta tolerancia (capaz de sobrevivir y crecer) al stress de humedad en la planta</p> <p>-Tolerancia media a bajos nutrientes</p> <p>- Precipitación mayor a 920 mm.</p> <p>-Requiere humedad del aire alta, oscilando en verano entre 50-60%, observándose a menudo valores de 80-90%.</p> <p>-Humedad del suelo media, logrando un mejor desarrollo en suelos bien drenados.</p> <p>-Requiere suelos con buena aireación y pH ácido(4,5-6,5)</p> <p>-Es recomendable una alta pedregosidad, evita los suelos pesados tanto orgánicos como minerales</p> <p>-Alto riesgo de daño con las heladas tardías. Requiere de al menos 80 días al año libre de heladas.</p> <p>-Muy intolerante a la competencia de raíces</p> <p>-Crece tanto en montañas como planos, desde el nivel del mar hasta los 1.800 msnm</p>	<p>Fawells (1965)</p> <p>Bucarey (1968),</p> <p>Greaves <i>et al.</i> (1978)</p> <p>Burschel y Huss (1987)</p> <p>Toval <i>et al.</i> (1993)</p>
Crecimiento	<p>-Culminación crecimiento en altura a los 25 años</p> <p>-Culminación crecimiento en volumen a los 40 años</p> <p>-Valores más altos de crecimiento en volumen en las zonas de Lautaro, Temuco y norte de Los lagos. En la costa de la VIII Región y precordillera andina de la IX Región, se puede esperar un incremento medio en volumen que supera los 20 m³/ha/año.</p> <p>-Ordenamiento de sitios de mayor a menor productividad (Emanuelli, 1991):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Cautín 2.- Rodal cercano a Collipulli y zona de Villarrica 3.- Zonas de Concepción y Valdivia <p>-Incrementos medios anuales de volumen observados en Chile van de 11 a 18,9 m³/ha/año</p> <p>-Incrementos medios anuales en altura observados en Chile van de 0,32 a 1,14 m/año</p> <p>-Incrementos medios anuales de DAP observados en Chile van de 0,44 a 1,66 cm/año</p>	<p>Bucarey (1968)</p> <p>Contreras y Smith (1973)</p> <p>Contreras (1982)</p> <p>Infor (1986)</p> <p>Burschel y Huss (1987)</p> <p>Grosse (1988)</p> <p>Grosse (1994)</p> <p>Emanuelli (1991)</p>

<p>Producción de semillas</p>	<ul style="list-style-type: none"> -A partir de los 10 años y cerca de 4,5 m de altura -En Chile la maduración de semillas es desde mediados a fines del verano (febrero-marzo) -Diseminación comienza cerca de dos semanas después de su maduración -Producción irregular año a año -Dispersión en un radio de 1,5 veces la altura de los árboles -Rendimiento: árbol maduro creciendo en lugar abierto produce cerca de 450 gr sem/año -Rendimiento: 82.000 sem/kg 	<p>Fowells (1965) Serra (1987) Grosse y Kannegeisser (1988) Kannegiesser (1989)</p>
<p>Recolección de conos</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Período sólo de 2 a 3 semanas -Madurez de la semilla: cuando el tamaño del embrión es un 90% del tamaño de la cavidad de la semilla 	<p>Lavender (1978)</p>
<p>Extracción de semillas</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Colocar los conos en lugar sombreado que permita un paulatino secado al aire y apertura para extraer las semillas -Secar los conos en hornos, a temperaturas de 32° a 43°C, por 2 a 48 hrs -Separación de las semillas con cribas, ventiladores o vibradores 	<p>Schopmeyer (1974) Ching y Lavender (1978)</p>
<p>Almacenamiento semillas</p>	<ul style="list-style-type: none"> -En recipientes sellados -A 6 a 9% de humedad en la semilla -Temperatura: 0° a 4,5°C (si es a largo plazo, a (-5°)) -Mínimo de pureza y viabilidad exigidos: Semillas puras por unidad de peso : 95% Viabilidad : 70% 	<p>Schopmeyer (1974) Ching y Lavender (1978) Lavender (1978)</p>
<p>Tratamientos pregerminativos</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Semillas sufren dormancia -Para Homogenizar y acelerar la germinación se utiliza la estratificación. -Tratamiento: remojo de las semillas en agua, a temperatura ambiente por 24 a 48 horas o hasta que las semillas tengan un contenido de humedad de 60 a 70%, el cual aumenta la velocidad de germinación. -Luego las semillas se deben guardar en bolsas de plástico a una temperatura de 0° a 4,5°C (o de 1° a 5°C) por 6 a 8 semanas en operaciones de vivero. - La estratificación por más de 80 días hace posible la germinación a temperaturas menores 15°C. Períodos más cortos favorecen la velocidad de germinación a 20 y 30°C. 	<p>Schopmeyer (1974) Lavender (1978) Grosse y Kannegiesser (1988).</p>

<p>Viverización</p>	<ul style="list-style-type: none"> -En tubetes o bolsas, a raíz desnuda, en platabandas y luego trasplantadas -Profundidad de siembra: de 3 mm a 1 cm -Epoca de siembra: plantas a ser llevadas a terreno en otoño: siembra a fines de otoño (abril y junio) planta a ser llevadas a terreno en primavera: siembra en invierno En EE.UU, para producir planta 1:0 se recomienda sembrar a mediados de febrero En Chile la siembra para producir plántulas 2:0 ó 1:2 se inicia a más tardar en Septiembre -Densidad final: 190 a 540 plantas/m² -Plantas a raíz desnuda: es conveniente realizar poda de raíces y descalce, para aumentar vigor, resistencia a trasplante, entre otros -Los riegos por aspersión deben mantenerse durante todo el período de emergencia , distanciandose hacia fines de verano, para suprimirse en otoño. -Es sensible a la deficiencia de cobre, requiriendo para su crecimiento óptimo una concentración de 3 ppm en el suelo. -El uso de fertilizantes secundarios (Ca, Mg y B) afectan la densidad de las plántulas emergentes -Las plántulas requieren un 59% de sombra en las primeras etapas de su vida. -Problemas sanitarios: pudrición de raíces con <i>Fusarium spp.</i> entre otros. -Responde bien a inoculaciones con micorizas y bacterias. -Control de malezas debe ser hecho con precaución porque hay productos que producen mortalidad de plantas o afectan su crecimiento. 	<p>Herrera (1968) Valdivieso (1970) Schopmeyer (1974) Clearly <i>et al.</i> (1978) Gerding (1981) Kunstmann <i>et al.</i> (1986) Baker (1988) Grosse y Kannegiesser (1988) Chanway <i>et al.</i> (1989)</p>
---------------------	--	---

<p>Plantación</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Elección de plantas: en base a relación altura/diámetro y no altura -Edad mínima para llevar a terreno: 2 años en vivero. -Algunos autores señalan que en EE.UU a través de siembras en invierno y a principios de primavera se pueden obtener plantas de 1 año para ser llevadas a terreno. -Trasladar las plantas a terreno en completa dormancia -Elección del sitio debe ser de acuerdo a necesidades de la especie. Especial cuidado con zonas con heladas -También se debe elegir el sitio de manera de lograr la mejor calidad en madera, más que el mejor crecimiento (crecimiento está negativamente relacionado con resistencia de la madera) -Parámetro altamente relacionado a crecimiento: precipitación -Epoca de plantación: otoño, invierno o primavera. -En Chile la plantación se ha realizado entre julio y septiembre -Método de plantación más efectivo es para plántulas con poda de raíz, mediante el uso de azadón. -Densidad de plantación: no hay consenso. Ej: 2240 pl/ha; 3090 pl/ha -Muy buena respuesta a fertilización al momento de la plantación -Zona recomendada en Chile para forestación: del río Bío-Bío al sur -Rotación normal en plantaciones comerciales en otros lugares: 50 a 70 años -Realizar cortas de limpieza -La siembra directa es una alternativa viable en terrenos poco accesibles y de topografía escarpada. 	<p>Bucarey (1968) Fenton (1976) Greaves y Hermann (1978) Ledgard y Belton (1985) Jenkinson y Nelson (1986) Burschel y Huss (1987) Baker (1988) Grosse y Kannegiesser (1988) Cown (1992) Chavasse (1977)</p>
-------------------	---	--

Raleos	<p>-El raleo aumenta el rendimiento útil de un bosque, siendo este efecto sobre la calidad de la madera.</p> <p>-Recomendable realizar un raleo precomercial o a desecho cuando los árboles presentan una altura promedio entre 3 y 5 m.</p> <p>-La intensidad del raleo se expresa a través de índices de densidad, los más usados son número de árboles, extrayendo un 25-33%, y sin disminuir el área basal más allá de un 40%.</p> <p>-Raleo de desecho a los 20 años dejando 740 árboles/ha.</p> <p>- Raleo comercial a los 35 años dejando 370 árboles/ha.</p> <p>-Otra tendencia indica que el primer raleo debe efectuarse durante los 10 primeros años de la plantación</p> <p>-La altura es independiente de la densidad del rodal, por lo que el efecto del raleo es sobre el crecimiento en altura es bajo, incluso puede ser negativo</p> <p>-Arboles jóvenes presentan buena respuesta al raleo, pero raleos muy drásticos puede producir pérdida de crecimiento en altura</p> <p>-Densidad de la madera no se vería afectada por el raleo</p> <p>-Densidad final aconsejada para Chile por Bucarey (1968): 100 árb/ha</p>	<p>Fowells (1965) Bucarey (1968) Fenton (1976) Grosse y Kannegiesser (1988) Toval <i>et al.</i> (1993) Harris (19..)</p>
Poda	<p>-Poda natural muy lenta</p> <p>-Poda artificial es imprescindible para obtener madera de buena calidad</p> <p>-Posible esquema de poda: si la meta final son árboles de unos 45 cm de diámetro, la primera poda se debe hacer hasta los 2 a 3 m cuando los individuos alcancen un DAP de 10 a 12 cm y la siguiente a los 6 m cuando alcancen un DAP de 12 a 16 cm</p>	<p>Fowells (1965) Bucarey (1968) Cown (1992) Sächsische Land. für For. (1993)</p>
Fertilización	<p>-Principal elemento limitante para el crecimiento en la costa Noroeste de EE.UU es el nitrógeno.</p> <p>-Se incorpora la suelo a través de urea y nitrato de amonio.</p> <p>-Se aplican también fertilizantes compuestos que aportan N, P, K y S.</p> <p>-El incremento en diámetro, altura y volumen pueden aumentar en 30, 37 y 55% respectivamente con una dosis de 160 Kg de N/ha.</p> <p>-Al combinar la fertilización con un raleo previo se produce un efecto sinérgico, lográndose aumentos de más de un 100% del crecimiento con la combinación, comparado con aprox. un 50% si sólo se fertiliza o se ralea.</p>	
Cosecha	<p>Generalmente tala rasa, a no ser que se quiera regenerar el bosque naturalmente</p>	<p>Hermann (1978)</p>

<p>Aspectos genéticos</p>	<p>-Presenta amplia variabilidad genética entre procedencias y dentro de procedencias, lo que permitiría mejorar genéticamente</p> <p>-En general las mejores procedencias para climas mediterráneos (en cuanto a crecimiento en altura) corresponden a procedencias de climas con estaciones de crecimiento prolongadas, regímenes lluviosos favorables, suelos de buen drenaje e inviernos fríos pero no rigurosos, con alta influencia costera</p> <p>-Densidad de la madera es parámetro fundamental a seleccionar genéticamente. Presenta alta variabilidad entre procedencias.</p> <p>-Para Valdivia y Villarrica, los mejores valores obtenidos en crecimiento corresponden a procedencias de altitudes bajas de la costa de Oregon y Washington.</p> <p>-Para Valdivia los mejores resultados son con procedencias de la costa de Oregon</p>	<p>Rocuant (1970) Droppelmann (1986) Toval et al. (1993) Harris (s.f.)</p>
<p>Madera</p>	<p>-Usos: madera aserrada, tablero contrachapado, construcciones, como madera estructural, postes, pilotes, durmientes de trenes, puentes, estacas para minas, crucetas, marcos, puertas y ventanas, pisos, muebles, chapas y terciados, terminaciones de interiores, cajones, envases, tonelería, madera laminada, para pulpa kraft, construcción de botes y barcos</p> <p>-Propiedades de la madera de Nueva Imperial son menores que las de Villarrica, y las de ésta última son similares a las de pino oregón creciendo en la costa de U.S.A.</p> <p>-En general propiedades de pino oregón son mejores que las de pino insigne</p> <p>-Propiedades de la madera sufren gran influencia genética y del sitio, por lo tanto se deben considerar ambos aspectos según el o los productos que se espera obtener</p>	<p>Mullins y McKnight (1981) Pérez (1982) Pérez (1983) Cown (1992)</p>

ANEXO II
FICHAS TECNICAS

FICHA TECNICA PINO OREGON

PO3011: Pino oregón, rotación 30 años, sitio 1.
 Modalidad 1: Costos bajos - Precios altos
 Tipo de manejo: Intensivo
 Objetivos: Producción madera libre de nudos- debobinable- aserrable- pulpable

Valor dolar (15/11/1995) 405,76 \$
 Valor U.F. (15/11/1995) 12394,7 \$
 Volumen Primer Raleo 40 m³
 Volumen Segundo Raleo 97 m³
 Volumen a Cosechar 480 m³
 Superficie base 5 ha

Labores	Año	Época del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
1.- Preparación del sitio											
1.1.- Roca											
Mano de obra	0	Octubre-Febrero	3	jor/ha	2454	\$/jor			7362	18,1	0,59
Ropa de seguridad					32	\$/jor			97	0,2	0,01
Materiales					40	\$/jor			119	0,3	0,01
1.2.- Cortafuego (ancho 4 m)											
Maquinaria	0	Enero-Febrero	1,86	h/km	25200	\$/h	210	m.l./ha	9843	24,3	0,79
1.3.- Construcción de cercos											
Mano de obra	0	Enero-Marzo	6	jor/ha	2454	\$/jor			15480	38,1	1,25
Ropa de seguridad					32	\$/jor			204	0,5	0,02
Insumos									41086	101,3	3,31
1.4.-Control de malezas preplantación											
Aéreo	0	Mayo			9456	\$/ha			9456	23,3	0,76
Ropa de seguridad					0	\$/jor			0	0,0	0,00
Materiales					0	\$/jor			0	0,0	0,00
Insumos			4,5	l Gilfosato/ha	3186	\$/l			14337	35,3	1,16
1.5.- Control de lagomorfos											
	0	Marzo-Mayo			4354	\$/ha			4354	10,7	0,35

Labores	Año	Época del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
2.- Plantación											
2.1.- Plantación	0	15 mayo-15 Agosto									
Mano de obra			550	pl/jor	2454	\$/jor			5577	13,7	0,45
Ropa de seguridad					32	\$/jor			74	0,2	0,01
Materiales					26	\$/jor			59	0,1	0,00
Insumos			1250	pl/ha	40	\$/pl			50000	123,2	4,03
Fletes					1800	\$/ha			1800	4,4	0,15
3.- Cuidados posteriores											
3.1.- Control de malezas postplantación	0	Septiembre-Octubre									
Mano de obra			0,5	jor/ha	2454	\$/jor			1227	3,0	0,10
Ropa de seguridad					42	\$/jor			21	0,1	0,00
Materiales					14	\$/jor			7	0,0	0,00
Insumos			0,7	l Hexazinona /ha	9608	\$/l			6726	16,6	0,54
4.- Manejo											
4.1.- Raleo a desecho	6	Todo el año de preferencia en Primavera-Verano									
Mano de obra			2	jor/ha	2454	\$/jor			4908	12,1	0,40
Ropa de seguridad					15	\$/jor			29	0,1	0,00
Materiales					56	\$/jor			112	0,3	0,01
4.2.- Primera poda	6	Todo el año de preferencia en Primavera-Verano									
Mano de obra			10	jor/ha	2454	\$/jor			24540	60,5	1,98
Ropa de seguridad					10	\$/jor			104	0,3	0,01
Materiales					7	\$/jor			74	0,2	0,01
4.3.- Segunda poda	9	Todo el año de preferencia en Primavera-Verano									
Mano de obra			12	jor/ha	2454	\$/jor			29448	72,6	2,38
Ropa de seguridad					10	\$/jor			125	0,3	0,01
Materiales					16	\$/jor			189	0,5	0,02
4.4.- Primer raleo comercial	12	Primavera-Verano									
Mano de obra			4	m3/jor	2454	\$/jor	11	jor/ha	28046	69,1	2,26
Marcación			500	arb/jor	2454	\$/jor	0,4	jor/ha	982	2,4	0,08
Ropa de seguridad					15	\$/jor			167	0,4	0,01
Materiales					56	\$/jor			639	1,6	0,05

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
4.5.- Tercera poda	12	Todo el año de preferencia en Primavera-Verano	7	jor/ha	2454	\$/jor	0,3	jor/ha	17178	42,3	1,39
Mano de obra			500	arb/jor	2454	\$/jor			736	1,8	0,06
Marcación					10	\$/jor			73	0,2	0,01
Ropa de seguridad					16	\$/jor			110	0,3	0,01
Materiales											
4.6.- Segundo raleo comercial	20	Primavera-Verano	5	m3/jor	2454	\$/jor	19	jor/ha	47608	117,3	3,84
Mano de obra					15	\$/jor			283	0,7	0,02
Ropa de seguridad					56	\$/jor			1085	2,7	0,09
Materiales											
5.- Mantención											
5.1.- Mantención cortafuego		Octubre-Noviembre	2,33	h/km	15000	\$/h	210	m.l./ha	7340	18,1	0,59
6.- Cosecha											
6.1.- Volteo	30	Todo el año por camino estabilizado	12	m3/jor	2454	\$/jor	40	jor/ha	98160	241,9	7,92
Mano de obra					15	\$/jor			584	1,4	0,05
Ropa de seguridad					56	\$/jor			2236	5,5	0,18
Materiales											
6.2.- Madereo	30	Todo el año por camino estabilizado	40	m3/jor	2556	\$/m3	12	jor/ha	1227018	3024,0	99,00
Maquinaria											
6.3.- Construcción de caminos		Primavera-Verano, año anterior al primer raleo comercial			413	\$/ha			198446	489,1	16,01
6.4.- Campamentos		Todo el año			41	\$/m3			19440	47,9	1,57

FICHA TECNICA PINO OREGON

PO3012: Pino oregón, rotación 30 años, sitio 1.
 Modalidad 2: Costos medios - Precios medios
 Tipo de manejo: Intensivo
 Objetivos: Producción madera libre de nudos- debobinable- aserrable- pulpable

Valor dolar (15/11/1995) 405,76 \$
 Valor U.F. (15/11/1995) 12394,7 \$
 Volumen Primer Raleo 40 m³
 Volumen Segundo Raleo 97 m³
 Volumen a Cosechar 480 m³
 Superficie base 5 ha

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
1.- Preparación del sitio											
1.1.- Roce	0	Octubre-Febrero									
Mano de obra			6	jor/ha	3681	\$/jor			22086	54,4	1,78
Ropa de seguridad					36	\$/jor			216	0,5	0,02
Materiales					44	\$/jor			265	0,7	0,02
1.3.- Reducción de desechos	0	Diciembre-Marzo							65000	160,2	5,24
Ordenamiento en fajas											
1.4.- Cortafuego (ancho 4 m)	0	Enero-Febrero									
Maquinaria			1,86	h/km	28000	\$/h	210	m.l./ha	10937	27,0	0,88
1.5.- Construcción de cercos	0	Enero-Marzo									
Mano de obra			6	jor/ha	3681	\$/jor			23190	57,2	1,87
Ropa de seguridad					36	\$/jor			227	0,6	0,02
Insumos									45652	112,5	3,68
1.6.-Control de malezas preplantación	0	Mayo									
Aéreo					10638	\$/ha			10638	26,2	0,86
Ropa de seguridad					0	\$/jor			0	0,0	0,00
Materiales					0	\$/jor			0	0,0	0,00
Insumos			7,5	l Glifosato/ha	3540	\$/l			26550	65,4	2,14
1.7.- Control de lagomorfos	0	Marzo-Mayo									
					4838	\$/ha			4838	11,9	0,39

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
2.- Plantación											
2.1.- Plantación	0	15 mayo-15 Agosto									
Mano de obra			450	pl/jor	3681	\$/jor			10225	25,2	0,82
Ropa de seguridad					36	\$/jor			100	0,2	0,01
Materiales					29	\$/jor			80	0,2	0,01
Insumos			1250	pl/ha	80	\$/pl			100000	246,5	8,07
Fletes					2450	\$/ha			2450	6,0	0,20
3.- Cuidados posteriores											
3.1.- Control de malezas postplantación	0	Septiembre-Octubre									
Mano de obra			0,5	jor/ha	3681	\$/jor			1841	4,5	0,15
Ropa de seguridad					47	\$/jor			23	0,1	0,00
Materiales					18	\$/jor			8	0,0	0,00
Insumos			0,7	l Hexazinona /ha	10676	\$/l			7473	18,4	0,60
3.2.- Desbroce	1	Primavera-Verano									
Mano de obra			5,5	jor/ha	3681	\$/jor			20246	49,9	1,633
Ropa de seguridad					26	\$/jor			145	0,4	0,012
Materiales					40	\$/jor			220	0,5	0,018
4.- Manejo											
4.1.- Raleo a desecho	6	Todo el año de preferencia en Primavera-Verano									
Mano de obra			2	jor/ha	3681	\$/jor			7362	18,1	0,59
Ropa de seguridad					16	\$/jor			32	0,1	0,00
Materiales					62	\$/jor			124	0,3	0,01
4.2.- Primera poda	6	Todo el año de preferencia en Primavera-Verano									
Mano de obra			10	jor/ha	3681	\$/jor			36810	90,7	2,97
Ropa de seguridad					12	\$/jor			116	0,3	0,01
Materiales					8	\$/jor			82	0,2	0,01

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total						
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)				
4.3.- Segunda poda	9	Todo el año de preferencia en Primavera-Verano	12	jor/ha	3681	\$/jor			44172	108,9	3,56				
Mano de obra					12	\$/jor			139	0,3	0,01				
Ropa de seguridad					17	\$/jor			210	0,5	0,02				
Materiales															
4.4.- Primer raleo comercial	12	Primavera-Verano	4	m3/jor	3681	\$/jor	11	jor/ha	42089	103,7	3,39				
Mano de obra					500	arb/jor			3681	\$/jor	0,4	jor/ha	1472	3,6	0,12
Marcación									16	\$/jor			186	0,5	0,01
Ropa de seguridad									62	\$/jor			710	1,7	0,06
Materiales															
4.5.- Tercera poda	12	Todo el año de preferencia en Primavera-Verano	7	jor/ha	3681	\$/jor	0,3	jor/ha	25767	63,5	2,08				
Mano de obra					500	arb/jor			3681	\$/jor			1104	2,7	0,09
Marcación									12	\$/jor			81	0,2	0,01
Ropa de seguridad									17	\$/jor			122	0,3	0,01
Materiales															
4.6.- Segundo raleo comercial	20	Primavera-Verano	5	m3/jor	3681	\$/jor	19	jor/ha	71411	176,0	5,76				
Mano de obra									16	\$/jor			315	0,8	0,03
Ropa de seguridad									62	\$/jor			1205	3,0	0,10
Materiales															
5.- Mantención cortafuego		Octubre-Noviembre	2,50	h/km	15000	\$/h	210	m.l.ha	7875	19,4	0,64				

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
6.- Cosecha											
6.1.- Volteo	30	Todo el año por camino estabilizado.	12	m3/jor	3681	\$/jor	40	jor/ha	147240	362,9	11,88
Mano de obra					16	\$/jor			649	1,6	0,05
Ropa de seguridad					62	\$/jor			2485	6,1	0,20
Materiales											
6.2.- Madereo	30	Todo el año por camino estabilizado.	40	m3/jor	2812	\$/m3	12	jor/ha	1349720	3326,4	108,89
Maquinaria (Skidder)											
6.3.- Construcción de caminos		Primavera-Verano, año anterior al raleo comercial.			459	\$/m3			220493	543,4	17,79
6.4.- Campamentos		Todo el año			45	\$/m3			21600	53,2	1,74

FICHA TECNICA PINO OREGON

PO3013: Pino oregón, rotación 30 años, sitio 1.
 Modalidad 3: Costos altos - Precios bajos
 Tipo de manejo: Intensivo
 Objetivos: Producción madera libre de nudos- debobinable- aserrable- pulpable

Valor dolar (15/11/1995) 405,76 \$
 Valor U.F. (15/11/1995) 12394,7 \$
 Volumen Primer Raleo 40 m³
 Volumen Segundo Raleo 97 m³
 Volumen a Cosechar 517 m³
 Superficie base 5 ha

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
1.- Preparación del sitio											
1.1.- Roce	0	Octubre-Febrero									
Mano de obra			24	jor/ha	4908	\$/jor			117792	290,3	9,503
Ropa de seguridad					40	\$/jor			950	2,3	0,077
Materiales					48	\$/jor			1162	2,9	0,094
1.2.- Reducción de desechos	0	Diciembre-Marzo							110000	271,1	8,875
1.3.- Cortafuego (ancho 4 m)	0	Enero-Febrero									
Maquinaria			1,86	h/km	30800	\$/h	210	m.l./ha	12030	29,6	0,971
1.4.- Construcción de cercos	0	Enero-Marzo									
Mano de obra			6	jor/ha	4908	\$/jor			30920	76,2	2,495
Ropa de seguridad					40	\$/jor			249	0,6	0,020
Insumos									50217	123,8	4,051
1.5.-Control de malezas pre-plantación	0	Mayo									
Aéreo					11820	\$/ha			11820	29,1	0,954
Ropa de seguridad					0	\$/jor			0	0,0	0,000
Materiales					0	\$/jor			0	0,0	0,000
Insumos			11,0	l Glifosato/ha	3894	\$/l			42834	105,6	3,456
1.6.- Control de lagomorfos	0	Marzo-Mayo									
					5322	\$/ha			5322	13,1	0,429

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
2.- Plantación											
2.1.- Plantación	0	15 Mayo- 15 Agosto									
Mano de obra			350	pl/jor	4908	\$/jor			17529	43,2	1,414
Ropa de seguridad					40	\$/jor			141	0,3	0,011
Materiales					29	\$/jor			103	0,3	0,008
Insumos			1250	pl/ha	120	\$/pl			150000	369,7	12,102
Gel			1	g/pl	6405	\$/kg	1250	g/ha	8006	19,7	0,646
Fletes					3100	\$/ha			3100	7,6	0,250
2.2.- Fertilización	0	Septiembre									
Mano de obra			650	pl/ha	4908	\$/jor	1250	arb/ha	9438	23,3	0,761
Ropa de seguridad					40	\$/jor			76	0,2	0,006
Materiales					2	\$/jor			4	0,0	0,000
Insumos			100	kg NPK/ha	148	\$/kg			14795	36,5	1,194
3.- Cuidados posteriores											
3.1.- Control de malezas post-plantación	0	Septiembre-Octubre									
Mano de obra			0,5	jor/ha	4908	\$/jor			2454	6,0	0,198
Ropa de seguridad					52	\$/jor			26	0,1	0,002
Materiales					16	\$/jor			8	0,0	0,001
Insumos			0,7	l Hexazinona /ha	11744	\$/l			8221	20,3	0,663
3.2.- Desbroce	1	Primavera-Verano									
Mano de obra			5,5	jor/ha	4908	\$/jor			26994	66,5	2,178
Ropa de seguridad					40	\$/jor			218	0,5	0,018
Materiales					44	\$/jor			242	0,6	0,020
4.- Cuidados posteriores (Año 2 y 3)											
4.1.- Desbroce	2	Primavera-Verano									
Mano de obra			5,5	jor/ha	4908	\$/jor			26994	66,5	2,178
Ropa de seguridad					40	\$/jor			218	0,5	0,018
Materiales					44	\$/jor			242	0,6	0,020

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total											
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)									
5.- Manejo																				
5.1.- Raleo a desecho	6	Todo el año, de preferencia en Primavera	2	jor/ha	4908	\$/jor			9816	24,2	0,792									
Mano de obra												18	\$/jor	36	0,1	0,003				
Ropa de seguridad												68	\$/jor	137	0,3	0,011				
Materiales																				
5.2.- Primera poda	6	Todo el año, de preferencia en Primavera-Verano	10	jor/ha	4908	\$/jor			49080	121,0	3,960									
Mano de obra												13	\$/jor	127	0,3	0,010				
Ropa de seguridad												9	\$/jor	90	0,2	0,007				
Materiales																				
5.3.- Segunda poda	9	Todo el año, de preferencia en Primavera-Verano	12	jor/ha	4908	\$/jor			58896	145,1	4,752									
Mano de obra												13	\$/jor	153	0,4	0,012				
Ropa de seguridad												19	\$/jor	231	0,6	0,019				
Materiales																				
5.4.- Primer raleo comercial	12	Primavera-Verano	4	m3/jor	4908	\$/jor	13	jor/ha	63103	155,5	5,091									
Mano de obra												500	arb/jor	4908	\$/jor	0,4	jor/ha	1963	4,8	0,158
Marcación														18	\$/jor			230	0,6	0,019
Ropa de seguridad														68	\$/jor			878	2,2	0,071
Materiales																				
5.5.- Tercera poda	12	Todo el año, de preferencia en Primavera-Verano	7	jor/ha	4908	\$/jor			34356	84,7	2,772									
Mano de obra												500	arb/jor	4908	\$/jor	0,3	jor/ha	1472	3,6	0,119
Marcación														13	\$/jor			89	0,2	0,007
Ropa de seguridad														19	\$/jor			135	0,3	0,011
Materiales																				
5.6.- Segundo raleo comercial	20	Primavera-Verano	5	m3/jor	4908	\$/jor	19	jor/ha	95215	234,7	7,682									
Mano de obra														18	\$/jor			346	0,9	0,028
Ropa de seguridad														68	\$/jor			1326	3,3	0,107
Materiales																				
6.- Mantenimiento																				
6.1.- Mantenimiento cortafuego		Octubre-Noviembre	2,67	h/km	15000	\$/h	210	m.l./ha	8411	20,7	0,679									

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
7.- Cosecha											
7.1.- Volteo	30	Todo el año por camino estabilizado	12	m3/jor	4908	\$/jor	43	jor/ha	211453	521,1	17,060
Mano de obra					18	\$/jor			789	1,9	0,062
Ropa de seguridad					68	\$/jor			2944	7,3	0,237
Materiales											
7.2.- Madereo	30	Todo el año por camino estabilizado	52,0	m3/jor	3368	\$/m3	10	jor/ha	1741157	4291,1	140,476
Maquinaria (Torre de madereo)											
7.3.- Construcción de caminos	29	Primavera-Verano			499	\$/m3			258019	635,9	20,817
7.4.- Campamentos		Todo el año			50	\$/m3			25592	63,1	2,065

FICHA TECNICA PINO OREGON

PO3021: Pino oregón, rotación 30 años, sitio 2,
 Modalidad 1: Costos bajos - Precios altos
 Tipo de manejo: Extensivo
 Objetivos: Producción madera aserrable- pulpable

Valor dolar (15/11/1995) 405,76 \$
 Valor U.F. (15/11/1995) 12394,7 \$
 Volumen Primer Raleo 57 m³
 Volumen a Cosechar 428 m³
 Superficie base 5 ha

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
1.- Preparación del sitio											
1.1.- Roca	0	Octubre-Febrero									
Mano de obra			3	jor/ha	2454	\$/jor			7362	18,1	0,594
Ropa de seguridad					32	\$/jor			97	0,2	0,008
Materiales					40	\$/jor			119	0,3	0,010
1.2.- Cortafuego (ancho 4 m)	0	Enero-Febrero									
Maquinaria			1,86	h/km	25200	\$/h	210	m.l/ha	9843	24,3	0,794
1.3.- Construcción de cercos	0	Enero-Marzo									
Mano de obra			6	jor/ha	2454	\$/jor			15460	38,1	1,247
Ropa de seguridad					32	\$/jor			204	0,5	0,016
Insumos									41086	101,3	3,315
1.4.-Control de malezas pre-plantación	0	Mayo									
Aéreo					9456	\$/ha			9456	23,3	0,763
Ropa de seguridad					0	\$/jor			0	0,0	0,000
Materiales					0	\$/jor			0	0,0	0,000
Insumos			4,5	l Glifosato/ha	3186	\$/l			14337	35,3	1,157
1.5.- Control de lagomorfos	0	Marzo-Mayo									
					4354	\$/ha			4354	10,7	0,351

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
2.- Plantación											
2.1.- Plantación	0	15 Mayo- 15 Agosto									
Mano de obra			550	pl/jor	2454	\$/jor			5577	13,7	0,450
Ropa de seguridad					32	\$/jor			74	0,2	0,006
Materiales					26	\$/jor			59	0,1	0,005
Insumos			1250	pl/ha	40	\$/pl			50000	123,2	4,034
Fletes					1800	\$/ha			1800	4,4	0,145
3.- Cuidados posteriores											
3.1.- Control de malezas post-plantación	0	Septiembre-Octubre									
Mano de obra			0,5	jor/ha	2454	\$/jor			1227	3,0	0,099
Ropa de seguridad					42	\$/jor			21	0,1	0,002
Materiales					14	\$/jor			7	0,0	0,001
Insumos			0,7	l Hexazinona /ha	9608	\$/l			6726	16,6	0,543
4.- Manejo											
4.1.- Raleo a desecho	7	Todo el año, de preferencia en Primavera-Verano									
Mano de obra			2	jor/ha	2454	\$/jor			4908	12,1	0,396
Ropa de seguridad					15	\$/jor			29	0,1	0,002
Materiales					56	\$/jor			112	0,3	0,009
4.2.- Primera poda	7	Todo el año, de preferencia en Primavera-Verano									
Mano de obra			10	jor/ha	2454	\$/jor			24540	60,5	1,980
Ropa de seguridad					10	\$/jor			104	0,3	0,008
Materiales					7	\$/jor			74	0,2	0,006
4.3.- Primer raleo comercial	14	Primavera-Verano									
Mano de obra			4	m3/jor	2454	\$/jor	16	jor/ha	39965	98,5	3,224
Marcación			500	arb/jor	2454	\$/jor	0,4	jor/ha	982	2,4	0,079
Ropa de seguridad					15	\$/jor			238	0,6	0,019
Materiales					56	\$/jor			910	2,2	0,073
4.4.- Segunda poda	14	Todo el año, de preferencia en Primavera-Verano									
Mano de obra			12	jor/ha	2454	\$/jor			29448	72,6	2,376
Ropa de seguridad					10	\$/jor			125	0,3	0,010
Materiales					16	\$/jor			189	0,5	0,015

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
6.- Mantenión cortafuego		Octubre-Noviembre	2,33	h/ha	15000	\$/jor	210	m.l/ha	7340	18,1	0,592
6.- Cosecha											
6.1.- Volteo	30	Todo el año por camino estabilizado	12	m3/jorn	2454	\$/jor	36	jor/ha	87117	214,7	7,029
Mano de obra					15	\$/jor			519	1,3	0,042
Ropa de seguridad					56	\$/jor			1985	4,9	0,160
Materiales											
6.2.- Madereo	30	Todo el año por camino estabilizado	40	m3/jor	2556	\$/m3	11	jor/ha	1088979	2883,8	87,858
Maquinaria											
6.3.- Construcción de caminos	29	Primavera-Verano del año anterior al raleo comercial			496	\$/m3			211500	521,2	17,084
6.4.- Campamentos		Todo el año			49	\$/m3			20704	51,0	1,870

FICHA TECNICA PINO OREGON

PO3022: Pino oregón, rotación 30 años, sitio 2,
 Modalidad 2: Costos medios - Precios medios
 Tipo de manejo: Extensivo
 Objetivos: Producción madera aserrable- pulpable

Valor dolar (15/11/1995) 405,78 \$
 Valor U.F. (15/11/1995) 12394,7 \$
 Volumen Primer Raleo 57 m³
 Volumen a Cosechar 426 m³
 Superficie base 5 ha

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
1.- Preparación del sitio											
1.1.- Roca	0	Octubre-Febrero									
Mano de obra			6	jor/ha	3681	\$/jor			22086	54,4	1,782
Ropa de seguridad					36	\$/jor			216	0,5	0,017
Materiales					44	\$/jor			265	0,7	0,021
1.2.- Reducción de desechos	0	Diciembre-Marzo							65000	160,2	5,244
1.3.- Cortafuego (ancho 4 m)	0	Enero-Febrero									
Maquinaria			1,86	h/km	28000	\$/h	210	m.l./ha	10937	27,0	0,882
1.4.- Construcción de cercos	0	Enero-Marzo									
Mano de obra			6	jor/ha	3681	\$/jor			23190	57,2	1,871
Ropa de seguridad					36	\$/jor			227	0,6	0,018
Insumos									45652	112,5	3,683
1.5.-Control de malezas pre-plantación	0	Mayo									
Aéreo					10638	\$/ha			10638	26,2	0,858
Ropa de seguridad					0	\$/jor			0	0,0	0,000
Materiales					0	\$/jor			0	0,0	0,000
Insumos			6,0	l Glifosato/ha	3540	\$/l			21240	52,3	1,714
1.6.- Control de lagomorfos	0	Marzo-Mayo									
					4838	\$/ha			4838	11,9	0,390

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
2.- Plantación											
2.1.- Plantación	0	15 Mayo- 15 Agosto									
Mano de obra			450	pl/jor	3681	\$/jor			10225	25,2	0,825
Ropa de seguridad					36	\$/jor			100	0,2	0,008
Materiales					29	\$/jor			80	0,2	0,006
Insumos			1250	pl/ha	80	\$/pl			100000	246,5	8,068
Fletes					2450	\$/ha			2450	6,0	0,198
3.- Cuidados posteriores											
3.1.- Control de malezas post-plantación	0	Septiembre-Octubre									
Mano de obra			0,5	jor/ha	3681	\$/jor			1841	4,5	0,148
Ropa de seguridad					47	\$/jor			23	0,1	0,002
Materiales					16	\$/jor			8	0,0	0,001
Insumos			0,7	l Hexazinona /ha	10676	\$/l			7473	18,4	0,603
3.2.- Desbroce	1	Primavera-Verano									
Mano de obra			5,5	jor/ha	3681	\$/jor			20248	49,9	1,833
Ropa de seguridad					26	\$/jor			145	0,4	0,012
Materiales					40	\$/jor			220	0,5	0,018
4.- Manejo											
4.1.- Raleo a desecho	7	Todo el año, de preferencia en Primavera-Verano									
Mano de obra			2	jor/ha	3681	\$/jor			7362	18,1	0,594
Ropa de seguridad					16	\$/jor			32	0,1	0,003
Materiales					62	\$/jor			124	0,3	0,010
4.2.- Primera poda	7	Todo el año, de preferencia en Primavera-Verano									
Mano de obra			10	jor/ha	3681	\$/jor			36810	90,7	2,970
Ropa de seguridad					12	\$/jor			116	0,3	0,009
Materiales					8	\$/jor			82	0,2	0,007
4.3.- Primer raleo comercial	14	Primavera-Verano									
Mano de obra			4	m3/jor	3681	\$/jor	16	jor/ha	59948	147,7	4,837
Marcación			500	arb/jor	3681	\$/jor	0,4	jor/ha	1472	3,6	0,119
Ropa de seguridad					16	\$/jor			264	0,7	0,021
Materiales					62	\$/jor			1012	2,5	0,082

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U F/ha)
4.4.- Segunda poda	14	Todo el año, de preferencia en Primavera-Verano	12	jor/ha	3681	\$/jor			44172	108,9	3,584
Mano de obra					12	\$/jor			139	0,3	0,011
Ropa de seguridad					17	\$/jor			210	0,5	0,017
Materiales											
6.- Mantención cortafuego		Octubre-Noviembre	2,50	h/ha	15000	\$/jor	210	m.l./ha	7875	19,4	0,635
6.- Cosecha	30	Todo el año	12	m3/jor	3681	\$/jor	36	jor/ha	130876	322,1	10,543
6.1.- Volteo					16	\$/jor			576	1,4	0,046
Mano de obra					82	\$/jor			2205	5,4	0,178
Ropa de seguridad											
Materiales											
6.2.- Madereo	30	Todo el año	40	m3/jor	2812	\$/m3	11	jor/ha	1197877	2852,2	96,644
Maquinaria (Skidder)											
6.3.- Construcción de caminos	29	Primavera-Verano del año anterior al raleo comercial			552	\$/m3			235003	579,2	18,960
6.4.- Campamentos		Todo el año			54	\$/m3			23004	56,7	1,856

PO3023: Pino oregón, rotación 30 años, sitio 2.
 Modalidad 3: Costos altos - Precios bajos
 Tipo de manejo: Extensivo
 Objetivos: Producción madera aserrable- pulpable

Valor dolar (15/11/1995) 405,76 \$
 Valor U.F. (15/11/1995) 12394,7 \$
 Volumen Primer Raleo 58 m³
 Volumen a Cosechar 464 m³
 Superficie base 5 ha

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
1.- Preparación del sitio											
1.1.- Roce	0	Octubre-Febrero									
Mano de obra			12	jor/ha	4908	\$/jor			58896	145,1	4,752
Ropa de seguridad					40	\$/jor			475	1,2	0,038
Materiales					61	\$/jor			731	1,8	0,059
1.2.- Reducción de desechos	0	Diciembre-Marzo							65000	160,2	5,244
Ordenamiento en fajas											
1.3.- Cortafuego (ancho 4 m)	0										
Maquinaria			1,86	h/km	30800	\$/h	210	m.l./ha	12030	29,6	0,971
1.4.- Construcción de cercos	0	Enero-Marzo									
Mano de obra			6	jor/ha	4908	\$/jor			30920	76,2	2,495
Ropa de seguridad					40	\$/jor			249	0,6	0,020
Insumos									50217	123,8	4,051
1.5.-Control de malezas pre-plantación	0	Mayo									
Aéreo					11820	\$/ha			11820	29,1	0,954
Ropa de seguridad					0	\$/jor			0	0,0	0,000
Materiales					0	\$/jor			0	0,0	0,000
Insumos			7,5	l Glifosato/ha	3894	\$/l			29205	72,0	2,356
1.6.- Control de lagomorfos	0	Abril-Mayo									
					5322	\$/ha			5322	13,1	0,429

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
2.- Plantación											
2.1.- Plantación	0	15 Mayo- 15 Agosto									
Mano de obra			350	pl/jor	4908	\$/jor			17529	43,2	1,414
Ropa de seguridad					40	\$/jor			141	0,3	0,011
Materiales					32	\$/jor			113	0,3	0,009
Insumos			1250	pl/ha	120	\$/pl			150000	369,7	12,102
Gel			1	g Alginato de Na/pl	6405	\$/kg	1250	g/ha	8006	19,7	0,646
Fletes					3100	\$/ha			3100	7,6	0,250
2.2.- Fertilización	0	Septiembre-Octubre, dependiendo de las lluvias									
Mano de obra			650	pl/ha	4908	\$/jor	1250	arb/ha	9438	23,3	0,761
Ropa de seguridad					40	\$/jor			77	0,2	0,006
Materiales					2	\$/jor			4	0,0	0,000
Insumos			100	kg NPK/ha	148	\$/kg			14795	36,5	1,194
3.- Cuidados posteriores											
3.1.- Control de malezas postplantación	0	Septiembre-Octubre,									
Mano de obra			0,5	jor/ha	4908	\$/jor			2454	6,0	0,198
Ropa de seguridad					51	\$/jor			26	0,1	0,002
Materiales					17	\$/jor			9	0,0	0,001
Insumos			0,7	l Hexazinona/ha	11744	\$/l			8221	20,3	0,663
3.2.- Desbroce	1	Primavera-Verano									
Mano de obra			5,5	jor/ha	4908	\$/jor			26994	66,5	2,178
Ropa de seguridad					40	\$/jor			220	0,5	0,018
Materiales					44	\$/jor			242	0,6	0,020
4.- Cuidados posteriores (Año 2 y 3)											
4.1.- Fertilización	3	Septiembre									
Mano de obra			550	pl/ha	4908	\$/jor	1250	arb/ha	11155	27,5	0,900
Ropa de seguridad					29	\$/jor			66	0,2	0,005
Materiales					2	\$/jor			5	0,0	0,000
Insumos			50	kg NPK/ha	148	\$/kg			7398	18,2	0,597

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total				
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)		
5.- Manejo													
5.1.- Raleo a desecho	7	Todo el año de preferencia Primavera-Verano	2	jor/ha	4908	\$/jor	17	jor/ha	9816	24,2	0,792		
Mano de obra					18	\$/jor			36	0,1	0,003		
Ropa de seguridad					68	\$/jor			137	0,3	0,011		
Materiales													
5.2.- Primera poda	7	Todo el año de preferencia Primavera-Verano	10	jor/ha	4908	\$/jor			49080	121,0	3,960		
Mano de obra					13	\$/jor			127	0,3	0,010		
Ropa de seguridad					9	\$/jor			90	0,2	0,007		
Materiales													
5.3.- Primer raleo comercial	14	Primavera-Verano	4	m3/jor	4908	\$/jor	0,4	jor/ha	81333	200,4	6,562		
Mano de obra					4908	\$/jor			1963	4,8	0,158		
Marcación					500	arb/jor			18	\$/jor	296	0,7	0,024
Ropa de seguridad									68	\$/jor	1130	2,8	0,091
Materiales													
5.4.- Segunda poda	14	Todo el año de preferencia Primavera-Verano	12	jor/ha	4908	\$/jor			58896	145,1	4,752		
Mano de obra					13	\$/jor			153	0,4	0,012		
Ropa de seguridad					19	\$/jor			231	0,6	0,019		
Materiales													
6.- Mantención cortafuego		Octubre-Noviembre	2,67	\$/h	15000	\$/h	210	m.l./ha	8411	20,7	0,679		
7.- Cosecha													
7.1.- Volteo	30	Todo el año	12	m3/jor	4908	\$/jor	39	jor/ha	189778	467,7	15,311		
Mano de obra					18	\$/jor			690	1,7	0,058		
Ropa de seguridad					68	\$/jor			2642	6,5	0,213		
Materiales													
7.2.- Madereo	30	Todo el año	52	m3/jor	3368	\$/m3	9	jor/ha	1562663	3851,2	126,075		
Maquinaria													
7.3.- Construcción de caminos		Primavera-Verano del año anterior al raleo comercial			602	\$/m3			279467	688,8	22,547		
7.4.- Campamentos		Todo el año			59	\$/m3			27562	67,9	2,224		

FICHA TECNICA PINO OREGON

PO3031: Pino oregón, rotación 30 años, sitio 3.
 Modalidad 1: Costos bajos - Precios altos
 Tipo de manejo: Sin manejo
 Objetivos: Producción madera aserrable- pulpable

Valor dolar (15/11/1995) 405,76 \$
 Valor U.F. (15/11/1995) 12394,7 \$
 Volumen a Cosechar 450 m³

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
1.- Preparación del sitio											
1.1.- Preparación de Suelo Equipo (Tractor agrícola)	0	Octubre-Febrero	2	h/ha	11700	\$/ha			23400	57,7	1,89
1.2.- Cortafuego (ancho 4 m) Maquinaria	0	Enero-Febrero	1,86	h/km	25200	\$/h	210	m.l./ha	9843	24,3	0,79
1.3.- Construcción de cercos Mano de obra	0	Enero-Marzo	6	jor/ha	2454	\$/jor			15480	38,1	1,25
Ropa de seguridad					32	\$/jor			204	0,5	0,02
Insumos									41088	101,3	3,31
1.4.- Control de malezas pre-plantación Aéreo	0	Abril-Mayo			9456	\$/jor			9456	23,3	0,78
Ropa de seguridad					0	\$/jor			0	0,0	0,00
Materiales					0	\$/jor			0	0,0	0,00
Insumos			4,5	l Glifosato/ha	3186	\$/l			14337	35,3	1,18
1.5.- Control de lagomorfos	0	Marzo-Mayo			4354	\$/ha			4354	10,7	0,35

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
2.- Plantación											
2.1.- Plantación	0	15 Mayo- 15 Agosto									
Mano de obra			550	pl/jor	2454	\$/jor			4957	12,2	0,40
Ropa de seguridad					32	\$/jor			65	0,2	0,01
Materiales					26	\$/jor			52	0,1	0,00
Insumos			1111	pl/ha	40	\$/pl			44440	109,5	3,59
Fletes					1800	\$/ha			1800	4,4	0,15
2.2.- Fertilización	0	Septiembre-Octubre									
Mano de obra			650	pl/jor	2454	\$/jor	1111	arb/ha	4194	10,3	0,34
Ropa de seguridad					24	\$/jor			41	0,1	0,00
Materiales					2	\$/jor			3	0,0	0,00
Insumos			100	kg NPK/ha	121	\$/kg			12105	29,8	0,98
3.- Cuidados posteriores											
3.1.- Control de malezas postplantación	0	Septiembre-Octubre									
Mano de obra			0,5	jor/ha	2454	\$/jor			1227	3,0	0,10
Ropa de seguridad					42	\$/jor			21	0,1	0,00
Materiales					14	\$/jor			7	0,0	0,00
Insumos			0,5	l Hexazinona /ha	9608	\$/l			4804	11,8	0,39
4.- Mantención											
4.1.- Mantención cortafuego		Octubre-Noviembre	2,33	h/ha	15000	\$/h	210	m.l/ha	7340	18,1	0,59
6.- Cosecha											
5.1.- Volteo	30	Todo el año									
Mano de obra			12	m3/jor	2454	\$/jor	38	jor/ha	92025	226,8	7,42
Ropa de seguridad					15	\$/jor			548	1,4	0,04
Materiales					56	\$/jor			2096	5,2	0,17
5.2.- Madereo	30	Todo el año									
Maquinaria			40	m3/jor	2556	\$/m3	11	jor/ha	1150330	2835,0	92,81
5.3.- Construcción de caminos	29	Primavera-Verano del año anterior a la cosecha			558	\$/m3			250875	618,3	20,24
5.4.- Campamentos		Todo el año			54	\$/m3			24300	59,9	1,96

PO3032: Pino oregón, rotación 30 años, sitio 3.
Modalidad 2: Costos medios - Precios medios
Tipo de manejo: Sin manejo
Objetivos: Producción madera aserrable- pulpable

Valor dolar (15/11/1995) 405,76 \$
 Valor U.F. (15/11/1995) 12394,7 \$
 Volumen a Cosechar 450 m³

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
1.- Preparación del sitio											
1.1.- Preparación de Suelo Equipos (Tractor agrícola)	0	Octubre-Febrero	2	h/ha	12870	\$/ha			25740	63,4	2,08
1.2.- Roce	0	Octubre-Febrero									
Mano de obra			3	jor/ha	3681	\$/h			11043	27	0,89
Ropa de seguridad					36				108	0	0,01
Materiales					44				132	0	0,01
1.3.- Cortafuego (ancho 4 m)	0	Enero-Febrero									
Maquinaria			1,86	h/km	28000	\$/h	210	m.l./ha	10937	27,0	0,88
1.4.- Construcción de cercos	0	Enero-Marzo									
Mano de obra			6	jor/ha	3681	\$/jor			23190	57,2	1,87
Ropa de seguridad					36	\$/jor			227	0,6	0,02
Insumos									45652	112,5	3,68
1.5.-Control de malezas pre-plantación	0	Abril-Mayo									
Aéreo					10638	\$/jor			10638	26,2	0,88
Ropa de seguridad					0	\$/jor			0	0,0	0,00
Materiales					0	\$/jor			0	0,0	0,00
Insumos			4,5	l Glifosato/ha	3540	\$/l			15930	39,3	1,29
1.6.- Control de lagomorfos	0	Marzo-Mayo									
					4838	\$/ha			4838	11,9	0,39

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
2.- Plantación											
2.1.- Plantación	0	15 Mayo- 15 Agosto									
Mano de obra			450	pl/jor	3681	\$/jor			9088	22,4	0,73
Ropa de seguridad					36	\$/jor			89	0,2	0,01
Materiales					29	\$/jor			71	0,2	0,01
Insumos			1111	pl/ha	80	\$/pl			88880	219,0	7,17
Fletes					2450	\$/ha			2450	6,0	0,20
2.2.- Fertilización	0	Septiembre-Octubre									
Mano de obra			650	pl/jor	3681	\$/jor	1111	arb/ha	6292	15,5	0,51
Ropa de seguridad					26	\$/jor			45	0,1	0,00
Materiales					2	\$/jor			3	0,0	0,00
Insumos			150	kg NPK/ha	135	\$/kg			20175	49,7	1,63
3.- Cuidados posteriores											
3.1.- Control de malezas postplantación	0	Septiembre-Octubre									
Mano de obra			0,5	jor/ha	3681	\$/jor			1841	4,5	0,15
Ropa de seguridad					47	\$/jor			23	0,1	0,00
Materiales					16	\$/jor			8	0,0	0,00
Insumos			0,5	l Hexazinona /ha	10676	\$/l			5338	13,2	0,43
4.- Mantención											
4.1.- Mantención cortafuego		Octubre-Noviembre	2,5	h/ha	15000	\$/h	210	m.l./ha	7875	19,4	0,64
5.- Cosecha											
5.1.- Volteo	30	Todo el año									
Mano de obra			12	m3/jor	3681	\$/jor	38	jor/ha	138038	340,2	11,14
Ropa de seguridad					16	\$/jor			609	1,5	0,05
Materiales					62	\$/jor			2329	5,7	0,19
5.2.- Madereo	30	Todo el año									
Maquinaria (Skidder)			40	m3/jor	2812	\$/m3	11	jor/ha	1265363	3118,5	102,09
5.3.- Construcción de caminos	29	Primavera-Verano antes de la cosecha			619	\$/m3			278748	687,0	22,49
5.4.- Campamentos		Todo el año			61	\$/m3			27450	67,7	2,21

FICHA TECNICA PINO OREGON

PO3033: Pino oregón, rotación 30 años, sitio 3.
 Modalidad 3: Costos altos - Precios bajos
 Tipo de manejo: Sin manejo
 Objetivos: Producción madera aserrable- pulpable

Valor dolar (15/11/1995) 405.76 \$
 Valor U.F. (15/11/1995) 12394.7 \$
 Volumen a Cosechar 450 m³
 Superficie base 5 ha

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
1.- Preparación del sitio											
1.1.- Roce	0	Octubre-Febrero									
Mano de obra			6	jor/ha	4908	\$/jor			29448	72,8	2,38
Ropa de seguridad					40	\$/jor			237	0,6	0,02
Materiales					48	\$/jor			290	0,7	0,02
1.2.- Reducción de desechos	0	Diciembre-Marzo							60000	147,9	4,84
Trituración de desechos											
1.3.- Preparación de Suelo	0	Enero-Marzo									
Equipos (subsulado)			1	h/ha	34000	\$/h			34000	83,8	2,74
1.4.- Cortafuego (ancho 4 m)	0	Enero-Febrero									
Maquinaria			1,86	h/km	30800	\$/h	210	m l./ha	12030	29,6	0,97
1.5.- Construcción de cercos	0	Enero-Marzo									
Mano de obra			6	jor/ha	4908	\$/jor			30920	76,2	2,49
Ropa de seguridad					40	\$/jor			249	0,6	0,02
Insumos									50217	123,8	4,05
1.6.-Control de malezas pre-plantación	0	Mayo									
Aéreo					11820	\$/ha			11820	29,1	0,95
Ropa de seguridad					0	\$/jor			0	0,0	0,00
Materiales					0	\$/jor			0	0,0	0,00
Insumos			6,0	l Gifosato/ha	3894	\$/l			23364	57,6	1,88
1.7.- Control de lagomorfos	0	Marzo-Mayo									
					5322	\$/ha			5322	13,1	0,43

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
2.- Plantación											
2.1.- Plantación	0	15 Mayo- 15 Agosto									
Mano de obra			350	pl/jor	4908	\$/jor			15579	38,4	1,28
Ropa de seguridad					40	\$/jor			126	0,3	0,01
Materiales					32	\$/jor			100	0,2	0,01
Insumos			1111	pl/ha	120	\$/pl			133320	328,6	10,76
Gel			1	g/pl	6405	\$/kg	1250	g/ha	8006	19,7	0,65
Fletes					3100	\$/ha			3100	7,6	0,25
2.2.- Fertilización	0	Septiembre-Octubre									
Mano de obra			650	pl/jor	4908	\$/jor	1111	arb/ha	8389	20,7	0,68
Ropa de seguridad					29	\$/jor			50	0,1	0,00
Materiales					3	\$/jor			5	0,0	0,00
Insumos			200	kg NPK/ha	148	\$/kg			29590	72,9	2,39
3.- Cuidados posteriores											
3.1.- Control de malezas post-plantación	0	Septiembre-Octubre									
Mano de obra			0,5	jor/ha	4908	\$/jor			2454	6,0	0,20
Ropa de seguridad					51	\$/jor			26	0,1	0,00
Materiales					17	\$/jor			9	0,0	0,00
Insumos			0,7	l Hexazinona/ha	11744	\$/l			8221	20,3	0,66
4.- Cuidados posteriores (Año 2 y 3)											
4.1.- Fertilización	3	Septiembre-Octubre									
Mano de obra			650	pl/ha	4908	\$/jor	1111	arb/ha	8389	20,7	0,68
Ropa de seguridad					29	\$/jor			50	0,1	0,00
Materiales					2	\$/jor			4	0,0	0,00
Insumos			100	kg NPK/ha	148	\$/kg			14795	36,5	1,19
5.- Mantención											
5.1.- Mantención cortafuego		Octubre-Noviembre	2,67	h/ha	15000	\$/h	210	m.l./ha	8411	20,7	0,68

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
6.- Cosecha											
6.1.- Volteo	30	Todo el año	12	m3/jor	4908	\$/jor	38	jor/ha	184050	453,6	14,85
Mano de obra					18	\$/jor			670	1,7	0,05
Ropa de seguridad					68	\$/jor			2562	6,3	0,21
Material											
6.2.- Madereo	30	Todo el año	52	m3/jor	3368	\$/m3	9	jor/ha	1515514	3735,0	122,27
Maquinaria											
6.3.- Construcción de caminos	29	Primavera- Verano del año anterior a la cosecha			681	\$/ha			306825	755,7	24,74
6.4.- Campamentos		Todo el año			67	\$/m3			30195	74,4	2,44

ANEXO III
COSTOS POR HECTAREA

COSTOS PINO OREGON

COSTO DE ESTABLECIMIENTO

ITEM		UNID	PO3011	PO3012	PO3013	PO3021	PO3022	PO3023	PO3031	PO3032	PO3033
Roce	Mano de Obra	\$/HA	7362	22086	117792	7362	22086	58896	0	11043	29448
	Ropa de seguridad	\$/HA	97	216	950	97	216	475	0	108	237
	Matenales	\$/HA	119	265	1162	119	265	731	0	132	290
	Total	\$/HA	7579	22567	119904	7579	22567	60102	0	11283	29976
Reducc desechos		\$/HA	0	65000	110000	0	65000	65000	0	0	60000
Cortafuego	Maquinana	\$/HA	9843	10937	12030	9843	10937	12030	9843	10937	12030
Cerco	Mano de Obra	\$/HA	15460	23190	30920	15460	23190	30920	15460	23190	30920
	Ropa de Seguridad	\$/HA	204	227	249	204	227	249	204	227	249
	Insumos	\$/HA	41086	45652	50217	41086	45652	50217	41086	45652	50217
	Total	\$/HA	56751	69068	81386	56751	69068	81386	56751	69068	81386
Control de malezas Pre- plantación Aéreo	Maquinana	\$/HA	9456	10638	11820	9456	10638	11820	9456	10638	11820
	Ropa de Seguridad	\$/HA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Insumos	\$/HA	14337	26550	42834	14337	21240	29205	14337	15930	23364
	Total	\$/HA	23793	37188	54654	23793	31878	41025	23793	26568	35184
Preparación suelos	Subsolado	\$/HA	0	0	0	0	0	0	0	0	34000
	Tractor Agrícola	\$/HA	0	0	0	0	0	0	23400	25740	0
Plantación	Mano de Obra	\$/HA	5577	10225	17529	5577	10225	17529	4957	9088	15579
	Ropa de Seguridad	\$/HA	74	100	141	74	100	141	65	89	126
	Matenales	\$/HA	59	80	103	59	80	113	52	71	100
	Insumos	\$/HA	50000	100000	158006	50000	100000	158006	44440	88880	141326
	Fietes	\$/HA	1800	2450	3100	1800	2450	3100	1800	2450	3100
	Total	\$/HA	57510	112855	178879	57510	112855	178889	51315	100578	160232
Fertilización	Mano de Obra	\$/HA	0	0	9438	0	0	9438	4194	6292	8389
	Ropa de seguridad	\$/HA	0	0	76	0	0	77	41	45	50
	Insumos	\$/HA	0	0	14795	0	0	14795	12105	20175	29590
	Matenales	\$/HA	0	0	4	0	0	4	3	3	5
	Total	\$/HA	0	0	24310	0	0	24310	16343	26515	38029
Control de malezas Post- plantación Puntual	Mano de Obra	\$/HA	1227	1841	2454	1227	1841	2454	1227	1841	2454
	Ropa de Seguridad	\$/HA	21	23	26	21	23	26	21	23	26
	Matenales	\$/HA	7	8	8	7	8	9	7	8	9
	Insumos	\$/HA	6726	7473	8221	6726	7473	8221	4804	5338	8221
	Total	\$/HA	7981	9345	10708	7981	9345	10709	6059	7210	10709

COSTO DE MANEJO

ITEM		UNID.	PO3011	PO3012	PO3013	PO3021	PO3022	PO3023	PO3031	PO3032	PO3033
Desbroce 1	Mano de Obra	\$/HA	0	20246	26994	0	20246	26994	0	0	0
	Ropa de seguridad	\$/HA	0	145	218	0	145	220	0	0	0
	Matenales	\$/HA	0	220	242	0	220	242	0	0	0
	Total	\$/HA	0	20611	27454	0	20611	27456	0	0	0
Desbroce 2	Mano de Obra	\$/HA	0	0	26994	0	0	0	0	0	0
	Ropa de seguridad	\$/HA	0	0	218	0	0	0	0	0	0
	Matenales	\$/HA	0	0	242	0	0	0	0	0	0
	Total	\$/HA	0	0	27454	0	0	0	0	0	0
Fertilización	Mano de obra	\$/HA	0	0	0	0	0	11155	0	0	8389
	Ropa de seguridad	\$/HA	0	0	0	0	0	66	0	0	50
	Matenales	\$/HA	0	0	0	0	0	5	0	0	4
	Insumos	\$/HA	0	0	0	0	0	7398	0	0	14795
	Total	\$/HA	0	0	0	0	0	18623	0	0	23237
Raleo a Desecho	Mano de Obra	\$/HA	4908	7362	9816	4908	7362	9816	0	0	0
	Ropa de seguridad	\$/HA	29	32	36	29	32	36	0	0	0
	Matenales	\$/HA	112	124	137	112	124	137	0	0	0
	Total	\$/HA	5049	7519	9988	5049	7519	9988	0	0	0
Prmer Raleo Comercial	Mano de obra	\$/HA	28046	42069	63103	39965	59948	81333	0	0	0
	Marcación	\$/HA	982	1472	1963	982	1472	1963	0	0	0
	Ropa de seguridad	\$/HA	167	186	230	238	264	296	0	0	0
	Matenales	\$/HA	639	710	878	910	1012	1130	0	0	0
	Total	\$/HA	29833	44436	66174	42095	62696	84722	0	0	0
Segundo Raleo Comercial	Mano de obra	\$/HA	47608	71411	95215	0	0	0	0	0	0
	Ropa de seguridad	\$/HA	283	315	346	0	0	0	0	0	0
	Matenales	\$/HA	1085	1205	1326	0	0	0	0	0	0
	Total	\$/HA	48976	72931	96887	0	0	0	0	0	0
Prmera Poda	Mano de Obra	\$/HA	24540	36810	49080	24540	36810	49080	0	0	0
	Ropa de seguridad	\$/HA	104	116	127	104	116	127	0	0	0
	Matenales	\$/HA	74	82	90	74	82	90	0	0	0
	Total	\$/HA	24718	37008	49298	24718	37008	49298	0	0	0
Segunda Poda	Mano de Obra	\$/HA	29448	44172	58896	29448	44172	58896	0	0	0
	Marcación	\$/HA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ropa de seguridad	\$/HA	125	139	153	125	139	153	0	0	0
	Matenales	\$/HA	189	210	231	189	210	231	0	0	0
	Total	\$/HA	29762	44521	59280	29762	44521	59280	0	0	0
Tercera poda	Mano de Obra	\$/HA	17178	25767	34356	0	0	0	0	0	0
	Marcación	\$/HA	736	1104	1472	0	0	0	0	0	0
	Ropa de seguridad	\$/HA	73	81	89	0	0	0	0	0	0
	Matenales	\$/HA	110	122	135	0	0	0	0	0	0
	Total	\$/HA	18097	27075	36052	0	0	0	0	0	0

COSTO DE COSECHA

ITEM		UNID	PO3011	PO3012	PO3013	PO3021	PO3022	PO3023	PO3031	PO3032	PO3033
Volteo	Mano de obra	\$/HA	98160	147240	211453	87117	130676	189776	92025	138038	184050
	Ropa de seguridad	\$/HA	584	649	769	519	576	690	548	609	670
	Matenales	\$/HA	2236	2485	2944	1985	2205	2642	2096	2329	2562
	Total	\$/HA	100980	150374	215166	89620	133457	193108	94669	140975	187282
Madereo	Maquinana	\$/HA	1227018	1349720	1741157	1088979	1197877	1562663	1150330	1265363	1515514
Caminos		\$/HA	198446	220493	258019	211500	235003	279467	250875	278748	306625
Campamento		\$/HA	19440	21600	25592	20704	23004	27562	24300	27450	30195

COSTOS MANTENCION

ITEM		UNID	PO3011	PO3012	PO3013	PO3021	PO3022	PO3023	PO3031	PO3032	PO3033
Costos mantención	Cortafuego	\$/HA	7340	7875	8411	7340	7875	8411	7340	7875	8411
	Caminos	\$/HA	0	0	0	0	0	0	0	0	0

COSTOS DE ADMINISTRACION

ITEM		UNID	PO3011	PO3012	PO3013	PO3021	PO3022	PO3023	PO3031	PO3032	PO3033
Impuestos		(%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Supervisión		\$/HA	9817	14725	19633	9817	14725	19633	9817	14725	19633
Seguro incendios		\$/HA	2921	3246	3571	2921	3246	3571	2921	3246	3571
Depreciación		\$/HA	0	0	0	0	0	0	0	0	0

COSTOS DE PROTECCION FORESTAL

ITEM		UNID	PO3011	PO3012	PO3013	PO3021	PO3022	PO3023	PO3031	PO3032	PO3033
Control y combate de incendios		\$/HA	2570	2856	3142	2570	2856	3142	2570	2856	3142
Guardería		\$/HA	2203	2448	2693	2203	2448	2693	2203	2448	2693
Control Plagas y Enfermedades	Control de conejos	\$/HA	4354	4838	5322	4354	4838	5322	4354	4838	5322

ANEXO IV
INGRESOS POR HECTAREA

INGRESOS POR PRODUCTO

PRODUCTOS	PRIMER RALEO			SEGUNDO RALEO			COSECHA		
	Porcentaje (%)	Volumen m3/ha	Ingresos \$/ha	Porcentaje (%)	Volumen m3/ha	Ingresos \$/ha	Porcentaje (%)	Volumen m3/ha	Ingresos \$/ha
PO3011									
Madera Libre de Nudos	0	0	-	0	0	-	5	24	973 320
Madera debobinable	0	0	-	0	0	-	10	48	1 946 640
Madera Aserrada	20	8	180 488	30	29	654 269	50	240	5 414 640
Madera Pulpable	80	32	384 640	70	68	817 360	35	168	2 019 360
Total	100	40	565 128	100	97	1 471 629	100	480	10 353 960
PO3012									
Madera Libre de Nudos	0	0	-	0	0	-	5	24	693 336
Madera debobinable	0	0	-	0	0	-	10	48	1 386 672
Madera Aserrada	20	8	152 072	30	29	551 261	50	240	4 562 160
Madera Pulpable	80	32	331 616	70	68	704 684	35	168	1 740 984
Total	100	40	483 688	100	97	1 255 945	100	480	8 383 152
PO3013									
Madera Libre de Nudos	0	0	-	0	0	-	5	26	447 772
Madera debobinable	0	0	-	0	0	-	10	52	895 544
Madera Aserrada	0	0	-	30	29	448 253	50	259	4 003 363
Madera Pulpable	100	40	348 200	70	68	591 940	35	181	1 575 605
Total	100	40	348 200	100	97	1 040 193	100	518	6 922 284
PO3021									
Madera Libre de Nudos	0	0	-	0	0	-	8	34	1 378 870
Madera debobinable	0	0	-	0	0	-	0	0	-
Madera Aserrada	30	17	383 537	0	0	-	57	243	5 482 323
Madera Pulpable	70	40	480 800	0	0	-	35	149	1 790 980
Total	100	57	864 337	0	0	-	100	426	8 652 173
PO3022									
Madera Libre de Nudos	0	0	-	0	0	-	8	34	982 226
Madera debobinable	0	0	-	0	0	-	0	0	-
Madera Aserrada	30	17	323 153	0	0	-	57	243	4 619 187
Madera Pulpable	70	40	414 520	0	0	-	35	149	1 544 087
Total	100	57	737 673	0	0	-	100	426	7 145 500
PO3023									
Madera Libre de Nudos	0	0	-	0	0	-	8	37	637 214
Madera debobinable	0	0	-	0	0	-	0	0	-
Madera Aserrada	30	17	262 769	0	0	-	57	265	4 096 105
Madera Pulpable	70	41	356 905	0	0	-	35	163	1 418 915
Total	100	58	619 674	0	0	-	100	465	6 152 234
PO3031									
Madera Libre de Nudos	0	0	-	0	0	-	0	0	-
Madera debobinable	0	0	-	0	0	-	0	0	-
Madera Aserrada	0	0	-	0	0	-	65	292	6 610 373
Madera Pulpable	0	0	-	0	0	-	35	158	1 899 160
Total	0	0	-	0	0	-	100	450	8 509 533
PO3032									
Madera Libre de Nudos	0	0	-	0	0	-	0	0	-
Madera debobinable	0	0	-	0	0	-	0	0	-
Madera Aserrada	0	0	-	0	0	-	65	293	5 569 637
Madera Pulpable	0	0	-	0	0	-	35	158	1 637 354
Total	0	0	-	0	0	-	100	451	7 206 991
PO3033									
Madera Libre de Nudos	0	0	-	0	0	-	0	0	-
Madera debobinable	0	0	-	0	0	-	0	0	-
Madera Aserrada	0	0	-	0	0	-	65	293	4 528 901
Madera Pulpable	0	0	-	0	0	-	35	158	1 375 390
Total	0	0	-	0	0	-	100	451	5 904 291

ANEXO V

ANALISIS DE RENTABILIDAD

**Evaluación económica de Pino oregón
Sin bonificación**

PO3011: Pino oregón, rotación 30 años, sitio 1.
Modalidad 1: Costos bajos - Precios altos
Tipo de manejo: Intensivo

Objetivos: Producción madera libre de nudos- debobinable- aserrable
y debobinable

Año	Costos					Ingresos	Flujo de Fondos
	Establecimiento	Manejo	Mantenimiento	Administración	Protección		
0	163.456			12.738	9.128		-185.322
1				12.738	4.774		-17.512
2			7.340	12.738	4.774		-24.851
3				12.738	4.774		-17.512
4			7.340	12.738	4.774		-24.851
5				12.738	4.774		-17.512
6		29.767	7.340	12.738	4.774		-54.618
7				12.738	4.774		-17.512
8			7.340	12.738	4.774		-24.851
9		29.762		12.738	4.774		-47.274
10			7.340	12.738	4.774		-24.851
11		198.446		12.738	4.774		-215.958
12		47.930	7.340	12.738	4.774	565.128	492.346
13				12.738	4.774		-17.512
14			7.340	12.738	4.774		-24.851
15				12.738	4.774		-17.512
16			7.340	12.738	4.774		-24.851
17				12.738	4.774		-17.512
18			7.340	12.738	4.774		-24.851
19				12.738	4.774		-17.512
20		48.976	7.340	12.738	4.774	1.471.629	1.397.802
21				12.738	4.774		-17.512
22			7.340	12.738	4.774		-24.851
23				12.738	4.774		-17.512
24			7.340	12.738	4.774		-24.851
25				12.738	4.774		-17.512
26			7.340	12.738	4.774		-24.851
27				12.738	4.774		-17.512
28			7.340	12.738	4.774		-24.851
29				12.738	4.774		-17.512
30		1.347.439		2.921	4.774	10.353.960	8.998.826
TASA		6%		8%		10%	
V.E.S.		2.001.702		962.020		436.058	

**Evaluación económica de Pino oregón
Con bonificación**

PO3011: Pino oregón, rotación 30 años, sitio 1.
Modalidad 1: Costos bajos - Precios altos
Tipo de manejo: Intensivo
Objetivos: Producción madera libre de nudos- debobinable- aserrable y debobinable

AÑO	Costos					Ingresos		Flujo de Fondos
	Establecimiento	Manejo	Mantenición	Administración	Protección	Manejo	Bonificación	
0	163.456			12.738	9.128			-185.322
1				12.738	4.774		100.582	83.070
2			7.340	12.738	4.774		2.610	-22.241
3				12.738	4.774		2.610	-14.902
4			7.340	12.738	4.774		2.610	-22.241
5				12.738	4.774		2.610	-14.902
6		29.767	7.340	12.738	4.774		2.610	-52.009
7				12.738	4.774		18.199	687
8			7.340	12.738	4.774		766	-24.085
9		29.762		12.738	4.774		766	-46.508
10			7.340	12.738	4.774		16.160	-8.692
11		198.446		12.738	4.774		766	-215.192
12		47.930	7.340	12.738	4.774	565.128	766	493.112
13				12.738	4.774		766	-16.746
14			7.340	12.738	4.774		766	-24.085
15				12.738	4.774		766	-16.746
16			7.340	12.738	4.774		766	-24.085
17				12.738	4.774		766	-16.746
18			7.340	12.738	4.774		766	-24.085
19				12.738	4.774		766	-16.746
20		48.976	7.340	12.738	4.774	1.471.629	766	1.398.568
21				12.738	4.774		766	-16.746
22			7.340	12.738	4.774		766	-24.085
23				12.738	4.774		766	-16.746
24			7.340	12.738	4.774		766	-24.085
25				12.738	4.774		766	-16.746
26			7.340	12.738	4.774		766	-24.085
27				12.738	4.774		766	-16.746
28			7.340	12.738	4.774		766	-24.085
29				12.738	4.774		766	-16.746
30		1.347.439		2.921	4.774	10.353.960		8.998.826
	TASA	6%		8%		10%		
	V.E.S.	2.133.796		1.087.109		555.212		

**Evaluación económica de Pino oregón
Sin bonificación**

PO3012: Pino oregón, rotación 30 años, sitio 1.
Modalidad 2: Costos medios - Precios medios
Tipo de manejo: Intensivo

**Objetivos: Producción madera libre de nudos- debobinable
aserrable y pulpable**

Año	Costos					Ingresos	Flujo de Fondos
	Establecimiento	Manejo	Mantenimiento	Administración	Protección		
0	326.960			17.971	10.142		-355.073
1		20.611		17.971	5.304		-43.886
2			7.875	17.971	5.304		-31.150
3				17.971	5.304		-23.275
4			7.875	17.971	5.304		-31.150
5				17.971	5.304		-23.275
6		44.527	7.875	17.971	5.304		-75.677
7				17.971	5.304		-23.275
8			7.875	17.971	5.304		-31.150
9		44.521		17.971	5.304		-67.796
10			7.875	17.971	5.304		-31.150
11		220.493		17.971	5.304		-243.768
12		71.511	7.875	17.971	5.304	483.688	381.027
13				17.971	5.304		-23.275
14			7.875	17.971	5.304		-31.150
15				17.971	5.304		-23.275
16			7.875	17.971	5.304		-31.150
17				17.971	5.304		-23.275
18			7.875	17.971	5.304		-31.150
19				17.971	5.304		-23.275
20		72.931	7.875	17.971	5.304	1.255.945	1.151.864
21				17.971	5.304		-23.275
22			7.875	17.971	5.304		-31.150
23				17.971	5.304		-23.275
24			7.875	17.971	5.304		-31.150
25				17.971	5.304		-23.275
26			7.875	17.971	5.304		-31.150
27				17.971	5.304		-23.275
28			7.875	17.971	5.304		-31.150
29				17.971	5.304		-23.275
30		1.521.694		3.246	5.304	8.383.152	6.852.908
TASA		6%		8%		10%	
V.E.S.		1.030.263		308.578		- 51.103	

**Evaluación económica de Pino oregón
Con bonificación**

PO3012: Pino oregón, rotación 30 años, sitio 1.
Modalidad 2: Costos medios - Precios medios
Tipo de manejo: Intensivo

**Objetivos: Producción madera libre de nudos- debobinable
aserrable y pulpable**

Año	Costos					Ingresos		Flujo de Fondos
	Establecimiento	Manejo	Mantenimiento	Administración	Protección	Manejo	Bonificación	
0	326.960			17.971	10.142			-355.073
1		20.611		17.971	5.304		100.582	56.696
2			7.875	17.971	5.304		2.610	-28.540
3				17.971	5.304		2.610	-20.665
4			7.875	17.971	5.304		2.610	-28.540
5				17.971	5.304		2.610	-20.665
6		44.527	7.875	17.971	5.304		2.610	-73.067
7				17.971	5.304		18.199	-5.076
8			7.875	17.971	5.304		766	-30.384
9		44.521		17.971	5.304		766	-67.030
10			7.875	17.971	5.304		16.160	-14.991
11		220.493		17.971	5.304		766	-243.002
12		71.511	7.875	17.971	5.304	483.688	766	381.793
13				17.971	5.304		766	-22.509
14			7.875	17.971	5.304		766	-30.384
15				17.971	5.304		766	-22.509
16			7.875	17.971	5.304		766	-30.384
17				17.971	5.304		766	-22.509
18			7.875	17.971	5.304		766	-30.384
19				17.971	5.304		766	-22.509
20		72.931	7.875	17.971	5.304	1.255.945	766	1.152.630
21				17.971	5.304		766	-22.509
22			7.875	17.971	5.304		766	-30.384
23				17.971	5.304		766	-22.509
24			7.875	17.971	5.304		766	-30.384
25				17.971	5.304		766	-22.509
26			7.875	17.971	5.304		766	-30.384
27				17.971	5.304		766	-22.509
28			7.875	17.971	5.304		766	-30.384
29				17.971	5.304		766	-22.509
30		1.521.694		3.246	5.304	8.383.152		6.852.908
TASA		6%		8%		10%		
V.E.S.		1.162.356		433.666		68.051		

**Evaluación económica de Pino oregón
Sin bonificación**

PO3013: Pino oregón, rotación 30 años, sitio 1.
Modalidad 3: Costos altos - Precios bajos
Tipo de manejo: Intensivo

**Objetivos: Producción madera libre de nudos- debobinable
aserrable y pulpable**

Año	Costos					Ingresos	Flujo de Fondos
	Establecimiento	Manejo	Mantenimiento	Administración	Protección		
0	591.871			23.204	11.156		-626.231
1		27.454		23.204	5.834		-56.492
2		27.454	8.411	23.204	5.834		-64.903
3				23.204	5.834		-29.038
4			8.411	23.204	5.834		-37.449
5				23.204	5.834		-29.038
6		59.286	8.411	23.204	5.834		-96.735
7				23.204	5.834		-29.038
8			8.411	23.204	5.834		-37.449
9		59.280		23.204	5.834		-88.318
10			8.411	23.204	5.834		-37.449
11		258.019		23.204	5.834		-287.057
12		102.226	8.411	23.204	5.834	348.200	208.525
13				23.204	5.834		-29.038
14			8.411	23.204	5.834		-37.449
15				23.204	5.834		-29.038
16			8.411	23.204	5.834		-37.449
17				23.204	5.834		-29.038
18			8.411	23.204	5.834		-37.449
19				23.204	5.834		-29.038
20		96.887	8.411	23.204	5.834	1.040.193	905.857
21				23.204	5.834		-29.038
22			8.411	23.204	5.834		-37.449
23				23.204	5.834		-29.038
24			8.411	23.204	5.834		-37.449
25				23.204	5.834		-29.038
26			8.411	23.204	5.834		-37.449
27				23.204	5.834		-29.038
28			8.411	23.204	5.834		-37.449
29				23.204	5.834		-29.038
30		1.981.914		3.571	5.834	6.922.284	4.930.965
TASA		6%		8%		10%	
V.E.S.		-77.317		-	479.091	-	669.457

**Evaluación económica de Pino oregón
Con bonificación**

PO3013: Pino oregón, rotación 30 años, sitio 1.
Modalidad 3: Costos altos - Precios bajos
Tipo de manejo: Intensivo

**Objetivos: Producción madera libre de nudos- debobinable
aserrable y pulpable**

Año	Costos					Ingresos		Flujo de Fondos
	Establecimiento	Manejo	Mantenimiento	Administración	Protección	Manejo	Bonificación	
0	591.871			23.204	11.156			-626.231
1		27.454		23.204	5.834		100.582	44.090
2		27.454	8.411	23.204	5.834		2.610	-62.293
3				23.204	5.834		2.610	-26.428
4			8.411	23.204	5.834		2.610	-34.839
5				23.204	5.834		2.610	-26.428
6		59.286	8.411	23.204	5.834		2.610	-94.125
7				23.204	5.834		18.199	-10.840
8			8.411	23.204	5.834		766	-36.683
9		59.280		23.204	5.834		766	-87.552
10			8.411	23.204	5.834		16.160	-21.289
11		258.019		23.204	5.834		766	-286.291
12		102.226	8.411	23.204	5.834	348.200	766	209.291
13				23.204	5.834		766	-28.272
14			8.411	23.204	5.834		766	-36.683
15				23.204	5.834		766	-28.272
16			8.411	23.204	5.834		766	-36.683
17				23.204	5.834		766	-28.272
18			8.411	23.204	5.834		766	-36.683
19				23.204	5.834		766	-28.272
20		96.887	8.411	23.204	5.834	1.040.193	766	906.623
21				23.204	5.834		766	-28.272
22			8.411	23.204	5.834		766	-36.683
23				23.204	5.834		766	-28.272
24			8.411	23.204	5.834		766	-36.683
25				23.204	5.834		766	-28.272
26			8.411	23.204	5.834		766	-36.683
27				23.204	5.834		766	-28.272
28			8.411	23.204	5.834		766	-36.683
29				23.204	5.834		766	-28.272
30		1.981.914		3.571	5.834	6.922.284		4.930.965
TASA		6%		8%		10%		
V.E.S.		54.777		- 354.003		- 550.303		

**Evaluación económica de Pino oregón
Sin bonificación**

PO3021: Pino oregón, rotación 30 años, sitio 2,
Modalidad 1: Costos bajos - Precios altos
Tipo de manejo: Extensivo
Objetivos: Producción madera aserrable- pulpable

AÑO	Costos					Ingresos	Flujo de Fondos
	Establecimiento	Manejo	Mantención	Administración	Protección		
0	163.456			12.738	9.128		-185.322
1				12.738	4.774		-17.512
2			7.340	12.738	4.774		-24.851
3				12.738	4.774		-17.512
4			7.340	12.738	4.774		-24.851
5				12.738	4.774		-17.512
6			7.340	12.738	4.774		-24.851
7		32.237		12.738	4.774		-49.749
8			7.340	12.738	4.774		-24.851
9				12.738	4.774		-17.512
10			7.340	12.738	4.774		-24.851
11				12.738	4.774		-17.512
12			7.340	12.738	4.774		-24.851
13		211.500		12.738	4.774		-229.012
14		71.857	7.340	12.738	4.774	864.337	767.629
15				12.738	4.774		-17.512
16			7.340	12.738	4.774		-24.851
17				12.738	4.774		-17.512
18			7.340	12.738	4.774		-24.851
19				12.738	4.774		-17.512
20			7.340	12.738	4.774		-24.851
21				12.738	4.774		-17.512
22			7.340	12.738	4.774		-24.851
23				12.738	4.774		-17.512
24			7.340	12.738	4.774		-24.851
25				12.738	4.774		-17.512
26			7.340	12.738	4.774		-24.851
27				12.738	4.774		-17.512
28			7.340	12.738	4.774		-24.851
29				12.738	4.774		-17.512
30		1.199.302		2.921	4.774	8.652.173	7.445.175
TASA		6%		8%		10%	
V.E.S.		1.277.547		547.835		186.301	

**Evaluación económica de Pino oregón
Con bonificación**

PO3021: Pino oregón, rotación 30 años, sitio 2,
Modalidad 1: Costos bajos - Precios altos
Tipo de manejo: Extensivo
Objetivos: Producción madera aserrable- pulpable

AÑO	Costos					Ingresos		Flujo de Fondos
	Establecimiento	Manejo	Mantención	Administración	Protección	Manejo	Bonificación	
0	163.456			12.738	9.128			-185.322
1				12.738	4.774		100.582	83.070
2			7.340	12.738	4.774		2.610	-22.241
3				12.738	4.774		2.610	-14.902
4			7.340	12.738	4.774		2.610	-22.241
5				12.738	4.774		2.610	-14.902
6			7.340	12.738	4.774		2.610	-22.241
7		32.237		12.738	4.774		766	-48.983
8			7.340	12.738	4.774		18.199	-6.652
9				12.738	4.774		766	-16.746
10			7.340	12.738	4.774		766	-24.085
11				12.738	4.774		766	-16.746
12			7.340	12.738	4.774		766	-24.085
13		211.500		12.738	4.774		766	-228.246
14		71.857	7.340	12.738	4.774	864.337	766	768.395
15				12.738	4.774		16.160	-1.352
16			7.340	12.738	4.774		766	-24.085
17				12.738	4.774		766	-16.746
18			7.340	12.738	4.774		766	-24.085
19				12.738	4.774		766	-16.746
20			7.340	12.738	4.774		766	-24.085
21				12.738	4.774		766	-16.746
22			7.340	12.738	4.774		766	-24.085
23				12.738	4.774		766	-16.746
24			7.340	12.738	4.774		766	-24.085
25				12.738	4.774		766	-16.746
26			7.340	12.738	4.774		766	-24.085
27				12.738	4.774		766	-16.746
28			7.340	12.738	4.774		766	-24.085
29				12.738	4.774		766	-16.746
30		1.199.302		2.921	4.774	8.652.173		7.445.175
	TASA	6%		8%		10%		
	V.E.S.	1.406.812		669.893		302.392		

**Evaluación económica de Pino oregón
Sin bonificación**

PO3022: Pino oregón, rotación 30 años, sitio 2,
Modalidad 2: Costos medios - Precios medios
Tipo de manejo: Extensivo
Objetivos: Producción madera aserrable- pulpable

Año	Costos					Ingresos	Flujo de Fondos
	Establecimiento	Manejo	Mantención	Administración	Protección		
0	321.650			17.971	10.142		-349.763
1		20.611		17.971	5.304		-43.886
2			7.875	17.971	5.304		-31.150
3				17.971	5.304		-23.275
4			7.875	17.971	5.304		-31.150
5				17.971	5.304		-23.275
6			7.875	17.971	5.304		-31.150
7		44.527		17.971	5.304		-67.802
8			7.875	17.971	5.304		-31.150
9				17.971	5.304		-23.275
10			7.875	17.971	5.304		-31.150
11				17.971	5.304		-23.275
12			7.875	17.971	5.304		-31.150
13		235.003		17.971	5.304		-258.278
14		107.217	7.875	17.971	5.304	737.673	599.306
15				17.971	5.304		-23.275
16			7.875	17.971	5.304		-31.150
17				17.971	5.304		-23.275
18			7.875	17.971	5.304		-31.150
19				17.971	5.304		-23.275
20			7.875	17.971	5.304		-31.150
21				17.971	5.304		-23.275
22			7.875	17.971	5.304		-31.150
23				17.971	5.304		-23.275
24			7.875	17.971	5.304		-31.150
25				17.971	5.304		-23.275
26			7.875	17.971	5.304		-31.150
27				17.971	5.304		-23.275
28			7.875	17.971	5.304		-31.150
29				17.971	5.304		-23.275
30		1.354.337		3.246	5.304	7.145.500	5.782.613
TASA		6%		8%		10%	
V.E.S.		495.332		7.234		- 228.057	

**Evaluación económica de Pino oregón
Con bonificación**

PO3022: Pino oregón, rotación 30 años, sitio 2,
Modalidad 2: Costos medios - Precios medios
Tipo de manejo: Extensivo
Objetivos: Producción madera aserrable- pulpable

Año	Costos					Ingresos		Flujo de Fondos
	Establecimiento	Manejo	Mantenimiento	Administración	Protección	Manejo	Bonificación	
0	321.650			17.971	10.142			-349.763
1		20.611		17.971	5.304		100.582	56.696
2			7.875	17.971	5.304		2.610	-28.540
3				17.971	5.304		2.610	-20.665
4			7.875	17.971	5.304		2.610	-28.540
5				17.971	5.304		2.610	-20.665
6			7.875	17.971	5.304		2.610	-28.540
7		44.527		17.971	5.304		766	-67.036
8			7.875	17.971	5.304		18.199	-12.951
9				17.971	5.304		766	-22.509
10			7.875	17.971	5.304		766	-30.384
11				17.971	5.304		766	-22.509
12			7.875	17.971	5.304		766	-30.384
13		235.003		17.971	5.304		766	-257.512
14		107.217	7.875	17.971	5.304	737.673	766	600.072
15				17.971	5.304		16.160	-7.116
16			7.875	17.971	5.304		766	-30.384
17				17.971	5.304		766	-22.509
18			7.875	17.971	5.304		766	-30.384
19				17.971	5.304		766	-22.509
20			7.875	17.971	5.304		766	-30.384
21				17.971	5.304		766	-22.509
22			7.875	17.971	5.304		766	-30.384
23				17.971	5.304		766	-22.509
24			7.875	17.971	5.304		766	-30.384
25				17.971	5.304		766	-22.509
26			7.875	17.971	5.304		766	-30.384
27				17.971	5.304		766	-22.509
28			7.875	17.971	5.304		766	-30.384
29				17.971	5.304		766	-22.509
30		1.354.337		3.246	5.304	7.145.500		5.782.613
TASA		6%		8%		10%		
V.E.S.		624.597		129.292		- 111.966		

**Evaluación económica de Pino oregón
Sin bonificación**

PO3023: Pino oregón, rotación 30 años, sitio 2.
Modalidad 3: Costos altos - Precios bajos
Tipo de manejo: Extensivo
Objetivos: Producción madera aserrable- pulpable

Año	Costos					Ingresos	Flujo de Fondos
	Establecimiento	Manejo	Mantenimiento	Administración	Protección		
0	473.451			23.204	11.156		-507.812
1		27.456		23.204	5.834		-56.495
2			8.411	23.204	5.834		-37.449
3		18.623		23.204	5.834		-47.661
4			8.411	23.204	5.834		-37.449
5				23.204	5.834		-29.038
6			8.411	23.204	5.834		-37.449
7		59.286		23.204	5.834		-88.325
8			8.411	23.204	5.834		-37.449
9				23.204	5.834		-29.038
10			8.411	23.204	5.834		-37.449
11				23.204	5.834		-29.038
12			8.411	23.204	5.834		-37.449
13		279.467		23.204	5.834		-308.506
14		144.001	8.411	23.204	5.834	619.674	438.224
15				23.204	5.834		-29.038
16			8.411	23.204	5.834		-37.449
17				23.204	5.834		-29.038
18			8.411	23.204	5.834		-37.449
19				23.204	5.834		-29.038
20			8.411	23.204	5.834		-37.449
21				23.204	5.834		-29.038
22			8.411	23.204	5.834		-37.449
23				23.204	5.834		-29.038
24			8.411	23.204	5.834		-37.449
25				23.204	5.834		-29.038
26			8.411	23.204	5.834		-37.449
27				23.204	5.834		-29.038
28			8.411	23.204	5.834		-37.449
29				23.204	5.834		-29.038
30		1.783.333		3.571	5.834	6.152.234	4.359.496
TASA		6%		8%		10%	
V.E.S.		- 241.882		- 509.530		- 628.406	

**Evaluación económica de Pino oregón
Con bonificación**

PO3023: Pino oregón, rotación 30 años, sitio 2.
Modalidad 3: Costos altos - Precios bajos
Tipo de manejo: Extensivo
Objetivos: Producción madera aserrable- pulpable

Año	Costos					Ingresos		Flujo de Fondos																		
	Establecimiento	Manejo	Mantenimiento	Administración	Protección	Manejo	Bonificación																			
0	473.451			23.204	11.156			-507.812																		
1		27.456		23.204	5.834		100.582	44.088																		
2			8.411	23.204	5.834		2.610	-34.839																		
3		18.623		23.204	5.834		2.610	-45.052																		
4			8.411	23.204	5.834		2.610	-34.839																		
5				23.204	5.834		2.610	-26.428																		
6			8.411	23.204	5.834		2.610	-34.839																		
7		59.286		23.204	5.834		18.199	-70.126																		
8			8.411	23.204	5.834		766	-36.683																		
9				23.204	5.834		766	-28.272																		
10			8.411	23.204	5.834		16.160	-21.289																		
11				23.204	5.834		766	-28.272																		
12			8.411	23.204	5.834		766	-36.683																		
13		279.467		23.204	5.834		766	-307.740																		
14		144.001	8.411	23.204	5.834	619.674	766	438.990																		
15				23.204	5.834		766	-28.272																		
16			8.411	23.204	5.834		766	-36.683																		
17				23.204	5.834		766	-28.272																		
18			8.411	23.204	5.834		766	-36.683																		
19				23.204	5.834		766	-28.272																		
20			8.411	23.204	5.834		766	-36.683																		
21				23.204	5.834		766	-28.272																		
22			8.411	23.204	5.834		766	-36.683																		
23				23.204	5.834		766	-28.272																		
24			8.411	23.204	5.834		766	-36.683																		
25				23.204	5.834		766	-28.272																		
26			8.411	23.204	5.834		766	-36.683																		
27				23.204	5.834		766	-28.272																		
28			8.411	23.204	5.834		766	-36.683																		
29				23.204	5.834		766	-28.272																		
30		1.783.333		3.571	5.834	6.152.234		4.359.496																		
<table border="0" style="width:100%"> <tr> <td style="width:15%">TASA</td> <td style="width:15%">6%</td> <td style="width:15%">8%</td> <td style="width:15%">10%</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>V.E.S.</td> <td>- 109.788</td> <td>- 384.441</td> <td>- 509.252</td> <td colspan="5"></td> </tr> </table>									TASA	6%	8%	10%						V.E.S.	- 109.788	- 384.441	- 509.252					
TASA	6%	8%	10%																							
V.E.S.	- 109.788	- 384.441	- 509.252																							

**Evaluación económica de Pino oregón
Sin bonificación**

PO3031: Pino oregón, rotación 30 años, sitio 3.
Modalidad 1: Costos bajos - Precios altos
Tipo de manejo: Sin manejo
Objetivos: Producción madera aserrable- pulpable

AÑO	Costos					Ingresos	Flujo de Fondos
	Establecimiento	Manejo	Mantención	Administración	Protección		
0	187.504			12.738	9.128		-209.370
1				12.738	4.774		-17.512
2			7.340	12.738	4.774		-24.851
3				12.738	4.774		-17.512
4			7.340	12.738	4.774		-24.851
5				12.738	4.774		-17.512
6			7.340	12.738	4.774		-24.851
7				12.738	4.774		-17.512
8			7.340	12.738	4.774		-24.851
9				12.738	4.774		-17.512
10			7.340	12.738	4.774		-24.851
11				12.738	4.774		-17.512
12			7.340	12.738	4.774		-24.851
13				12.738	4.774		-17.512
14			7.340	12.738	4.774		-24.851
15				12.738	4.774		-17.512
16			7.340	12.738	4.774		-24.851
17				12.738	4.774		-17.512
18			7.340	12.738	4.774		-24.851
19				12.738	4.774		-17.512
20			7.340	12.738	4.774		-24.851
21				12.738	4.774		-17.512
22			7.340	12.738	4.774		-24.851
23				12.738	4.774		-17.512
24			7.340	12.738	4.774		-24.851
25				12.738	4.774		-17.512
26			7.340	12.738	4.774		-24.851
27				12.738	4.774		-17.512
28			7.340	12.738	4.774		-24.851
29		250.875		12.738	4.774		-268.387
30		1.269.299		2.921	4.774	8.509.533	7.232.539
TASA		6%		8%		10%	
V.E.S.		869.155		275.428		- 7.747	

**Evaluación económica de Pino oregón
Con bonificación**

PO3031: Pino oregón, rotación 30 años, sitio 3.
Modalidad 1: Costos bajos - Precios altos
Tipo de manejo: Sin manejo
Objetivos: Producción madera aserrable- pulpable

AÑO	Costos					Ingresos		Flujo de Fondos
	Establecimiento	Manejo	Mantención	Administración	Protección	Manejo	Bonificación	
0	187.504			12.738	9.128			-209.370
1				12.738	4.774		91.941	74.429
2			7.340	12.738	4.774		2.610	-22.241
3				12.738	4.774		2.610	-14.902
4			7.340	12.738	4.774		2.610	-22.241
5				12.738	4.774		2.610	-14.902
6			7.340	12.738	4.774		2.610	-22.241
7				12.738	4.774		766	-16.746
8			7.340	12.738	4.774		766	-24.085
9				12.738	4.774		766	-16.746
10			7.340	12.738	4.774		766	-24.085
11				12.738	4.774		766	-16.746
12			7.340	12.738	4.774		766	-24.085
13				12.738	4.774		766	-16.746
14			7.340	12.738	4.774		766	-24.085
15				12.738	4.774		766	-16.746
16			7.340	12.738	4.774		766	-24.085
17				12.738	4.774		766	-16.746
18			7.340	12.738	4.774		766	-24.085
19				12.738	4.774		766	-16.746
20			7.340	12.738	4.774		766	-24.085
21				12.738	4.774		766	-16.746
22			7.340	12.738	4.774		766	-24.085
23				12.738	4.774		766	-16.746
24			7.340	12.738	4.774		766	-24.085
25				12.738	4.774		766	-16.746
26			7.340	12.738	4.774		766	-24.085
27				12.738	4.774		766	-16.746
28			7.340	12.738	4.774		766	-24.085
29		250.875		12.738	4.774		766	-267.621
30		1.269.299		2.921	4.774	8.509.533		7.232.539
TASA		6%		8%		10%		
V.E.S.		972.907		375.213		88.671		

**Evaluación económica de Pino oregón
Sin bonificación**

PO3032: Pino oregón, rotación 30 años, sitio 3.
Modalidad 2: Costos medios - Precios medios
Tipo de manejo: Sin manejo
Objetivos: Producción madera aserrable- pulpable

Año	Costos					Ingresos	Flujo de Fondos
	Establecimiento	Manejo	Mantenimiento	Administración	Protección		
0	277.899			17.971	10.142		-306.012
1				17.971	5.304		-23.275
2			7.875	17.971	5.304		-31.150
3				17.971	5.304		-23.275
4			7.875	17.971	5.304		-31.150
5				17.971	5.304		-23.275
6			7.875	17.971	5.304		-31.150
7				17.971	5.304		-23.275
8			7.875	17.971	5.304		-31.150
9				17.971	5.304		-23.275
10			7.875	17.971	5.304		-31.150
11				17.971	5.304		-23.275
12			7.875	17.971	5.304		-31.150
13				17.971	5.304		-23.275
14			7.875	17.971	5.304		-31.150
15				17.971	5.304		-23.275
16			7.875	17.971	5.304		-31.150
17				17.971	5.304		-23.275
18			7.875	17.971	5.304		-31.150
19				17.971	5.304		-23.275
20			7.875	17.971	5.304		-31.150
21				17.971	5.304		-23.275
22			7.875	17.971	5.304		-31.150
23				17.971	5.304		-23.275
24			7.875	17.971	5.304		-31.150
25				17.971	5.304		-23.275
26			7.875	17.971	5.304		-31.150
27				17.971	5.304		-23.275
28			7.875	17.971	5.304		-31.150
29		278.748		17.971	5.304		-302.023
30		1.433.788		3.246	5.304	7.206.991	5.764.653
TASA		6%		8%		10%	
V.E.S.		337.398		- 71.735		- 261.165	

**Evaluación económica de Pino oregón
Con bonificación**

PO3032: Pino oregón, rotación 30 años, sitio 3.
Modalidad 2: Costos medios - Precios medios
Tipo de manejo: Sin manejo
Objetivos: Producción madera aserrable- pulpable

AÑO	Costos					Ingresos		Flujo de Fondos
	Establecimiento	Manejo	Mantención	Administración	Protección	Manejo	Bonificación	
0	277.899			17.971	10.142			-306.012
1				17.971	5.304		91.941	68.665
2			7.875	17.971	5.304		2.610	-28.540
3				17.971	5.304		2.610	-20.665
4			7.875	17.971	5.304		2.610	-28.540
5				17.971	5.304		2.610	-20.665
6			7.875	17.971	5.304		2.610	-28.540
7				17.971	5.304		766	-22.509
8			7.875	17.971	5.304		766	-30.384
9				17.971	5.304		766	-22.509
10			7.875	17.971	5.304		766	-30.384
11				17.971	5.304		766	-22.509
12			7.875	17.971	5.304		766	-30.384
13				17.971	5.304		766	-22.509
14			7.875	17.971	5.304		766	-30.384
15				17.971	5.304		766	-22.509
16			7.875	17.971	5.304		766	-30.384
17				17.971	5.304		766	-22.509
18			7.875	17.971	5.304		766	-30.384
19				17.971	5.304		766	-22.509
20			7.875	17.971	5.304		766	-30.384
21				17.971	5.304		766	-22.509
22			7.875	17.971	5.304		766	-30.384
23				17.971	5.304		766	-22.509
24			7.875	17.971	5.304		766	-30.384
25				17.971	5.304		766	-22.509
26			7.875	17.971	5.304		766	-30.384
27				17.971	5.304		766	-22.509
28			7.875	17.971	5.304		766	-30.384
29		278.748		17.971	5.304		766	-301.257
30		1.433.788		3.246	5.304	7.206.991		5.764.653
TASA		6%		8%		10%		
V.E.S.		441.150		28.050		- 164.747		

**Evaluación económica de Pino oregón
Sin bonificación**

PO3033: Pino oregón, rotación 30 años, sitio 3.
Modalidad 3: Costos altos - Precios bajos
Tipo de manejo: Sin manejo
Objetivos: Producción madera aserrable- pulpable

Año	Costos					Ingresos	Flujo de Fondos
	Establecimiento	Manejo	Mantenimiento	Administración	Protección		
0	461.545			23.204	11.156		-495.906
1				23.204	5.834		-29.038
2			8.411	23.204	5.834		-37.449
3		23.237		23.204	5.834		-52.276
4			8.411	23.204	5.834		-37.449
5				23.204	5.834		-29.038
6			8.411	23.204	5.834		-37.449
7				23.204	5.834		-29.038
8			8.411	23.204	5.834		-37.449
9				23.204	5.834		-29.038
10			8.411	23.204	5.834		-37.449
11				23.204	5.834		-29.038
12			8.411	23.204	5.834		-37.449
13				23.204	5.834		-29.038
14			8.411	23.204	5.834		-37.449
15				23.204	5.834		-29.038
16			8.411	23.204	5.834		-37.449
17				23.204	5.834		-29.038
18			8.411	23.204	5.834		-37.449
19				23.204	5.834		-29.038
20			8.411	23.204	5.834		-37.449
21				23.204	5.834		-29.038
22			8.411	23.204	5.834		-37.449
23				23.204	5.834		-29.038
24			8.411	23.204	5.834		-37.449
25				23.204	5.834		-29.038
26			8.411	23.204	5.834		-37.449
27				23.204	5.834		-29.038
28			8.411	23.204	5.834		-37.449
29		306.625		23.204	5.834		-335.663
30		1.732.990		3.571	5.834	5.904.291	4.161.896
TASA		6%		8%		10%	
V.E.S.		- 359.327		- 557.803		- 640.222	

**Evaluación económica de Pino oregón
Con bonificación**

PO3033: Pino oregón, rotación 30 años, sitio 3.
Modalidad 3: Costos altos - Precios bajos
Tipo de manejo: Sin manejo
Objetivos: Producción madera aserrable- pulpable

Año	Costos					Ingresos		Flujo de Fondos
	Establecimiento	Manejo	Mantención	Administración	Protección	Manejo	Bonificación	
0	461.545			23.204	11.156			-495.906
1				23.204	5.834		91.941	62.902
2			8.411	23.204	5.834		2.610	-34.839
3		23.237		23.204	5.834		2.610	-49.666
4			8.411	23.204	5.834		2.610	-34.839
5				23.204	5.834		2.610	-26.428
6			8.411	23.204	5.834		2.610	-34.839
7				23.204	5.834		766	-28.272
8			8.411	23.204	5.834		766	-36.683
9				23.204	5.834		766	-28.272
10			8.411	23.204	5.834		766	-36.683
11				23.204	5.834		766	-28.272
12			8.411	23.204	5.834		766	-36.683
13				23.204	5.834		766	-28.272
14			8.411	23.204	5.834		766	-36.683
15				23.204	5.834		766	-28.272
16			8.411	23.204	5.834		766	-36.683
17				23.204	5.834		766	-28.272
18			8.411	23.204	5.834		766	-36.683
19				23.204	5.834		766	-28.272
20			8.411	23.204	5.834		766	-36.683
21				23.204	5.834		766	-28.272
22			8.411	23.204	5.834		766	-36.683
23				23.204	5.834		766	-28.272
24			8.411	23.204	5.834		766	-36.683
25				23.204	5.834		766	-28.272
26			8.411	23.204	5.834		766	-36.683
27				23.204	5.834		766	-28.272
28			8.411	23.204	5.834		766	-36.683
29		306.625		23.204	5.834		766	-334.897
30		1.732.990		3.571	5.834	5.904.291		4.161.896
TASA		6%		8%		10%		
V.E.S.		- 255.575		- 458.018		- 543.805		

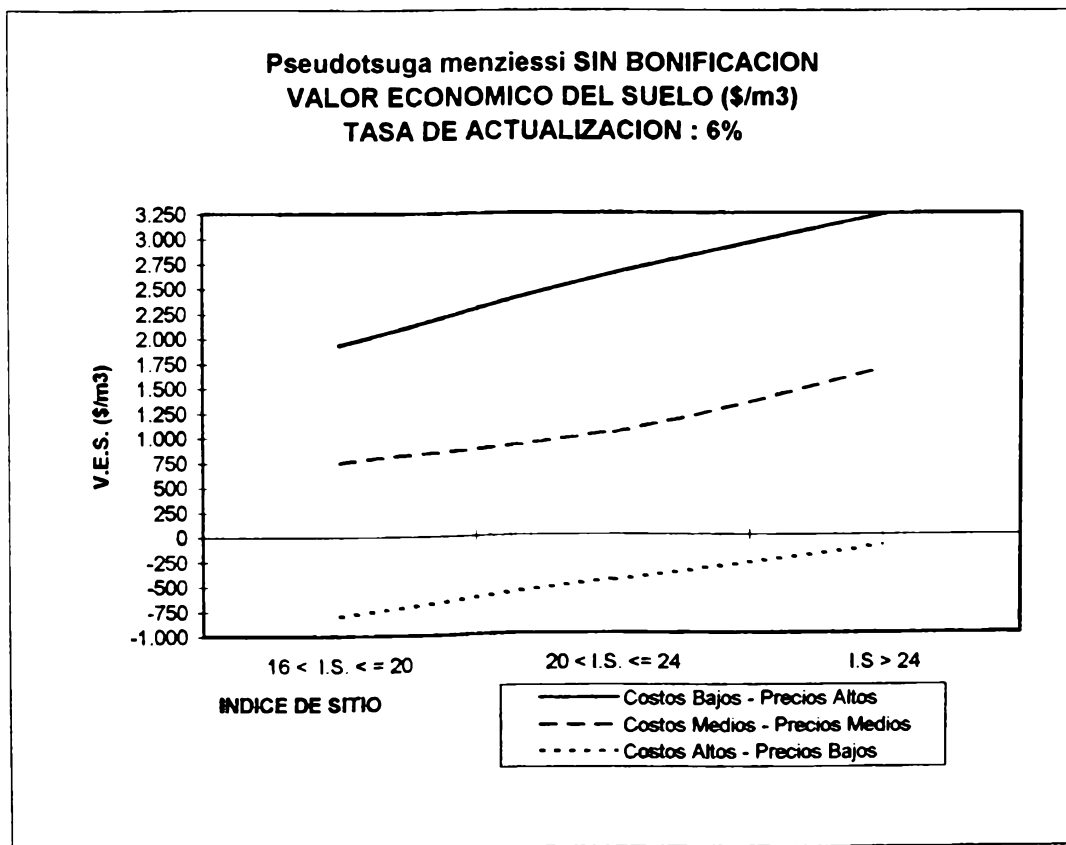
ANEXO VI
VALOR ECONOMICO DEL SUELO
(\$/m³)

Pino oregón sin bonificación

Valor Económico del Suelo (\$/m³)

Tasa de Actualización : 6%

MODALIDAD	INDICE DE SITIO		
	16 < I.S. <= 20	20 < I.S. <= 24	I.S > 24
Costos Bajos - Precios Altos	1.931	2.645	3.244
Costos Medios - Precios Medios	750	1.026	1.670
Costos Altos - Precios Bajos	-799	-463	-118

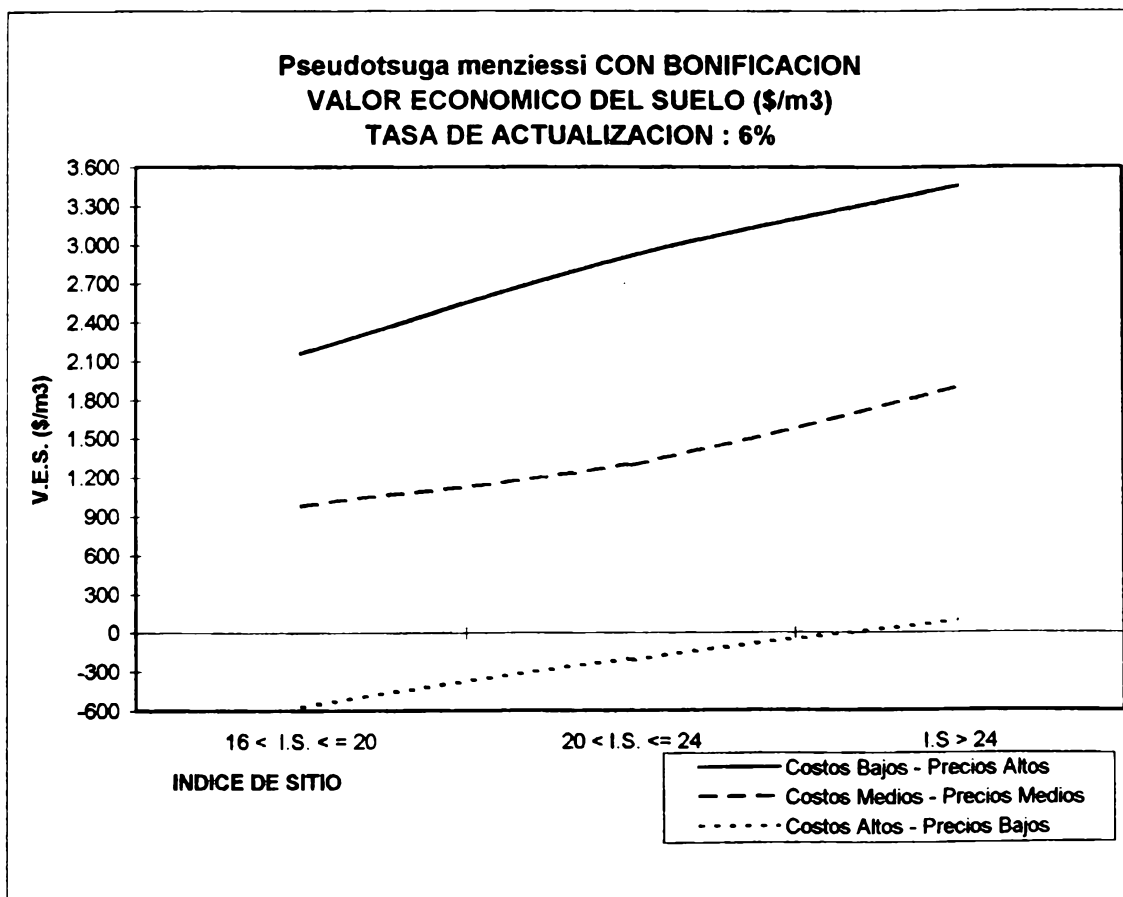


Pino oregón con bonificación

Valor Económico del Suelo (\$/m3)

Tasa de Actualización : 6%

MODALIDAD	INDICE DE SITIO		
	16 < I.S. <= 20	20 < I.S. <= 24	I.S > 24
Costos Bajos - Precios Altos	2.162	2.913	3.458
Costos Medios - Precios Medios	980	1.293	1.884
Costos Altos - Precios Bajos	-568	-210	84

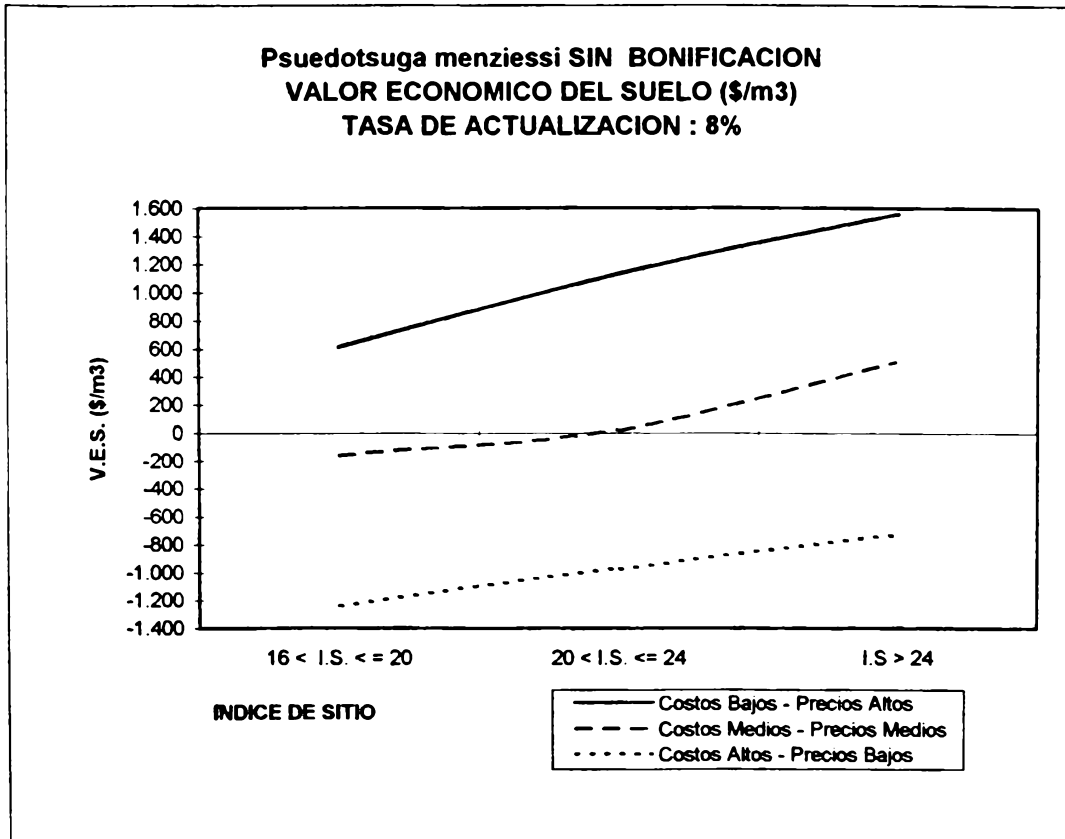


Pino oregón sin bonificación

Valor Económico del Suelo (\$/m3)

Tasa de Actualización : 8%

MODALIDAD	INDICE DE SITIO		
	16 < I.S. <= 20	20 < I.S. <= 24	I.S. > 24
Costos Bajos - Precios Altos	612	1.134	1.559
Costos Medios - Precios Medios	-159	15	500
Costos Altos - Precios Bajos	-1.240	-976	-733

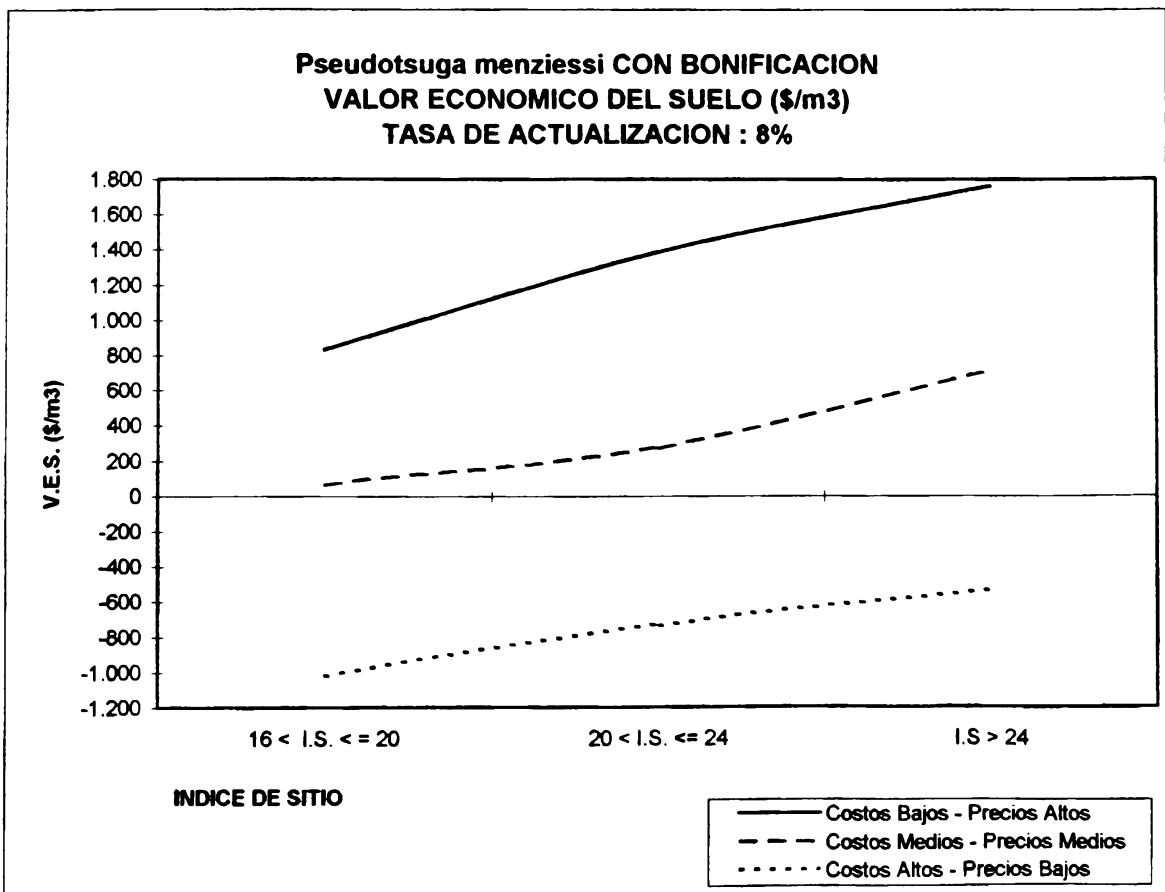


Pino oregón con bonificación

Valor Económico del Suelo (\$/m³)

Tasa de Actualización : 8%

MODALIDAD	INDICE DE SITIO		
	16 < I.S. <= 20	20 < I.S. <= 24	I.S. > 24
Costos Bajos - Precios Altos	834	1.387	1.762
Costos Medios - Precios Medios	62	268	703
Costos Altos - Precios Bajos	-1.018	-736	-541

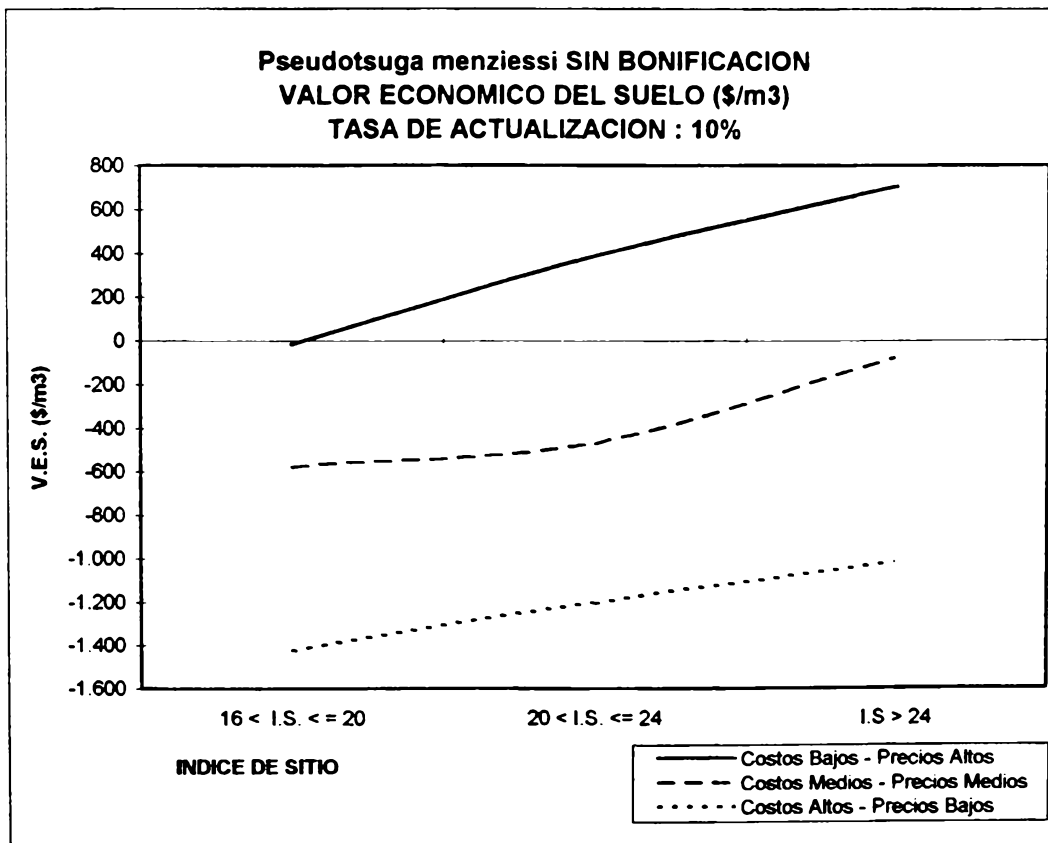


Pino oregón sin bonificación

Valor Económico del Suelo (\$/m³)

Tasa de Actualización : 10%

MODALIDAD	INDICE DE SITIO		
	16 < I.S. <= 20	20 < I.S. <= 24	I.S > 24
Costos Bajos - Precios Altos	-17	386	707
Costos Medios - Precios Medios	-580	-472	-83
Costos Altos - Precios Bajos	-1.423	-1.204	-1.024

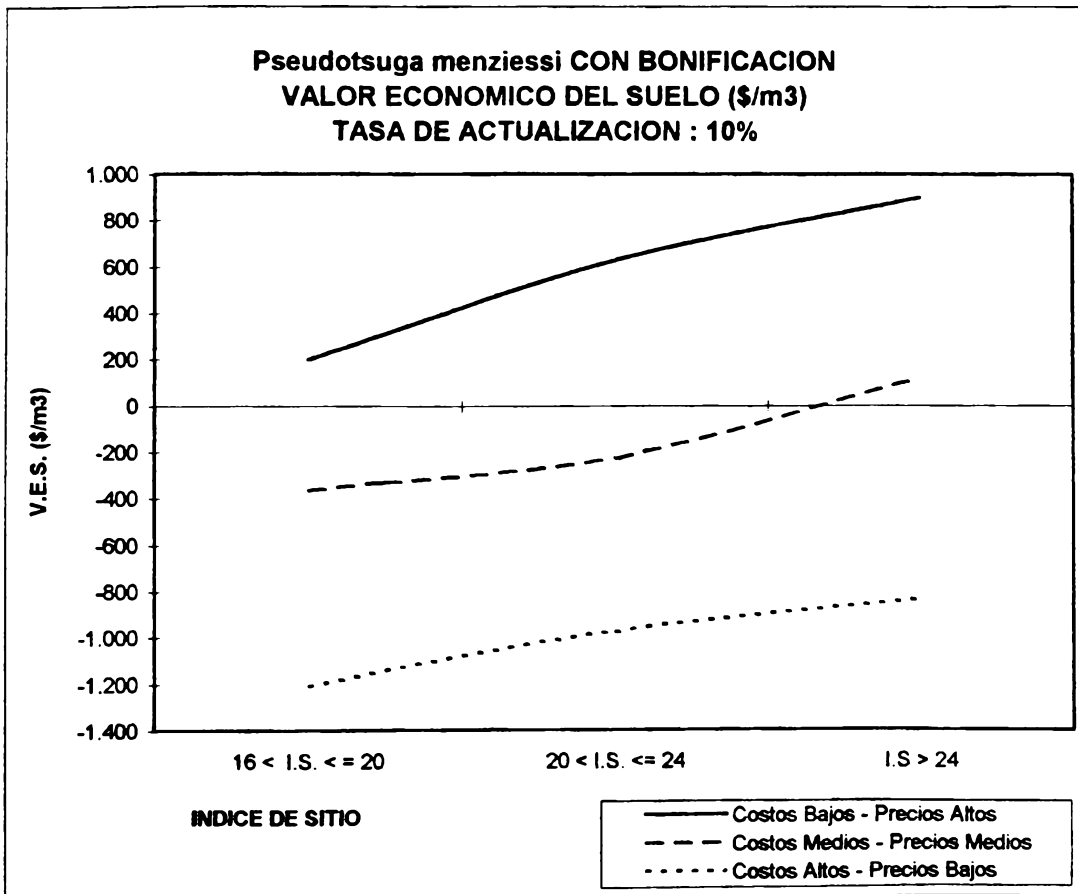


Pino oregón con bonificación

Valor Económico del Suelo (\$/m3)

Tasa de Actualización : 10%

MODALIDAD	INDICE DE SITIO		
	16 < I.S. <= 20	20 < I.S. <= 24	I.S > 24
Costos Bajos - Precios Altos	197	626	900
Costos Medios - Precios Medios	-366	-232	110
Costos Altos - Precios Bajos	-1.208	-976	-841



ANEXO VII

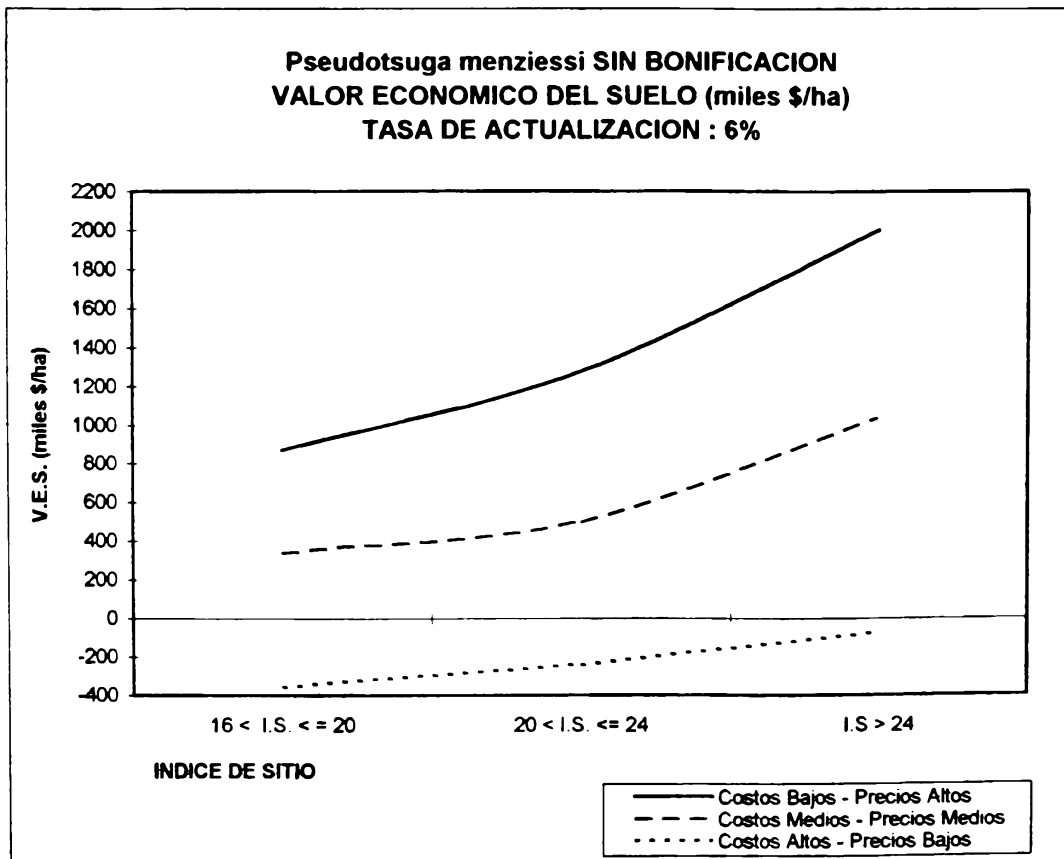
VALOR ECONOMICO DEL SUELO
(\$/ha)

Pino oregón sin bonificación

Valor Económico del Suelo (miles \$/ha)

Tasa de Actualización : 6%

MODALIDAD	INDICE DE SITIO		
	16 < I.S. <= 20	20 < I.S. <= 24	I.S. > 24
Costos Bajos - Precios Altos	869	1278	2002
Costos Medios - Precios Medios	337	495	1030
Costos Altos - Precios Bajos	-359	-242	-77

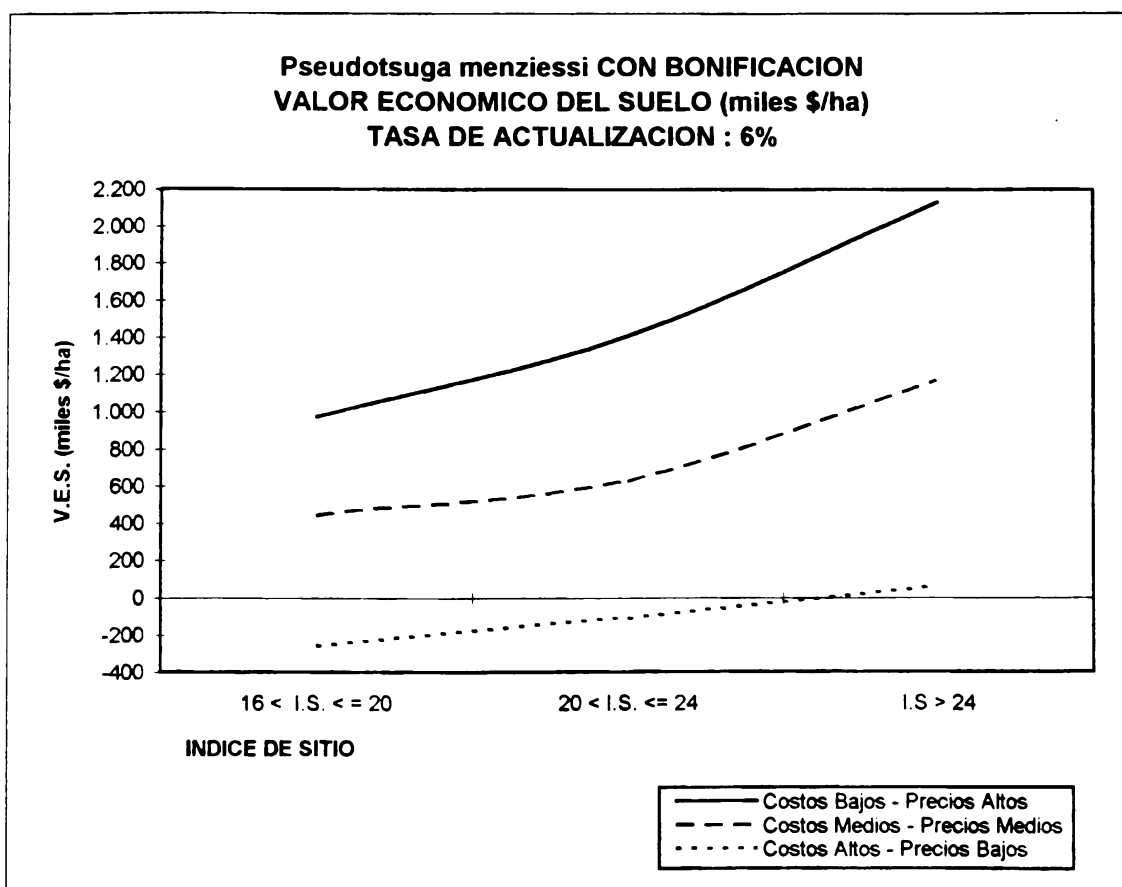


Pino oregón con bonificación

Valor Económico del Suelo (miles \$/ha)

Tasa de Actualización : 6%

MODALIDAD	INDICE DE SITIO		
	16 < I.S. <= 20	20 < I.S. <= 24	I.S > 24
Costos Bajos - Precios Altos	973	1.407	2.134
Costos Medios - Precios Medios	441	625	1.162
Costos Altos - Precios Bajos	-256	-110	55

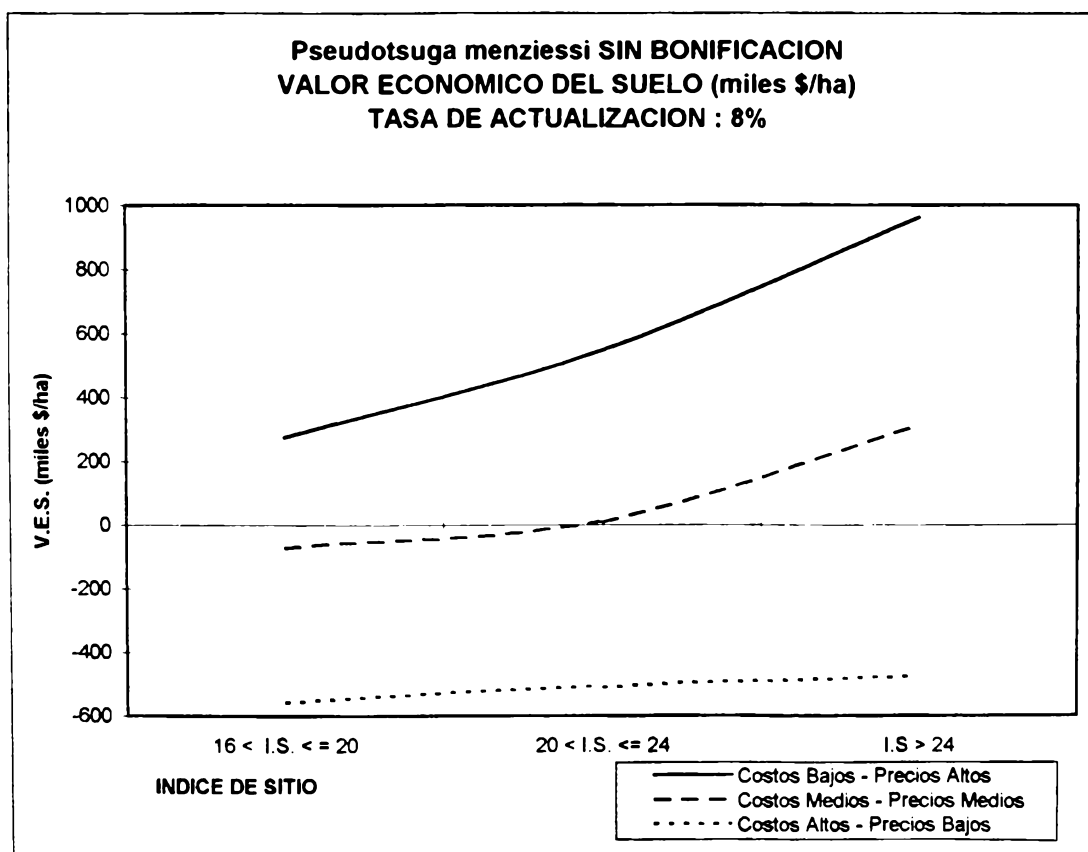


Pino oregón sin bonificación

Valor Económico del Suelo (miles \$/ha)

Tasa de Actualización : 8%

MODALIDAD	INDICE DE SITIO		
	16 < I.S. <= 20	20 < I.S. <= 24	I.S > 24
Costos Bajos - Precios Altos	275	548	962
Costos Medios - Precios Medios	-72	7	309
Costos Altos - Precios Bajos	-558	-510	-479

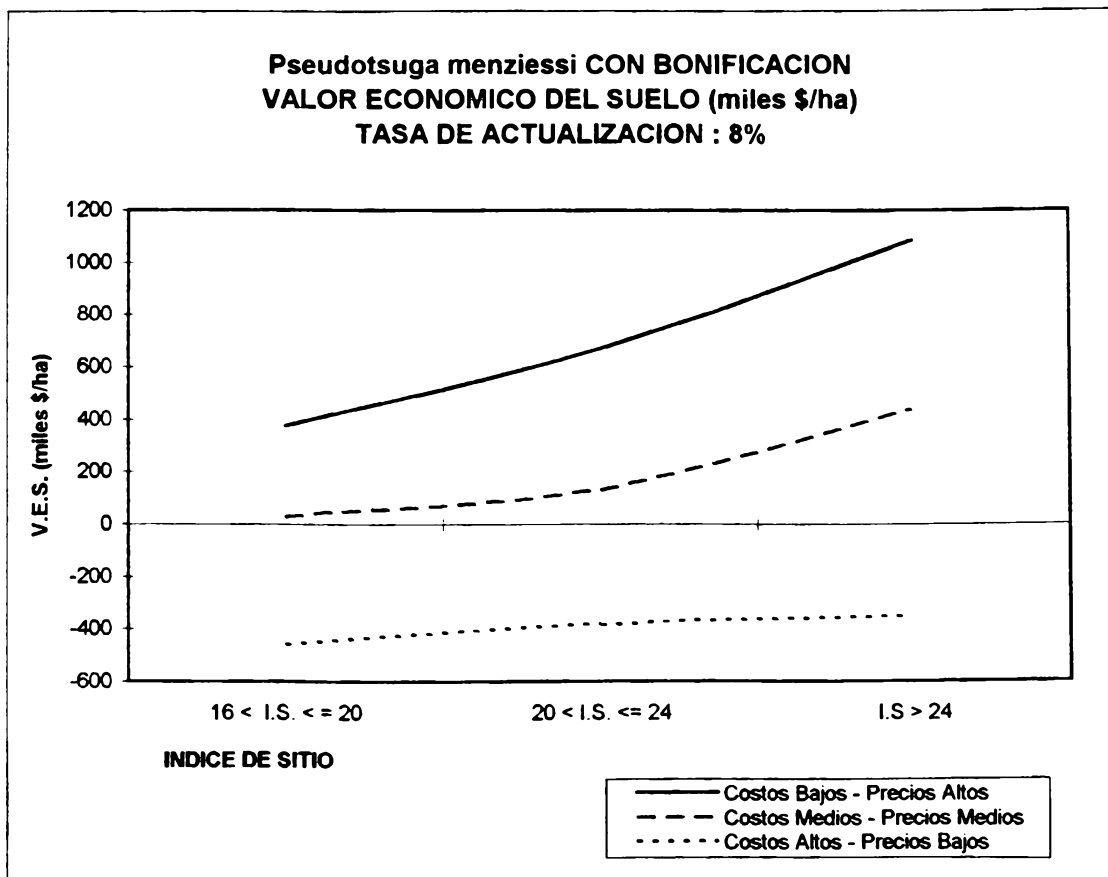


Pino oregón con bonificación

Valor Económico del Suelo (miles \$/ha)

Tasa de Actualización : 8%

MODALIDAD	INDICE DE SITIO		
	16 < I.S. <= 20	20 < I.S. <= 24	I.S. > 24
Costos Bajos - Precios Altos	375	670	1087
Costos Medios - Precios Medios	28	129	434
Costos Altos - Precios Bajos	-458	-384	-354

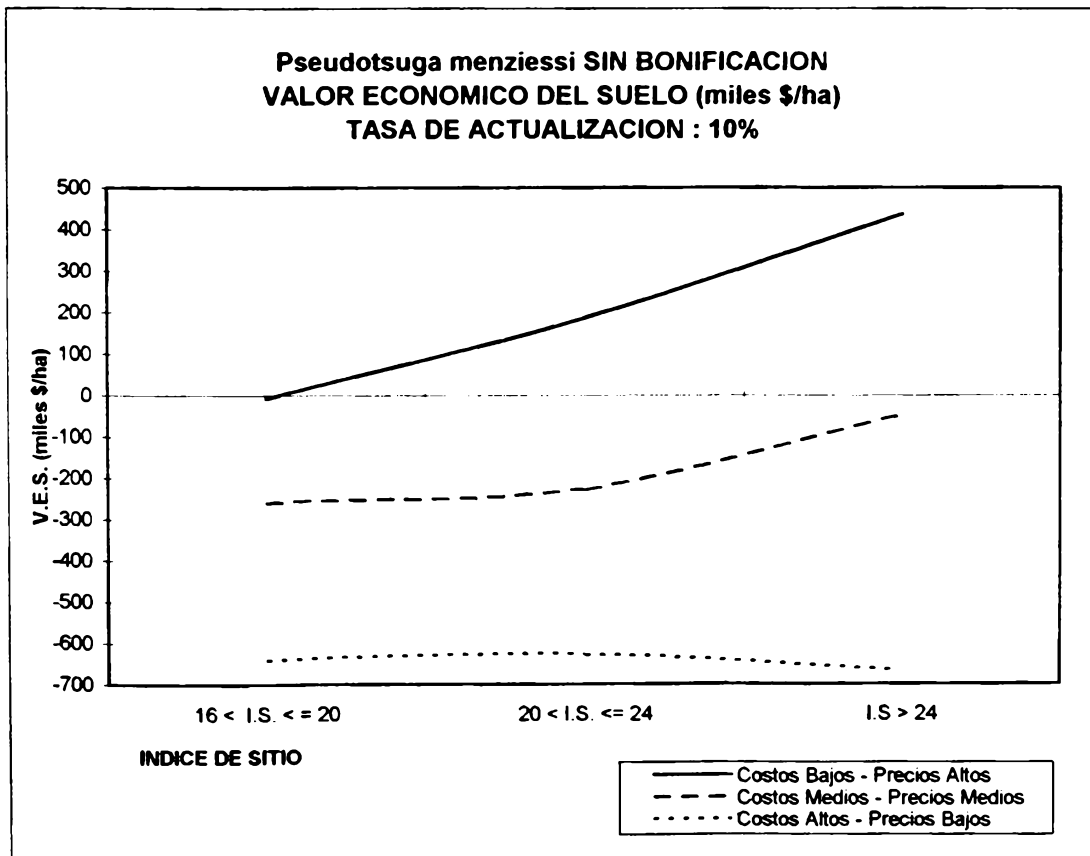


Pino oregón sin bonificación

Valor Económico del Suelo (miles \$/ha)

Tasa de Actualización : 10%

MODALIDAD	INDICE DE SITIO		
	16 < I.S. <= 20	20 < I.S. <= 24	I.S > 24
Costos Bajos - Precios Altos	-8	186	436
Costos Medios - Precios Medios	-261	-228	-51
Costos Altos - Precios Bajos	-640	-628	-669

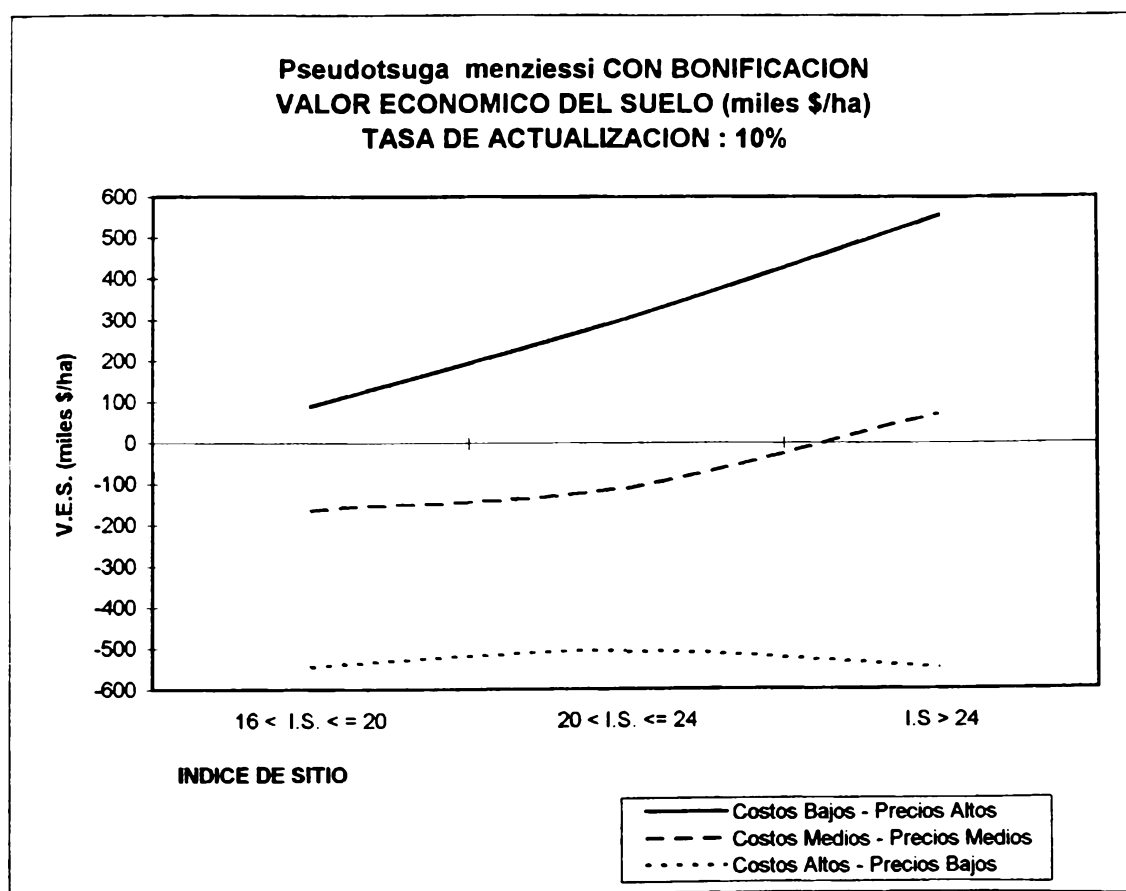


Pino oregón con bonificación

Valor Económico del Suelo (miles \$/ha)

Tasa de Actualización : 10%

MODALIDAD	INDICE DE SITIO		
	16 < I.S. <= 20	20 < I.S. <= 24	I.S. > 24
Costos Bajos - Precios Altos	89	302	555
Costos Medios - Precios Medios	-165	-112	68
Costos Altos - Precios Bajos	-544	-509	-550



ANEXO VIII

ANTECEDENTES DE PRECIOS POR PRODUCTO
Y VOLUMEN, EN EL MERCADO EXTERNO

MERCADO EXTERNO
PRECIOS DE PRODUCTOS FORESTALES
VALOR (US\$ FOB)

1990 1991 1992 1993 1994

ESPECIE	PRODUCTO	UNIDAD	1990			1991			1992			1993			1994		
			VOLUMEN	RETORNO	PRECIO	VOLUMEN	RETORNO	PRECIO	VOLUMEN	RETORNO	PRECIO	VOLUMEN	RETORNO	PRECIO	VOLUMEN	RETORNO	PRECIO
PINO OREGON	Trozas pulpables	M3				03	11	36 66	40	1934	48 35	6856 58	800863	116 8	3070 03	227856	74 15
	Trozas aserrables	M3															
	Md en trozas	M3															
	Md aserrada y T	M3	5525 29	711883	128 82	8243 85	800057	142 55	11076 3	1832171	147 38	4085 47	823008	185 08	8179 72	1078501	174 19
	Md aserrada y T E - 1	M3				884 91	115 497	130 52	350 8	51776	147 59						
	Md aserrada y T E - 2	M3	1183 56	153 325	120 54							220 22	37541	170 47			
	Md aserrada y T E - 3	M3															
	Md aserrada UNI	M3				1530 88	228501	147 97									
	Md aserrad vigas	M3							75 64	16389	216 67						
	Md aserrada bases	M3							40 07	5714	142 6	404 25	70540	106 75	42 23	10558	250 01
	Md aserradas	M3															
	Md elaborada cepillada	M3				483 97	73800	150 06	51 42	19093	371 31	121 20	21338	175 03	59 32	15002	252 89
	Otros prod madera elaborada	TON															
	Md machihembrada	M3							113 75	18473	144 82	105 42	80022	452 64	369 87	147221	398 03
	Md bnglada	M3										13	3832	204 76			
	Tablas para piso	TON				925	1801	1 95				13 97	4990	357 83	0 23	3700	.....
	Otros tableros	TON	11 18	6217	556 08							74 74	78393	1048 87	133 08	106605	1477 34
	Molduras de madera	TON				18 75	4089	265 01	30 82	6239	299 77				15 2	13658	898 55
	Piezas para construcción	TON							0 01	180	.....	28 85	21133	787 07			
	Utensilios cocina	TON							0 04	383	.....					
	Listones cepillados	TON				35 81	6267	175									
	Puertas	TON										0 14	1072	.....		
	Ventanas	TON				0 19	2351	.....				1 87	4006	2190 37			
	Marcos de madera	TON				0 22	2344	10854 55				12 79	38091	2978 18			
	Postes	TON				124	28598	230 83									
	Planchas densificadas	TON				47 86	47858	990 91									
	Plataformas y estacas	TON				20 84	12511	800 33									
	Otros product manufacturado	TON				0 18	1676	.....				0 02	200	.....		
	Sifas y sifones	TON				4 83	19812	4101 86	0 55	48 08	.....	0 85	6210	7305 08			
	Mesas	TON				4 67	13840	2784 71	0 04	66 8	7106 38	0 54	2778	5144 44	3 05	2888	940 33
	Cómodas y veladores	TON							3 53	22923	8493 76	1 31	10320	7877 86	0 83	2519	.....
	Camas y cunas	TON				1 85	5088	3070 3	0 08	4 81	8012 5	12 24	34228	7278 11	52 31	205339	3025 43
	Marquesas	TON															
	Casa prefabricadas	TON															
	Partes y pz muebles	TON				0 35	1190	.....	0 56	2080	.....	98 84	165000	6189 55			
	Muebles oficina	TON							0 12	700	5833 33	0 29	28 05	.....	2454 21	3786433	1542 83
	Otros muebles	TON				1 52	4927	3241 44	2 74	19876	7254 01	5 08	41589	8188 81			
	Repisas	TON										146 56	309139	5208 96			
	Md hilada	TON	0 01	25	.....											
	Md para fñaloros	TON	2 11	6722	4807 58												
Palos de helados	TON	1424 03	1412195	991 86													
Plantas arb forestales	TON										4 32	3030	701 38				
Juguetes madera	TON										2 58	8898	2674 03				
Esquineros	TON										15 70	51026	3231 53				

Fuente: Boletín Estadístico de Exportaciones Forestales Chilenas Nº 19, 24, 27, 33, y 38 INFOR
Los valores presentados en el cuadro corresponden al período Enero - Dic de 1994

