

Pinus
pinea

Potencialidad de
Especies y Sitios para
una Diversificación
Silvícola Nacional

MONOGRAFIA

PINO
piñonero

INFOR - CONAF

Pinus pinea

Pino piñonero es una típica especie del área del Mediterráneo europeo de forma pobre y lento crecimiento, con una característica copa aparasolada cuando adulto. En el interior de sus semillas se encuentra el piñón, fruto comestible y muy apreciado como alimento en forma directa o en confitería. La madera es blanca y ligera, fácil de aserrar y secar, utilizada exiguamente en carpintería, postes, construcciones livianas, leña y carbón. Sin embargo, el mercado principal de esta especie está en la venta de sus frutos.

AUTORES:

Verónica Loewe M.
Manuel Toral I.
Claudia Delard R.
Claudia López L.
Elizabeth Urquieta N.

CONTRAPARTE TÉCNICA CONAF:

Michael Bourke
Armando Sanhueza

97

Fe de erratas : página 11 dice 1.3 ASPECTOS REPRODUCTIVOS, debe decir 1.3 ASPECTOS REPRODUCTIVOS

página 52 fórmula. debe decir:

$$VES = \frac{V(R) + \sum IN_i (1+i)^{k-1} - C}{(1+i)^k - 1} \cdot a$$

donde: i = Tasa de actualización. debe decir,

i = Tasa de actualización

donde: A = Costo anual de administración (\$/ha año), debe decir,

a = Costo anual de administración (\$/ha/año)

POTENCIALIDAD DE ESPECIES
Y SITIOS PARA UNA DIVERSIFICACIÓN
SILVÍCOLA NACIONAL

Monografía de
PINO
PIÑONERO

Pinus pinea



Registro de propiedad intelectual N° 99123
Santiago de Chile, 1997

Autor: INFOR - CONAF

Equipo de trabajo:

VERÓNICA LOEWE M.
MANUEL TORAL I.
CLAUDIA DELARD R.
CLAUDIA LÓPEZ L.
ELIZABETH URQUIETA N.

Contraparte técnica CONAF:

MICHAEL W. BOURKE
ARMANDO SANHUEZA S.

Financiamiento de la presente edición:

FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA, F.I.A.
Ministerio de Agricultura. Chile.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL, CONAF
Ministerio de Agricultura. Chile.

INSTITUTO FORESTAL, INFOR
Corporación de Fomento a la Producción. Chile.

Esta publicación se terminó de imprimir en Noviembre de 1998.

El texto reproducido y las opiniones vertidas en este documento, son de responsabilidad exclusiva de los autores

Fue impreso por: Neuenschwander & Cruz. Santiago Chile

ÍNDICE

Índice

Prólogo

1.	ANTECEDENTES GENERALES	9
1.1	DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL	9
1.2	DISTRIBUCIÓN	10
1.3	ASPECTOS REPRODUCTIVOS	11
1.4	ASPECTOS GENÉTICOS	15
2.	REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS	17
2.1	SUELO	17
2.2	CLIMA	17
2.3	ALTITUD	18
2.4	REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES	18
3.	PLAGAS Y ENFERMEDADES	21
3.1	ABIÓTICAS	21
3.2	BIÓTICAS	21
3.2.1	Entomológicas	21
3.2.2	Fungosas	23
3.3	EXIGENCIAS PARA INTERNACIÓN DE SEMILLAS	24
3.4	RECOMENDACIONES ACERCA DE LAS ENFERMEDADES FUNGOSAS	25
4.	SILVICULTURA Y MANEJO	27
4.1	PROPAGACIÓN	27
4.1.1	Regeneración natural	27
4.1.2	Regeneración artificial	28
4.1.2.1	Colecta de semillas	28
4.1.2.2	Almacenamiento	28
4.1.2.3	Tratamientos pregerminativos	29
4.1.2.4	Siembra	29
4.1.2.5	Cultivo in vitro	31
4.1.2.6	Siembra Directa	33
4.1.3	Propagación vegetativa	34
4.2	ESTABLECIMIENTO	36
4.2.1	Plantación	36
4.2.2	Densidad de plantación	36
4.2.3	Fertilización	37
4.2.4	Control de malezas	37

4.3	MANEJO	37
4.3.1	Crecimiento y productividad	37
4.3.2	Tratamientos silviculturales.....	43
5.	PRODUCCIÓN	47
5.1	MADERA	47
5.1.1	Características y clasificación	47
5.1.2	Usos de la madera.....	48
5.2	MERCADO	48
5.3	PRECIOS.....	49
5.3.1	Madera	49
5.3.2	Frutos	50
6.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	51
6.1	ANTECEDENTES	51
6.2	MARCO DE EVALUACIÓN	51
6.3	ANTECEDENTES BÁSICOS	52
6.3.1	Indicadores económicos	52
6.3.2	Valor de la jornada de trabajo.....	52
6.4	ESQUEMA DE MANEJO	53
6.5	COSTOS DIRECTOS	57
6.5.1	Costos de establecimiento	57
6.5.2	Costos de manejo	57
6.5.3	Costos de cosecha	57
6.5.4	Costos de administración	57
6.5.5	Costos de mantención	58
6.5.6	Costos de protección forestal	58
6.6	VALOR DE LOS PRODUCTOS	58
6.7	RESULTADOS	59
7.	OBTENCIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PINO PIÑONERO, VII - X REGIÓN	61
7.1	INTRODUCCIÓN	61
7.2	RESUMEN DE LAS ÁREAS REGIONALES POTENCIALES PARA PINO PIÑONERO	61
7.3	METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PINO PIÑONERO, REGIONES VI A IX	62
7.3.1	Zona de estudio	62
7.3.2	Información general utilizada	62
7.3.3	Información específica utilizada	62

7.3.4	Requerimientos ecológicos de Pino piñonero	63
7.3.4.1	Período vegetativo	63
7.3.4.2	Temperatura media	63
7.3.4.3	Temperatura mínima absoluta	63
7.3.4.4	Precipitación anual	63
7.3.4.5	Meses secos anuales	64
7.3.4.6	Profundidad del suelo	64
7.3.4.7	Textura del suelo	64
7.3.4.8	Drenaje del suelo	65
7.3.4.9	Altitud	65
7.4	ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PINO PIÑONERO, REGIONES VI A IX	65
7.4.1	Área potencial para Pino piñonero en la VI Región	65
7.4.2	Área potencial para Pino piñonero en la VII Región	67
7.4.3	Área potencial para Pino piñonero en la VIII Región	68
7.4.4	Área potencial para Pino piñonero en la IX Región	70
	Comunicaciones personales	73
	Bibliografía	75
	Anexos	81
	ANEXO I : CUADRO RESUMEN PARA <i>Pinus pinea</i>	
	ANEXO II : COMPORTAMIENTO DE UN ÁRBOL INDIVIDUAL DE 75 AÑOS CRECIENDO EN LA LOCALIDAD DE LAUTARO (IX REGIÓN) EN SUELO DE TRUMAO CON RIEGO ANTECEDENTES DASOMÉTRICOS DE UN ÁRBOL DE PINO PIÑONERO EN SUELO DE TRUMAO CON RIEGO ANTECEDENTES DASOMÉTRICOS DE PINOS PIÑONEROS EN LA LOCALIDAD DE PEÑUELAS	
	ANEXO III : RESUMEN DE COSTOS	
	ANEXO IV : INGRESOS POR PRODUCTOS	
	ANEXO V : ILUSTRACIÓN DE LAS ÁREAS POTENCIALES REGIONALES	

PRÓLOGO

En el año 1995, el sector forestal supera, por primera vez, los dos mil millones de dólares como valor total de las exportaciones de productos a partir, principalmente, de las plantaciones de Pino radiata y Eucalipto. El mismo año se pone en marcha el Proyecto Catastro de la Vegetación Nativa, instrumento que materializa el anhelo nacional por conocer el estado de estos recursos. Y, también ese año, se establece la necesidad de enfrentar la diversificación de las plantaciones forestales, mediante la puesta en marcha de un Programa de Diversificación, impulsado por la Corporación Nacional Forestal.

El propósito de diversificar demuestra el grado de madurez que ha alcanzado la Nación en esta materia, al proponerse un paso de gran importancia y un nuevo impulso al dinamismo del desarrollo forestal.

Para llevar a cabo esta tarea, cuyos propósitos son ampliar la base de sustentación de la silvicultura nacional y orientar una producción de mayor valor agregado hacia nuevos mercados, fue necesario, en primer lugar reunir las bases fundamentales del conocimiento disponible. Para ello se ha elaborado el material bibliográfico que a continuación se presenta, una colección de 11 Monografías de las siguientes especies: Lenga, Roble, Raulf, Coigüe y Canelo, entre las nativas, Pino oregón, Álamo, Castaño, Aromo australiano, Eucalipto regnans y Pino piñonero entre las exóticas y una detallada cartografía, a escala 1:250.000, que ilustra el área potencial de ellas, excepto Lenga y Canelo.

Las dos instituciones estatales del sector, la Corporación Nacional Forestal y el Instituto Forestal, han unido esfuerzos durante más de dos años para llevar a cabo este objetivo, el cual se inició mediante un riguroso proceso de selección de especies a partir de más de doscientas opciones iniciales. Durante este proceso participó un grupo de prestigiados especialistas en la materia, hasta llegar a las once que serían definitivamente elegidas y objeto del estudio detallado.

El equipo de trabajo, compuesto por investigadores de INFOR dirigidos por la ingeniero forestal Verónica Loewe y, como contraparte técnica de la Corporación Nacional Forestal, los ingenieros forestales Michael Bourke y Armando Sanhueza, puso en práctica una metodología de estudio basada en la observación y análisis de los Factores Limitantes al crecimiento de las especies, logrando resultados en tres campos principales de información:

- a: caracterización de las especies escogidas en cuanto a sus requerimientos esenciales de suelo y clima;
- b: definición de los sitios en los cuales pueden obtenerse buenos desarrollos;
- c: examen de las condicionantes económicas de estos cultivos en varios escenarios.

Diversas instituciones y profesionales también participaron en el proceso aportando valiosa información y experiencias. Especial mención le cabe a la Compañía Agrícola y Forestal El Álamo, mediante el concurso del ingeniero forestal señor Jaime Ulloa, quien aportó valiosos antecedentes sobre el cultivo del Álamo. Así mismo Viveros Máfil, por intermedio del ingeniero forestal señor Fernando Schultz, aportó antecedentes sobre la misma especie. El ingeniero forestal señor Herbert Siebert entregó importante información sobre el cultivo del Aromo australiano. También el profesor Iván Chacón, de la Universidad de Talca, tuvo una destacada labor en la elaboración de la información económica.

A todos ellos y a otros profesionales que colaboraron entusiasta y desinteresadamente, nuestra gratitud.

Gonzalo Paredes Veloso
Director Ejecutivo
Instituto Forestal

José Antonio Prado Donoso
Director Ejecutivo
Corporación Nacional Forestal

1.

ANTECEDENTES GENERALES

1.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL

Pinus pinea, comúnmente llamado Pino piñonero, pertenece a la división de las Gimnospermas, clase Coniferopsida, orden Coniferales, familia Pinaceae y género *Pinus* (Montoya, 1990). Serra (1987) lo describe como un árbol de hábito simpódico que alcanza 20 a 30 m de altura, con copa en forma de paraguas cuando adulto. Presenta un fuste cilíndrico con corteza gris profundamente surcada (Montoya, 1990); y de forma pobre (Webb *et al.*, 1984). De acuerdo con Debazac cit. por Lanner (1989), el fuste, después de desarrollarse como un sólo tallo, se divide en un grupo de ramas de aproximadamente igual tamaño, formando la copa redondeada típica de la especie. Sin embargo Kozłowski cit. por Lanner (1989) atribuye la forma de copa aparasolada a una pérdida de dominancia apical en los primeros años; este autor demostró, en plántulas de 2-4 años, que existe un mayor crecimiento en los brotes laterales que en los apicales.

Las ramillas son escamosas con muchos cilios, café-amarillentas (Rodríguez y Rodríguez, 1981). Posee dos hojas por braquiblasto, de 18 a 20 cm de longitud, de color verde grisáceo en los brotes jóvenes y verde claro en el follaje adulto. Persisten durante 2 años (Crawford, 1995), y hasta 4 o más mientras mejores sean las condiciones de sitio (Montoya, 1990). Las acículas son ligeramente onduladas y flexibles (Molina, 1991), aunque Carnevale (1955), las describe como rígidas y agudas.

Los conos son ovoides, globulares de 12 a 15 cm de longitud y 7 a 10 cm de diámetro, de color castaño brillante, con escamas de consistencia leñosa y apófisis casi plano (Molina, 1991). Generalmente se encuentran solitarios (ocasionalmente de 2 ó 3) en el extremo apical de las ramas (Crawford, 1995). Tardan 3 años en madurar, característica que lo diferencia de otros Pinos (Serra, 1987).

Sus semillas son leñosas, ovaladas, de color castaño claro, de 17 a 18 mm de largo, 8 a 10 mm de ancho y 8 mm de espesor (Serra, 1987). Poseen una testa gruesa, color café opaco con largo de alas variable (3 - 20 mm) (Crawford, 1995). En su interior se encuentra el piñón, de 15 a 16 mm de largo y 5 mm de espesor, de forma alargada, color blanco amarillento y de consistencia harinosa.

Es un fruto comestible de sabor agradable (Carnevale, 1955), que lo hace muy apreciado como alimento en forma directa o para confitería; por este motivo en algunos países posee un alto valor comercial (Serra, 1987). Crawford (1995) señala que las áreas más importantes de producción comercial son España (Huelva) e Italia (Marche, Toscana, Abruzzo).

El árbol se utiliza también para brindar protección como sombra, elemento cortaviento, en fijación de dunas y en prevención de erosión (Webb *et al.*, 1984). Además, es una especie de carácter heliófilo, capaz de almacenar agua y administrarla eficazmente, por lo que puede colonizar espacios vacíos (Gil y Aranzazu, 1993).

1.2 DISTRIBUCIÓN

El área de distribución natural de la especie es controvertida, pues el hecho de ser su fruto comestible, ha contribuido a su expansión desde la antigüedad en puntos muy diversos (Gil y Abellanas, 1989). USDA (1974) menciona que ha sido ampliamente cultivada desde antes de 1660. Carnevale (1955) considera que el Pino piñonero tiene su origen en la Isla de Creta (Grecia) y que está muy difundido en España, más que en Italia. Por otra parte, Webb *et al.* (1984) opinan que su distribución natural corresponde a la Península Ibérica, norte y este del Mediterráneo (33 a 44 °N).

Actualmente se acepta como distribución la Península Ibérica (España y Portugal), costa del Mediterráneo y noreste de Turquía. En Italia se encuentra en Cerdeña y Sicilia, y también se ha observado en las islas Creta y Chipre (USDA, 1974). Por su parte, Serra (1987) afirma que se encuentra en la región mediterránea de Europa y Asia Menor, desde España hasta el Líbano y la costa sur del Mar Negro, incluyendo varias islas del Mediterráneo. Incluso se ha extendido hasta China por repoblación artificial. FAO cit. por Montoya (1990) menciona que la especie abarca en total un área mundial de unas 380.000 ha, de las cuales el 9 % en Portugal, el 75 % en España, el 1 % en Francia, el 5 % en Italia, y el 9 % en Turquía.

Además, García de Pedraza y Pallares (1989) señalan la distribución del Pino piñonero específicamente en España: se extiende por el Suroeste, zona de dunas de Huelva, Sevilla, Cádiz y en rodales en ambas Castillas. Esta distribución la complementa Arija (1975), mencionando que hay una formación importante en Castilla (Valladolid, Cuenca, Segovia, Madrid) y otra en Andalucía (Huelva, Sevilla y Cádiz); otra formación considerable se encuentra en Gerona (Arija, 1975). El área total que ocupa es de 284.331 ha entre masas puras y mezcladas (Montoya, 1990). En el Cuadro 1 se muestran algunos antecedentes referentes a la superficie total de *Pinus pinea* en España.

CUADRO 1
ANTECEDENTES SOBRE LA SUPERFICIE TOTAL
DE PINO PIÑONERO EN ESPAÑA

Concepto		Ha	Concepto		Ha
Superficie total		248.331	Densidad de bosques	Pobre	92.537
Regiones	Noroeste	25.519		Media	65.582
	Duero	45.360		Buena	20.166
	Centro	45.221	Altitudes	0 a 400	142.149
	Extremadura	13.278		400 a 800	124.410
	Andalucía Oriental	15.798		800 a 1.200	17.751
	Andalucía Occidental	139.155		1.200 a 1.600	21
	Tipos de Monte	Monte alto	178.285		
Replantaciones		106.046			

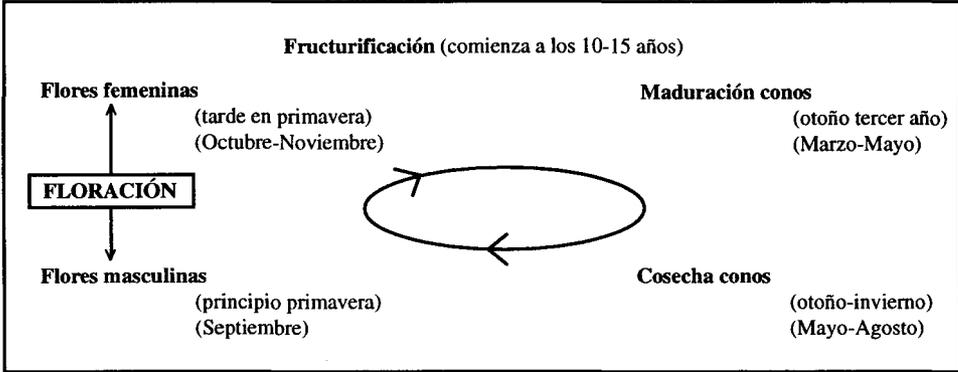
Fuente: Inventario Nacional Forestal cit. Montoya (1990)

En Chile, actualmente se conserva un bosque en la Reserva Forestal Federico Albert (VII Región) con más de 700 individuos. Sus características no son buenas en la producción de frutos principalmente, debido al escaso espaciamiento y a falta de manejo adecuado (Molina, 1991). También se encuentran pequeños bosques en la Reserva Nacional Peñuelas (V Región), en Pichilemu (VI Región), Cauquenes (VII Región), Angol y Lautaro (IX Región). Se han encontrado árboles aislados en Santiago, Melipilla, Lolol y Quirihue (VII Región), y en 1994 se plantaron algunos individuos en Illapel como cortina cortaviento (Carrasco¹, 1995).

1.3 ASPECTOS REPRODUCTIVOS

Pinus pinea florece de marzo a mayo en España, (septiembre a noviembre en el hemisferio sur) dependiendo de la ubicación geográfica. La maduración del piñón requiere de tres períodos vegetativos, completándose este proceso en el otoño del tercer año (García de Pedraza y Pallares, 1989). USDA (1974) menciona que los conos y semillas maduran un poco antes, a fines del verano, pudiéndose realizar la colecta de conos entre otoño y comienzos de invierno. Una vez maduros, caen del árbol con las semillas (Crawford, 1995) (Ver Cuadro 2).

CUADRO 2
FENOLOGÍA DE PINO PIÑONERO



Fuente: Elaboración propia, Infor (1996)

Como es sabido, en esta especie, al igual que en los otros Pinos, las flores masculinas y femeninas se sitúan en distintas zonas de la copa y su aparición no es sincrónica, es decir, no ocurre en el mismo momento. Las primeras se observan al comienzo del crecimiento anual en las ramas inferiores, y las segundas, al final del crecimiento anual en la parte superior de la copa (Gil y Aránzazu, 1993). Montoya (1990) especifica que las flores femeninas aparecen entre septiembre y noviembre en el hemisferio sur, algo más tarde que las masculinas.

La dispersión de las semillas en los Pinos es principalmente anemófila (se realiza por el viento), la que alcanza mayor o menor distancia según su tamaño; al respecto, Pino piñonero constituye la excepción, pues la diseminación se efectúa principalmente por gravedad, debido a que su semilla es más pesada y de ala rudimentaria (Montoya, 1990; Gil y Aránzazu, 1993).

Pino piñonero empieza a producir frutos a los 15 - 20 años aproximadamente y se obtiene una cosecha abundante cada 3 - 4 años (Goor y Barney, 1976; Enginar², 1996); sin embargo, Crawford (1995) indica que la producción de conos se observa a partir de los 10 años, siendo óptima alrededor de los 40. Al respecto, Ximénez de Embún (1959), afirma que a los 25 años comienza a producir con verdadero rendimiento, es decir, cuando el árbol cuenta con 20 cm de diámetro. Buenos rendimientos se mantienen hasta los 50 años, declinando posteriormente hasta casi detenerse a los 80 años (Goor y Barney, 1976).

La producción de conos es variable según la densidad de plantación, el sitio y el manejo. Además, varios autores han descrito distintos rendimientos; Carnevale (1955) señala que de un árbol se puede obtener hasta 250 conos al año con 90 semi

llas cada uno, y que se puede obtener hasta 1.000 kg de semillas por hectárea con un distanciamiento de árboles de 6 x 6 m (278 árboles/ha). Sin embargo, Crawford (1995) menciona que en Italia se han observado rendimientos de 500 - 1.500 kg de semillas/ha/año con una densidad de plantación de 100 árboles por hectárea. En Turquía se pueden cosechar 4.000 a 5.000 kg de piñas/ha de las cuales se obtienen 800 a 1.900 kg de semillas; esto corresponde a 100 a 200 kg de piñón limpio (Enginar², 1996). En el sur de Europa, los árboles adultos producen en promedio 600 - 800 kg de piñones por hectárea, lo que significa alrededor de 450 - 640 kg de semillas limpias y en años de buena producción 1.000 - 1.300 kg de semillas limpias (Vidal, 1962). Goor y Barney (1976) estiman que la producción promedio de semillas es de 120 - 160 kg por hectárea/año, cantidad notoriamente menor que la señalada por los 2 autores anteriores. En el Cuadro 3 se resumen estos antecedentes.

Webb *et al.* (1984), al igual que Gil y Aránzazu (1993), señalan que el número de semillas por kg varía entre 1.200 y 1.400. Goor y Barney (1976) amplían este rango a 1.000-1.600 semillas por kg (Cuadro 3).

Los piñones pesan en promedio 0,714 g cada uno (Montoya, 1990), y cada semilla limpia 0,20 g (Carnevale, 1955).

En el Cuadro 4 se observa la producción de frutos de Pino piñonero a distintas edades y diámetros.

La cosecha de los conos se puede realizar en forma manual, colectándolos de los árboles en pie o aprovechando las piñas caídas si ésta tiene lugar cuando están maduras (Gutiérrez, 1995). También se estila usar un palo o gancho para desprender los conos del árbol, aunque en Italia se está introduciendo la cosecha mecanizada usando «batidores de árboles» (Crawford, 1995). La colecta se realiza en otoño e invierno (Goor y Barney, 1976).

El fruto es importante como fuente alimenticia. En el Cuadro 5 se observa el análisis nutricional de éste.

CUADRO 3
ANTECEDENTES DE PRODUCCIÓN DE FRUTOS DE PINO PIÑONERO

	Ítem	Autor
Inicio producción de frutos	10 años	Crawford, 1995
	15 - 20 años	Goor y Barney, 1976
	8 - 20 años	Ximénez de Embún, 1959
Producción por árbol	250 conos (90 semillas cada uno)	Molina, 1991
Obtención de piñones por cada 100 kg de conos	22,7 kg	Ximénez de Embún, 1959
	20 kg	Crawford, 1995
Producción semillas por hectárea	1.000 kg (227 arb/ha)	Molina, 1991
	600 - 1.400 kg	Vidal, 1962
	500 - 1.500 kg (100 arb/ha)	Crawford, 1995
Nº semillas por kilo	1.000 - 1.600	Goor y Barney, 1976
	1.200 - 1.400	Webb <i>et al.</i> , 1984; Gil y Aránzazu, 1993

Fuente: Elaboración propia, Infor (1996)

CUADRO 4
ANTECEDENTES DE PRODUCCIÓN DE FRUTO DE PINO PIÑONERO
SEGÚN DIÁMETRO Y EDAD

Diámetro (cm)	Edad (años)	Producción normal por pie (kg piña)	Producción de semillas (kg/árbol)
5	7	—	—
10	12	—	—
15	18	—	—
20	26	—	—
25	36	5	1,0
30	46	8	1,4
35	58	14	2,8
40	70	20	4,0
45	85	26	5,2
50	105	32	6,4

Fuente: Ximenez de Embún, (1959)

CUADRO 5
ANÁLISIS NUTRICIONAL DE PIÑONES

Componente	Cantidad	Unidad
Proteínas	24,0	%
Grasa	34,8	%
Cenizas	4,7	%
Humedad	8,0	%
Hidratos de Carbono. Totales	28,5	%
Almidón	1,3	%
Fibra alimentaria	23,0	%
Calcio	0,05	%
Hierro	61,6	ppm
Cobre	33	ppm
Zinc	96	ppm
Magnesio	5.600	ppm
Manganeso	160	ppm
Fósforo	0,97	%

Fuente: Cuadros y Francia, (1993)

1.4 ASPECTOS GENÉTICOS

Pinus pinea es una especie considerada enigmática, pues sus características químicas son distintas a las del grupo de los Pinos diploxilon al cual pertenece (a pesar de poseer polifenoles al igual que los demás Pinos diploxilon, su terpeno no es correspondiente porque consiste totalmente en I-limoneno; en su contenido hay sesquiterpenos, cariophyleno, humuleno y pequeñas cantidades de diterpeno y cembreno, éste último presente en los Pinos haploxilon y sólo en un diploxilon más, *P. thunbergii*).

A este respecto, entre los Pinos de la región mediterránea, *Pinus pinea* posee suficientes diferencias genéticas como para prevenir su hibridación con otros Pinos, y además, artificialmente no ha sido cruzado exitosamente con ningún otro (Mirov, 1967).

Se le conoce sólo una variedad («fragilis» Duhamel), que se caracteriza por una delgada y blanda cubierta de la semilla. Esta variedad es probable que haya sido creada por el hombre (Mirov, 1967), y se ha encontrado en Ávila y Salamanca en España (Montoya, 1990). Crawford (1995) señala que es cultivada por sus caracte

rísticas y su adaptación en el sur y oeste de Inglaterra, pero que es susceptible a daños causados por heladas cuando joven.

Gil y Abellanas (1989) mencionan que la especie es susceptible de ser mejorada genéticamente, debido al enorme potencial futuro que posee el aprovechamiento tradicional del piñón. Opinan que una vez que se seleccionen los individuos sobresalientes en producción de piñas, y se realicen injertos o hibridaciones junto con las selecciones debidas en huertos semilleros, la mejora genética tiene amplias posibilidades. En Italia ya se están realizando trabajos para propagar plantas superiores en producción de frutos, mediante la técnica de injertación (Crawford, 1995).

Catalán (1990), usando púas de árboles seleccionados por la elevada producción de piñas, realizó en vivero injertos de Pino piñonero, utilizando como patrones brinzales de Pino carrasco (*Pinus halepensis*) de 2 años, en maceta. Como las púas procedían de yemas recolectadas en la parte superior de la copa, manifestaron durante los primeros años una marcada tendencia a producir solamente estróbilos o flores femeninas. Este comportamiento, que en algunas especies dura sólo 2 ó 3 años, en el caso de Pino piñonero es mucho más prolongado. Con la polinización controlada se observa que aproximadamente el 90 % de las flores femeninas se convierten en piñas adultas. El porcentaje de vanas y abortadas es bastante bajo (7 % aproximadamente) y el tamaño de piña y rendimientos son bastante similares al rango de variación normal de la especie, por lo que se concluye que el injerto interespecífico (entre ambas especies) no influye en estas características.

En montes poblados y maduros no es necesario realizar mejoramiento genético, dado que la silvicultura extensiva obliga a aprovechar la regeneración natural de las masas, excluyendo la posibilidad de cultivar masivamente ejemplares injertados (Yagüe, 1993).

2.

REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS

2.1 SUELO

Pino piñonero es una especie con claras exigencias de aireación en el suelo por lo que se desarrolla mejor en texturas arenosas. También crece en texturas francas y limosas pero no tolera los suelos pesados, de textura arcillosa (Montoya, 1990). Crece en terrenos sueltos, silíceos o con cierta proporción de arena, y tolera suelos áridos, pues aparece en suelos areno-calcareos, graníticos y volcánicos, pero profundos. En Italia se ha encontrado creciendo en suelos limosos, turbosos, de ambientes lacustres que derivan de aluviones fluviales recientes, presentando texturas variables desde arcillo limoso a franco arenoso (Cianco *et al.*, 1986).

En general tolera todos los suelos excepto los muy húmedos y alcalinos (Crawford, 1995), siendo poco exigente en nutrientes (Montoya, 1990).

Webb *et al.* (1984), por su parte, menciona que Pino piñonero crece en suelos de textura leve a moderada y pH ácido, aunque Montoya (1990) menciona suelos de pH 4 a 9, de drenaje libre, y que tolera suelos superficiales.

En las arenas inestables, donde la especie ha sido muy utilizada para su fijación, se observan bosques con escaso desarrollo. Los arenales costeros interiores de la provincia de Huelva (España) no presentan horizontes desarrollados, pero si acumulación de sesquióxidos. En éstos, la capa freática se encuentra a escasa profundidad, encontrándose en ellos las mejores masas de *P. pinea* de Andalucía en cuanto a producción de fruto (Abellanas *et al.*, 1993).

2.2 CLIMA

Molina (1991) indica que el Pino piñonero puede desarrollarse en climas templado-cálido o templado-frío, seco o húmedo. Parece vegetar mejor en los climas subhúmedo y húmedo de Emberger, aunque penetra en el semiárido y en el perhúmedo (Montoya, 1990).

Webb *et al.* (1984) menciona que requiere entre 400 y 800 mm de precipitación anual con régimen de lluvia invernal, con 4 a 6 meses secos. Sin embargo Montoya (1990) opina que en ocasiones soporta precipitaciones de 250-300 mm anuales, pero que presenta mejor aspecto desde los 500 mm; en ocasiones alcanza zonas con 1.500 mm de precipitación anual, siendo su óptimo ecológico entre los 500 y 800 mm.

La temperatura media máxima del mes más cálido varía entre 25 y 35 °C (Webb *et al.*, 1984), aunque García de Pedraza y Pallares (1989) opinan que es menor, con un rango de 20 a 22 °C. La media mínima del mes más frío fluctúa entre 4 y 14 °C (5 a 8 °C según García de Pedraza y Pallares, 1989), superior a 0 °C según Montoya (1990), y la temperatura media anual entre 14 y 18 °C (Webb *et al.*, 1984; Enginar², 1996).

Soporta desde mínimas de -20 °C hasta máximas de 41 °C, aunque suelen aparecer daños por frío desde -12 °C (Montoya, 1990).

Es una especie resistente al frío, tolerante al viento salino y a la sequía (Molina, 1991), y también muy resistente al calor (Montoya, 1990).

Es heliófila (Vidal, 1962); requiere de abundante luz para mantener un crecimiento adecuado, llegando fácilmente al estancamiento de masa cuando una densidad excesiva se mantiene por largo tiempo (Montoya, 1990).

2.3 ALTITUD

Puede encontrarse en un amplio rango altitudinal; desde el nivel del mar hasta los 2.500 msnm (Webb *et al.*, 1984). Sin embargo Gil y Abellanas (1989) y Montoya (1990), afirman que sólo crece hasta los 1.000 metros de altitud.

Como estos rangos altitudinales corresponden a su distribución natural, se puede suponer que en Chile su comportamiento será similar; sin embargo, en la localidad de Victoria (IX Región), se ha observado que en la precordillera a 700 msnm no crece bien debido a las bajas temperaturas invernales (Fouere³, 1995).

2.4 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

Un estudio realizado por Ferretti *et al.* (1993), determinó la cantidad de Ca, Mg, y otros macro y micronutrientes en los anillos de un árbol de 32 años en el sur de Sandaña, Italia. Los resultados (Cuadros 6 y 7), describen las concentraciones de diversos nutrientes de *Pinus pinea* a través del tiempo.

Se puede observar que los niveles de K y Na muestran una tendencia al aumento, irregular, pero progresivo en el tiempo; Al, Pb, Cd, Zn y Rb, no evidencian tal aumento y esta tendencia para Mg y Mn es poco clara.

CUADRO 6
CONCENTRACIÓN (ug/g .d.w) DE METALES EN ANILLOS DE UN ÁRBOL DE *Pinus pinea*

Año	Ca	Mg	Na	K	Fe	Mn	Cu	Al	Pb	Cd	Zn	Rb
1959	744	276	794	477	31,2	68,8	14,7	90,5	1,78	1,30	34,7	9,2
1960-64	806	233	205	293	34,7	54,6	1,2	17,4	1,08	0,51	8,4	3,6
1955-69	904	330	171	342	36,7	61,5	1,4	21,6	1,02	0,32	11,7	3,7
1970-74	707	232	134	315	53,1	62,3	11,8	37,5	1,01	0,39	27,7	4,5
1975-79	586	203	364	402	122,1	68,3	16,2	85,7	4,53	0,71	38,5	7,4
1980-84	463	167	262	394	96,5	47,3	2,7	32,8	3,33	1,07	17,8	6,4
1985-86	299	165	668	520	86,9	31,4	7,7	83,8	7,16	2,73	24,0	8,6

Fuente: Ferretti *et al.* (1993)

CUADRO 7
CANTIDADES CALCULADAS (ug) DE LOS ELEMENTOS EN LOS ANILLOS DE
ÁRBOL DE *Pinus pinea* de 32 AÑOS

Año	Ca	Mg	Na	K	Fe	Mn	Cu	Al	Pb	Cd	Zn	Rb
1959	44	16	47	28	2	4	0,87	5	0,11	0,08	2,1	0,5
1960-64	2.432	703	619	884	105	165	3,62	52	3,26	1,54	25,3	10,9
1955-69	5.337	1.958	1.009	2.019	217	363	8,26	127,5	6,02	1,89	69,1	21,8
1970-74	3.733	1.225	708	1.663	280	329	62,31	198,0	5,33	2,06	146,3	23,8
1975-79	1.344	466	835	922	280	157	37,16	196,6	10,39	1,63	88,3	17,0
1980-84	1.539	555	871	1.310	321	157	8,98	109,0	11,07	3,56	59,2	21,3
1985-86	667	368	1.491	1.161	194	70	17,19	187,0	15,98	6,09	53,6	19,2

Fuente: Ferretti *et al.* (1993)

Además, en el Cuadro 7 se observan los datos de concentración de los elementos transformados en sus cantidades totales (concentración por gramo (en g) de cantidad total de madera de grosor unitario para la sección del árbol).

3.

PLAGAS Y ENFERMEDADES

3.1 ABIÓTICAS

Al estudiar aspectos biológicos de bosques de la especie en decadencia, se ha observado que la contaminación atmosférica causa daños a la vegetación (aumento de defoliación, stress nutricional, alteración de la superficie foliar), que se incrementan cuando hay largos períodos de sequía (Bussoti *et al.*, 1991).

Renzoni *et al.* (1990), comprobaron que la contaminación ambiental tiene efectos distorsionadores en la formación y maduración de esporas, dando lugar a una reducción de la fertilidad del polen, al haber un mayor número de granos de polen anómalos y de pobre crecimiento. Esto se demostró, al hacer germinar semillas con polen obtenido de distintas áreas con diferentes niveles de contaminación, observándose una reducción debido a las causas antes mencionadas. También debido a agentes contaminantes, se observa una reducción en la producción de semillas (*Op. cit.*).

3.2 BIÓTICAS

3.2.1 Entomológicas

Los insectos que atacan a Pino piñonero son los siguientes.

- ***Thaumetopea wilkinsoni*** y ***T.pityocampa*** Schiff. La especie es fuertemente atacado por ***T. wilkinsoni*** (oruga) (Webb *et al.*, 1984). La procesionaria del Pino (***T. pityocampa*** Schiff) también la ataca en la región mediterránea formando los conocidos bolsones blancos de los Pinos, produciendo defoliaciones a veces muy intensas que dañan el crecimiento y la vitalidad del árbol (Avtzis, 1986, Montoya, 1990). Pese a que este insecto es considerado como uno de los más dañinos al poner sus huevos en distintas especies, Pino piñonero presenta una alta resistencia, no estando claro si como una antibiosis o como una no aceptación del insecto; por esta razón se podría reducir el daño causado por este lepidóptero en algunas áreas, forestando con la especie.

- ***Acantholyda hieroglyphica*** Christ. Esta especie, se ha observado causando defoliaciones en repoblados jóvenes de Pino piñonero en la provincia de Huelva (España). Las acículas no son comidas en su totalidad, incluso en los árboles

más atacados queda aproximadamente 1 cm a partir de la base de la hoja. En los pinares de más edad también se aprecia la presencia de este insecto, pero los árboles no sufren defoliaciones apreciables (Toimil y Acosta, 1993).

- ***Palaecoccus fuscipennis*** Burn. Es un insecto que ha sido una plaga en los pinares de *Pinus pinea* de las costas de Huelva en los últimos años. En verano se usan plaguicidas contra mosquitos y aumenta su población afectando los Pinos. Es un Homóptera, Margarodidae europeo y mediterráneo. Como factor biótico limitativo de este insecto se encuentra el coccinélido predator *Novius cruentatus* Muls. y 2 especies de dípteros endoparásitos del género *Cryptochaetum* Rond., *C. buccatum* Hendel y *C. jorgepastori*. Estos mantienen el equilibrio en las poblaciones de *Palaecoccus*, impidiéndole ocasionar daños mayores (Cadahia, 1984).

- ***Rhyacionia buoliana*** Schiff.(Evetria). Insecto que ataca sobre todo las guías de los árboles originando “moños” y “bayonetas” en la copa, achaparrando los árboles. Afecta la producción de frutos pues las piñas aparecen en los brotes, que son los dañados. Ataca al principio las hojas y luego se introduce en las yemas y brotes, lo que lo protege de los insecticidas. En Chile ha atacado a más de la mitad de las plantaciones de *Pinus radiata*, constituyendo así una plaga potencial para Pino piñonero. Se controla a fines de septiembre o principio de octubre en Chile, una vez que han nacido las orugas o cuando cambian de yemas, con insecticidas de contacto y también con “dimilín” (Montoya, 1990).

Otra forma de controlar la polilla es mediante el control biológico usando *Orgilus obscurator*, insecto específico y exclusivo de la polilla, que utiliza las larvas de los primeros estadios de desarrollo para poner sus huevos en el interior de ellas y completar su ciclo biológico. En Chile se ha establecido entre las regiones VIII y X, y se están haciendo esfuerzos por establecerlo en la VII. En áreas donde *Orgilus* ha actuado 4 a 5 temporadas, se constata un alto nivel de parasitismo el que puede afectar el 80 % de las larvas de polilla existentes en el lugar, lo que hace caer fuertemente el daño que este insecto puede causar (de Ferari, 1994).

- ***Pissodes validirostris*** Gyll. (Pisodes). Ataca las piñas en su tercer año de edad, causando serios daños mientras es larva. Cuando adulto, el “escarabajo” ataca ramillas tiernas. En ocasiones puede llegar a destruir hasta un 80% de la cosecha de conos. Se combate en primavera y otoño cuando el adulto ha abandonado los conos antes de invernar, con insecticidas de contacto (*Op. cit.*).

- ***Diorictria mendacella*** Stgr. “Diorictria” es un insecto que también ataca los conos pero causa menores daños que Pisodes, aunque la apariencia indica lo contrario, pues deposita sus fecas en los orificios, a diferencia del segundo. Se recomienda recoger y quemar los conos atacados, pues en la época de cosecha las orugas se encuentran dentro de éstos (Montoya, 1990).

- ***Megastigmus sp.*** En todo el bajo Mediterráneo habita la avispa de semillas de Pino piñonero, que corresponde a una especie del género *Megastigmus*; en España no se encuentra presente; el SAG en Chile realiza estrictos controles a las importaciones de semillas (Fouré³, 1995).

- ***Matsucoccus josephi***. Bodenheimer y Neumark (cit. por Liphschitz y Mendel 1989) describieron plantaciones de Pino piñonero fuertemente infectadas con *M. josephi*. Sin embargo, al inocular individuos artificialmente se demostró que sólo un pequeño número de larvas se desarrolla y ninguna llega a la fase adulta. El daño que ocasiona se observa por la presencia de heridas peridermales formadas en la corteza de los fustes y es variable según la especie de Pino atacada; por ejemplo en *Pinus radiata* no se observan signos patológicos y en *P. halepensis* provoca daños significativos a la corteza y xilema.

3.2.2 Fungosas

Pinus pinea es susceptible al *damping-off en vivero* (Webb *et al.*, 1984). Éste ataca las plántulas después de la germinación tanto en vivero como en regeneraciones naturales, cuando las germinaciones ocurren a altas temperaturas, capaces de activar al hongo (Montoya, 1990). Aparte de este hongo, no padecería de otros ataques destacables.

Sin embargo, Fonseca y de Azevedo (1990), mencionan que existen varios hongos responsables de enfermedades en troncos, ramas y acículas. Entre los que atacan preferentemente los troncos y ramas, el más importante es *Cenangium abietis* (Pers.) Rehm, también conocido como *Cenangium ferruginosum* Fr. Los primeros síntomas de su ataque aparecen en primavera, manifestándose con una clorosis en la base de las acículas, que progresa por las mismas hasta que se secan y caen. Las ramas se secan desde las extremidades y progresan en dirección a la base, pudiendo afectar a la planta en su totalidad y provocar su muerte. El micelio de este hongo se desarrolla abundantemente y puede alterar la consistencia y la coloración de la madera (se blanquea). Ataca más fuertemente a los árboles situados en condiciones adversas y con mayor frecuencia en las ramas bajas.

Como parásito de acículas o defoliadores se encuentran *Lophodermium seditiosum* Minter Stalay and Millar y/o *Dothistroma pini* Hulbary. Los síntomas del primero, se caracterizan por la presencia de manchas café con borde amarillo, principalmente en la parte inferior de la copa y luego las acículas toman un color marrón, generalmente del ápice hasta la base. Es un parásito grave que puede afectar viveros y plantaciones jóvenes; hasta el momento no ha sido observado en viveros. En cuanto a *Dothistroma pini*, una característica típica es la presencia de manchas rojizas en las acículas, que progresan hasta constituir fajas en éstas, comúnmente llamadas “tandas rojas”. En otros casos la sintomatología se advierte en una

decoloración rojiza, progresando desde el ápice a la base de las acículas afectadas. Puede causar la muerte de los ejemplares atacados y aunque no se ha observado en vivero se debe precaver su aparición debido a su severidad como parásito (*Op. cit.*). En Chile se encuentra principalmente en la X Región aunque se ha observado hasta en la V Región, atacando bosques adultos y afectando fuertemente su crecimiento por la severa defoliación que causa cuando las condiciones son favorables.

Elytroderma lusitanicum es una nueva especie identificada en Portugal en 1985, causante de una grave enfermedad que ocasiona defoliación a los árboles, deformando las ramas y provocando a veces la malformación “escobas de bruja”, finalizando con la muerte de las plantas afectadas. Es un hongo sistémico en que el micelio se transmite de acículas a ramas y viceversa, estableciendo una constante cadena infecciosa en brotes, ramas y acículas en desarrollo. También provoca disminución del vigor y crecimiento (*Op. cit.*).

La pudrición de las raíces causada por *Rhizina undulata* es una enfermedad conocida para los Pinos en muchos países del mundo. Este hongo es pirófilo (actúa en presencia de fuego) y los cuerpos frutales se encuentran generalmente en el suelo. El calor estimula la germinación de las esporas y bajo condiciones adecuadas coloniza las raíces de los Pinos (Lundquist, 1984). Cuando las raíces de una plántula entran en contacto con raíces infectadas, éstas se contagian y mueren (Ginns, cit. por Lundquist, 1984). El control específico de esta especie involucra evitar los incendios y/o plantar después que éste ha ocurrido en algún lugar.

Al probar la resistencia de Pino piñonero a *Cronartium flaccidum* se demostró que la especie es altamente susceptible, pues el 99 % de las plántulas inoculadas presentó manchas en acículas, síntomas característicos de la enfermedad (Raddi *et al.*, 1979).

3.3 EXIGENCIAS PARA INTERNACIÓN DE SEMILLAS

El Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) de Chile exige, para la internación de especies en forma de semillas, el Certificado Fitosanitario Oficial del país de origen, en el cual deberá constar las declaraciones adicionales y/o tratamientos cuarentenarios exigidos. Además, las semillas están sujetas a inspección fitosanitaria en el puerto de ingreso por parte de inspectores del SAG.

Las semillas deben venir limpias, sin perforaciones provocadas por insectos o daños atribuibles a agentes fitopatógenos, libres de restos de conos, acículas, ramillas, corteza u otro resto vegetal susceptible de portar plagas (Morales⁴, 1996).

- ***Megastigmus sp.*** En todo el bajo Mediterráneo habita la avispa de semillas de Pino piñonero, que corresponde a una especie del género *Megastigmus*; en España no se encuentra presente; el SAG en Chile realiza estrictos controles a las importaciones de semillas (Fouré³, 1995).

- ***Matsucoccus josephi***. Bodenheimer y Neumark (cit. por Liphschitz y Mendel 1989) describieron plantaciones de Pino piñonero fuertemente infectadas con *M. josephi*. Sin embargo, al inocular individuos artificialmente se demostró que sólo un pequeño número de larvas se desarrolla y ninguna llega a la fase adulta. El daño que ocasiona se observa por la presencia de heridas peridermales formadas en la corteza de los fustes y es variable según la especie de Pino atacada; por ejemplo en *Pinus radiata* no se observan signos patológicos y en *P. halepensis* provoca daños significativos a la corteza y xilema.

3.2.2 Fungosas

Pinus pinea es susceptible al *damping-off* en vivero (Webb *et al.*, 1984). Éste ataca las plántulas después de la germinación tanto en vivero como en regeneraciones naturales, cuando las germinaciones ocurren a altas temperaturas, capaces de activar al hongo (Montoya, 1990). Aparte de este hongo, no padecería de otros ataques destacables.

Sin embargo, Fonseca y de Azevedo (1990), mencionan que existen varios hongos responsables de enfermedades en troncos, ramas y acículas. Entre los que atacan preferentemente los troncos y ramas, el más importante es ***Cenangium abietis*** (Pers.) Rehm, también conocido como ***Cenangium ferruginosum*** Fr. Los primeros síntomas de su ataque aparecen en primavera, manifestándose con una clorosis en la base de las acículas, que progresa por las mismas hasta que se secan y caen. Las ramas se secan desde las extremidades y progresan en dirección a la base, pudiendo afectar a la planta en su totalidad y provocar su muerte. El micelio de este hongo se desarrolla abundantemente y puede alterar la consistencia y la coloración de la madera (se blanquea). Ataca más fuertemente a los árboles situados en condiciones adversas y con mayor frecuencia en las ramas bajas.

Como parásito de acículas o defoliadores se encuentran ***Lophodermium seditiosum*** Minter Stalay and Millar y/o ***Dothistroma pini*** Hulbary. Los síntomas del primero, se caracterizan por la presencia de manchas café con borde amarillo, principalmente en la parte inferior de la copa y luego las acículas toman un color marrón, generalmente del ápice hasta la base. Es un parásito grave que puede afectar viveros y plantaciones jóvenes; hasta el momento no ha sido observado en viveros. En cuanto a ***Dothistroma pini***, una característica típica es la presencia de manchas rojizas en las acículas, que progresan hasta constituir fajas en éstas, comúnmente llamadas “tandas rojas”. En otros casos la sintomatología se advierte en una

decoloración rojiza, progresando desde el ápice a la base de las acículas afectadas. Puede causar la muerte de los ejemplares atacados y aunque no se ha observado en vivero se debe precaver su aparición debido a su severidad como parásito (*Op. cit.*). En Chile se encuentra principalmente en la X Región aunque se ha observado hasta en la V Región, atacando bosques adultos y afectando fuertemente su crecimiento por la severa defoliación que causa cuando las condiciones son favorables.

Elytroderma lusitanicum es una nueva especie identificada en Portugal en 1985, causante de una grave enfermedad que ocasiona defoliación a los árboles, deformando las ramas y provocando a veces la malformación “escobas de bruja”, finalizando con la muerte de las plantas afectadas. Es un hongo sistémico en que el micelio se transmite de acículas a ramas y viceversa, estableciendo una constante cadena infecciosa en brotes, ramas y acículas en desarrollo. También provoca disminución del vigor y crecimiento (*Op. cit.*).

La pudrición de las raíces causada por *Rhizina undulata* es una enfermedad conocida para los Pinos en muchos países del mundo. Este hongo es pirófilo (actúa en presencia de fuego) y los cuerpos frutales se encuentran generalmente en el suelo. El calor estimula la germinación de las esporas y bajo condiciones adecuadas coloniza las raíces de los Pinos (Lundquist, 1984). Cuando las raíces de una plántula entran en contacto con raíces infectadas, éstas se contagian y mueren (Ginns, cit. por Lundquist, 1984). El control específico de esta especie involucra evitar los incendios y/o plantar después que éste ha ocurrido en algún lugar.

Al probar la resistencia de Pino piñonero a *Cronartium flaccidum* se demostró que la especie es altamente susceptible, pues el 99 % de las plántulas inoculadas presentó manchas en acículas, síntomas característicos de la enfermedad (Raddi *et al.*, 1979).

3.3 EXIGENCIAS PARA INTERNACIÓN DE SEMILLAS

El Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) de Chile exige, para la internación de especies en forma de semillas, el Certificado Fitosanitario Oficial del país de origen, en el cual deberá constar las declaraciones adicionales y/o tratamientos cuarentenarios exigidos. Además, las semillas están sujetas a inspección fitosanitaria en el puerto de ingreso por parte de inspectores del SAG.

Las semillas deben venir limpias, sin perforaciones provocadas por insectos o daños atribuibles a agentes fitopatógenos, libres de restos de conos, acículas, ramillas, corteza u otro resto vegetal susceptible de portar plagas (Morales, 1996).

3.4 RECOMENDACIONES ACERCA DE LAS ENFERMEDADES FUNGOSAS

Se propone combatir las enfermedades fungosas con métodos químicos (fungicidas) en los casos en que se conocen los ciclos biológicos de los agentes patógenos, como época de maduración de sus fructificaciones y liberación de esporas, pero lo más importante en la protección forestal, es realizar medidas preventivas como la micorrización, que además de proporcionar una mayor capacidad de absorción radicular, hace que algunos simbiontes segreguen sustancias antibióticas inhibitoras de hongos nocivos. Es necesario conocer los hongos micorrizados en la naturaleza, las condiciones favorables de su presencia y determinar los mecanismos simbiontes más eficaces. Se pueden mencionar algunos hongos micorrízicos como *Rhizopogon lateolus* Fr. ex Nordh, *Pisolithus tinctorius* (Minch. ex Pers.) Symb. Cook, *Amanita gemata* (Fr.) Gilb y *Lactarius deliciosus* Fr. ex L., entre otros, los que en su mayoría se encuentran en los bosques de *Pinus radiata* en Chile (Fonseca y de Acevedo, 1990).

Es importante destacar que a comienzos de 1984, se consiguió la micorrización artificial de *Pinus pinea* con el hongo *Lactarius deliciosus*, vulgarmente denominado "niscallo". Además de ser un eficiente método de control biológico, se produce un aumento del crecimiento de los árboles sobre todo en los primeros años de vida, alcanzando al cabo de cuatro años una altura de 1,35 m (Rodríguez, 1989).

Otras especies micorrízicas importantes son *Rhizopogon roseolus* y *Suillus collinitus*. En un estudio realizado por Guehl *et al.* (1990), se comprueba que la asociación con *R. roseolus* tiene un significativo efecto positivo en el crecimiento en biomasa de plántulas. Harley y Smith (cit. por Guehl *et al.*, 1990), demostraron que en la mayoría de los casos la infección ectomicorrízica reduce la relación tallo/raíz y en este estudio se observa que ocurre lo mismo. Además se verifica una alta asimilación de CO₂, lo que podría ser importante en la sobrevivencia de las plantas post-plantación.

4.

SILVICULTURA Y MANEJO

4.1 PROPAGACIÓN

4.1.1 Regeneración natural

Según Streets (1962), la regeneración natural ocurre en las dunas arenosas. Sin embargo, Goor y Barney (1976), opinan que la regeneración natural no es un proceso común, pero se puede verificar en áreas donde no se colectan los conos y sin competencia vegetacional. Al respecto, Montoya (1990), opina que Pino piñonero es capaz de regenerar normalmente entre los 80 y 120 años, aproximadamente.

Ximénez de Embún (1959), propone como primera actividad para producir la regeneración natural, la preparación del suelo bajo el fustal maduro. Después, se debe realizar una tala rasa en fajas (10 - 12 m de ancho), alternando con fajas de 20 a 25 m en las que se debe evitar tanto la colecta de frutos durante 3 ó 4 años como el tránsito de ganado, para favorecer la dispersión de las semillas y su posterior germinación.

Por su parte, Montoya (1990) menciona que en primer lugar debe hacerse una corta preparatoria, para bajar la densidad a unos 150 árboles por hectárea (cortar por el método de árbol semillero) y así aumentar la floración y fructificación. La semilla caerá al suelo, y si las condiciones son adecuadas comenzarán a aparecer las plántulas. Estas soportan por 3 a 4 años la sombra y competencia de sus padres, y entre los 6 a 12 años es necesario cortar los árboles adultos para dejar luz y espacio a la regeneración. Esta corta puede realizarse en uno o dos tiempos según si la regeneración es abundante o se resiste a aparecer, respectivamente. Este autor menciona que se debe proteger las plántulas del ganado y de la competencia producida por el sotobosque, sobretodo en lugares muy abiertos.

Para que se produzca la regeneración debe contarse con un número suficiente de árboles padres, debido a que la diseminación difícilmente alcanza más allá de 1 a 3 m de la proyección vertical de las copas. Además, al ser la semilla muy gruesa, su buena ubicación se hace difícil, sobretodo en suelos compactos, por lo que suele ser muy útil removerlo o realizar alguna labor superficial (*Op. cit.*).

Por último, este mismo autor menciona que al ser una especie pionera no resiste la competencia de la vegetación preexistente; al contrario, un suelo quemado o labrado suele favorecer la regeneración, al igual que la quema o remoción de desechos provenientes de alguna intervención. Además es importante destacar que rebrota abundantemente de tocón después de una quema.

4.1.2 Regeneración artificial

4.1.2.1 Colecta de semillas

Al momento de coleccionar conos para obtener semillas, es de suma importancia que éstos se encuentren bien maduros, pues se ha comprobado que en muchos casos los bajos valores obtenidos en germinación, se deben a recolecciones prematuras. Normalmente se adopta como criterio para determinar su madurez el color de los conos: estos son verdes antes de madurar y se tornan café castaño en estado maduro (Goor, 1964).

A medida que se van recolectando deben extenderse en capas delgadas para ser secados al sol durante algunos días; se amontonan durante el invierno, y al llegar la primavera se extienden nuevamente para finalizar el secado y permitir su apertura. Una vez abiertas las piñas, se agitan fuertemente para que liberen las semillas (*Op. cit.*). Este método de secado es muy lento, por lo que se recomienda realizar un secado artificial.

Es importante que las semillas destinadas a la siembra, estén frescas y sean de la última cosecha, ya que fácilmente pierden la capacidad germinativa (Montoya, 1990).

4.1.2.2 Almacenamiento

Según Webb *et al.* (1984), el almacenamiento de las semillas puede realizarse en un medio frío, seco y hermético por varios años; USDA (1974), menciona que pueden ser viables por un período de hasta 18 años usando este tipo de almacenamiento.

USDA (1974) especifica que para muchas especies, los contenidos de humedad más apropiados para el almacenaje son de 5 a 10 % y la temperatura entre 0 y 5 °C; y 17 a -15 °C para las semillas que se almacenan por un largo período.

Sin embargo, Montoya (1990) afirma que difícilmente se conservan por más de un año.

4.1.2.3 Tratamientos pregerminativos

Existen opiniones diversas respecto de los tratamientos a aplicar a las semillas para lograr su germinación. Goor y Barney (1976) mencionan que las semillas de Pino piñonero no requieren de tratamiento antes de la siembra, demorando 20 a 25 días en germinar con una capacidad germinativa entre 25 y 75 %.

USDA ha logrado que semillas sin tratamiento pregerminativo logren una capacidad germinativa de 98% en 22 días de ensayo a 18°C y una energía germinativa de 88% en 14 días.

Heth (1983) y Webb *et al.* (1984) proponen remojar las semillas en agua fría para que ocurra la germinación en 13 a 23 días, y Ximénez de Embún (1959) sostiene que este remojo debería durar una semana.

Por otra parte, Pastor⁵ (1995), opina que el remojo en agua no es un buen tratamiento pregerminativo, y que para obtener un porcentaje de germinación razonable, las semillas deben someterse a estratificación durante 4 semanas como mínimo. Con este último tratamiento se puede obtener una germinación de 70% (Crawford, 1995).

Pruebas de germinación indican que semillas estratificadas, colocadas en cápsulas de Petri a 20 °C logran una capacidad germinativa de 81% en 21 días y una energía germinativa de 30% en 7 días. (USDA, 1974).

Según lo anterior, se puede concluir que las semillas de ésta especie presenta una buena germinación.

4.1.2.4 Siembra

La siembra puede efectuarse en otoño o a fines del invierno - comienzo de primavera, debido a que el piñón no germina con bajas temperaturas en Chile; asimismo no debe sembrarse después de Septiembre para evitar los riesgos de *damping-off* (Montoya, 1990). Goor y Barney (1976) y Heth (1983) amplían este rango desde otoño a primavera, sin considerar las temperaturas invernales. Generalmente se siembra en bolsas de polietileno (Goor y Barney, 1976), pero también puede hacerse directamente en las platabandas del vivero, ya sea al voleo o en surcos, o también en contenedores (Gutiérrez, 1995).

Montoya (1990) afirma que actualmente se usan 3 - 4 kg de semillas, para lograr unas 1.200 - 2.500 plantas. Las semillas se deben sembrar a una profundidad no mayor a 2-3 cm (2,5 veces su dimensión mayor), pues de lo contrario hay mayores probabilidades de que ocurran daños por *damping-off* y menor la velocidad de germinación.

Carnevale (1955) indica que la germinación media, al sembrar a una profundidad de 2 veces el tamaño de la semilla colocada horizontalmente es de 75 %, y la duración media de la capacidad germinativa de 2 años. También menciona que en el proceso germinativo se han observado 11 - 12 cotiledones.

Las plántulas destinadas a la plantación definitiva, deben permanecer el menor tiempo posible en los envases en que fueron producidas, ya que la raíz fácilmente se hace un "ovillo" (Carnevale, 1955). Como se desarrollan raíces largas, éstas deben ser cortadas para adecuarse a la profundidad de los hoyos de plantación (Goor y Barney, 1976). También hay que considerar el pH, ya que un valor de 3,5 hace disminuir significativamente la elongación de las raíces de las plántulas (Vangelisti *et al.*, 1995).

Goor y Barney (1976), mencionan que las plántulas de 3 meses pueden ser trasplantadas exitosamente a terreno.

El Instituto Forestal realizó una siembra en el mes de noviembre de 1992, utilizando semillas de 7 procedencias, y como tratamiento pregerminativo un remojo de 24 horas en agua. La germinación comenzó a manifestarse a partir de la segunda semana después de la siembra y con 2 temporadas de vivero se obtuvieron plántulas de aproximadamente 50 cm (Pastor⁵, 1995). La germinación obtenida se observa en el Cuadro 8.

CUADRO 8
PROCEDENCIA Y PORCENTAJES DE GERMINACIÓN EN VIVERO
PARA *Pinus pinea*

Procedencia	Ubicación geográfica			% de germinación
Slovenia	Yugoslavia	46°16' N	13°55' E	51,6
Lombardía	Italia	45°28' N	9°8' E	43,2
Toscana	Italia	43°36' N	10°40' E	58,8
Andalucía occidental	España	36°39' N	5°41' O	34,0
Sierra Morena	España	37°51' N	6°17' O	71,6
Meseta castellana	España	41°11' N	2°18' O	72,8
Cauquenes	Chile	35°55' N	72°20' O	0,8

Fuente: INFOR, (1995a)

Se presenta una relativa homogeneidad en todas las procedencias, con excepción de las semillas colectadas en Cauquenes, las cuales presentaron una germinación casi nula.

Esta diferencia puede atribuirse, entre otras causas, al tamaño de la semilla. En el caso de la semilla de Cauquenes, ésta es significativamente más grande (960 semillas/kg) que las procedencias restantes (en promedio 1.540 semillas/kg), lo que significa cubiertas proporcionalmente más gruesas, y por lo tanto una menor capacidad de hidratación que el resto para un período de inmersión en agua de igual duración (Gutiérrez, 1995).

4.1.2.5 Cultivo in vitro

En trabajos realizados por Diamantoglou *et al.* (1990), se aislaron embriones provenientes de semillas maduras de *Pinus pinea*, con el fin de estudiar las condiciones más adecuadas para el desarrollo radicular, la frecuencia de raíces, la inducción y formación de yemas y el desarrollo de callos. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- Embriones sanos colocados en medio de cultivo M.S. (Murashige y Skoog) con 2 % de sacarosa y 100 mg/l de m-inositol, con y sin carbón activado, mostraron un desarrollo normal de hipocotilo y cotiledones después de 20 días. No se observó crecimiento de raíces.

- La máxima elongación radicular se observó después de 30 días en el medio con 1 mg/l de NAA (ácido alfa-naftalenacético). Las concentraciones de este ácido afectan fuertemente la formación de raíces de los embriones; con la concentración mencionada, un 95 % de los embriones forman raíz, y con mayor o menor concentración este porcentaje disminuye.

- La frecuencia en formación de callos y el desarrollo de éstos está principalmente afectado por la concentración de 2,4-D (2,4 ácido diclorofenoxiacético).

- Al aumentar la concentración de BAP (6-benzilaminopurina) disminuye la frecuencia de formación de yemas en los embriones.

- La formación de yemas está fuertemente influenciada por la temperatura. A 26 °C la formación de brotes comienza a los 6 días y después de 15 días aproximadamente el 75 % de los embriones ya han formado yemas. Sin embargo, a 20 °C la formación de yemas es más lenta empezando a los 17 días, y 35 días más tarde sólo el 60 % de los embriones han formado brotes.

Por otra parte, García-Férriz *et al.* (1993) en otro estudio, opinan que las citoquininas (en este caso benzyladenina) en los medios de cultivo inducen la formación de yemas en cotiledones, y que sólo son necesarias para la formación de yemas. La adición de IBA (ácido indolbutírico) presenta efectos negativos.

Además mencionan, que Pino piñonero es una especie con una marcada capacidad de proveer brotes axilares in vitro, aparentemente debido a que los brotes tienen una alta concentración de citoquininas endógenas.

Lanteri *et al.* (1993), realizaron un estudio de almacenamiento y posterior determinación de viabilidad con pruebas de germinación in vitro, determinando la capacidad germinativa que se obtiene cuando se almacena el polen. El Cuadro 9 muestra los porcentajes de germinación obtenidos al usar polen fresco, polen almacenado en freezer (-18 °C), y en nitrógeno líquido durante 24 meses.

CUADRO 9
PORCENTAJE DE GERMINACIÓN IN VITRO CON POLEN FRESCO
Y POLEN PROBADO DESPUÉS DE 24 MESES DE ALMACENAJE

	Polen fresco	Polen almacenado	
		-18 °C	-196 °C
<i>Pinus pinea</i>	93,0 a	44,0 b	48,3 b

Los valores seguidos por letras idénticas están en el mismo rango de acuerdo a la prueba de diferencias mínimas significativas ($p < 0,01$)
Fuente: Lanteri *et al.*, (1993)

Se observa un significativo decrecimiento de la viabilidad del polen en ambas condiciones de almacenamiento y éstas no difieren estadísticamente entre sí, lo cual sugiere que no es conveniente almacenar el polen, y que se debe buscar otras opciones de almacenamiento que no provoquen una disminución significativa de la capacidad germinativa (de casi un 50 %).

Además, la germinación y crecimiento de polen in vitro se ve afectado por el PH; se estudió el efecto de distintos valores entre 3,5 y 5,5, comprobándose que un pH de 3,5 es negativo para ambos procesos, en que la elongación del polen fue considerablemente menor que en otros medios (Renzoni y Viegi, 1991).

En un estudio realizado por Arce *et al.* (1983), se hicieron crecer varios lotes de piñones de *Pinus pinea* sobre vermiculita con cierto grado de humedad; entre los resultados observados se pueden mencionar los siguientes:

- aumento considerable del poder germinativo del lote estratificado durante 15 días a 4 °C con respecto al testigo;
- en las semillas estratificadas y en embriones y endospermas de las mismas, se efectúa una ligera biosíntesis de proteínas con un máximo nivel a los quince días de estratificación;
- durante la germinación el incremento de proteínas y por tanto su biosíntesis, es muy significativa.

4.1.2.6 Siembra Directa

Ximénez de Embún (1959) y Heth (1983), recomiendan establecer la regeneración usando este método.

En la preparación del suelo, a realizarse en otoño, se debe extraer la vegetación natural, arando a 20 - 30 cm de profundidad y aplicando un herbicida (Heth, 1983). Una vez preparado el suelo, lo ideal es sembrar enseguida, de manera que las plántulas nazcan antes del invierno, crezcan en primavera y estén fuertes para la llegada del verano; si hay problemas de heladas la siembra se puede aplazar hasta comienzos de la primavera (Ximénez de Embún, 1959).

Heth (1983) recomienda que antes de la siembra, las semillas se deben poner a germinar en vermiculita húmeda. La siembra directa debe realizarse una vez que ha emergido la radícula a una profundidad de 2-3 cm; propone colocar 5 - 10 semillas en cada sitio y usar como protección vasos plásticos invertidos (shelters), enterrados a una profundidad de 1,0-1,5 cm. Estos deben ser removidos 2 - 4 meses después, para evitar el exceso de calor y sequía de las plantas en el período de vientos cálidos. Una vez removidos los vasos de protección, se dejan 2 - 3 plántulas por sitio y finalmente se deja 1, hasta 2 a 4 años después de la siembra, dependiendo del rango de crecimiento. Durante la primera y segunda primavera, el suelo de alrededor de las plántulas debe ser limpiado.

La siembra directa bajo protectores (shelters) en sitios cultivados y preparados, es un método exitoso (rangos entre 70 y 90 % de sobrevivencia) de forestación con *Pinus pinea* en Israel y California. Además es más exitosa que la plantación, debido a que las raíces se desarrollan mejor y con una buena relación tallo/raíz; también se evita el shock causado al transferir las plántulas desde el vivero al lugar de plantación, y la siembra se puede mecanizar disminuyendo los costos de mano de obra. Lo más importante es que se puede ahorrar alrededor del 50 % de los costos de forestación. La única desventaja de este método es que las plántulas en los primeros dos años son más pequeñas que las provenientes de un vivero, y requieren de mayor protección y supervisión (*Op. cit.*).

La siembra se puede realizar en forma manual o mecanizada, en surcos sobre fajas de 0,6 m a 1,0 m, separadas por otras (labradas) de 1,40 m a 1,60 m. Se siembran 50 kg de semillas por hectárea (Ximénez de Embún, 1959). Si la planta emerge cuando hay condiciones adversas, es conveniente poner sobre los surcos una capa de acículas de Pino, que la protege de las heladas y otros agentes dañinos. También es beneficioso para la planta que posteriormente a su emergencia, en verano, se aren las zonas no sembradas para impedir la competencia con malezas (*Op. cit.*).

4.1.3 Propagación vegetativa

Gil y Abellanas (1989), mencionan que la principal técnica para propagar vegetativamente Pino piñonero es el injerto. Mediante ésta se espera que las plantaciones comiencen a producir frutos a los pocos años (Catalán, 1990). El tipo de injerto más usado es el de “sustitución de guía terminal”, es decir la sustitución de la yema terminal del patrón por una púa del donante, mediante la realización de una hendidura diametral, practicada en la base del último crecimiento del patrón, en la que se acopla la púa. Ésta generalmente es una yema terminal en reposo vegetativo, o al comienzo de su crecimiento (Gil y Abellanas, 1989).

Catalán (1990), opina que la técnica de injertado es una buena solución para terrenos marginales. Muchos de estos terrenos se encuentran en sitios con una pluviometría de 400 - 600 mm anuales y con un pH superior a 7,5. Por lo que dedicarlos a la producción de piñón utilizando injertos de *Pinus pinea* sobre patrón de Pino carrasco (*Pinus halepensis*), sería una posibilidad interesante.

Se han realizado con notable éxito, una serie de injertos de sustitución de guía terminal mediante yema, usando púas de *Pinus pinea* y patrones de la misma especie y *Pinus halepensis*, no presentando ningún tipo de rechazo (Parra, cit. Catalán, 1990). Injertando Pino piñonero sobre patrones de Pino carrasco, se ha llegado a un promedio de 78 % de injertos prendidos, variando desde 38 a 98 %. De esta forma se podría obtener una producción intermedia de fruto, cuyo valor es elevado, y ello serviría de estímulo a particulares para repoblar sus terrenos, puesto que va a obtenerse una producción maderable y una producción frutal, que puede iniciarse prácticamente a los tres años de haberse hecho la repoblación (Parra, 1980).

Gallardo y Gallardo de Prado (1991), estudiaron el comportamiento de injertos de *Pinus pinea* sobre patrones de esta misma especie, colocando las púas de aproximadamente 3 cm debidamente preparadas, en la yema terminal del patrón si ésta era de al menos 4 cm (injerto de yema), y en caso contrario en la axila de la rama del año anterior (injerto en madera). El porcentaje de éxito fue en promedio de 52,5 % para los injertos realizados en madera, demostrando además que el vigor del patrón no influye en el éxito del injerto y que la falta de tratamientos silvícolas posteriores al injerto, es la causa principal en las fallas de éstos, unido a fallas inherentes a los operarios y causas externas como ataque de algún patógeno. También mencionan que los injertos de yema son más eficaces que los de madera.

Sin embargo, Cuadros y Francia (1993) opinan que el Pino piñonero, pese a que ha experimentado un fuerte impulso productor con la aplicación de las técnicas de injertado, sus posibilidades de expansión están limitadas a zonas por debajo de los 1.000 m de altitud y ciertas condiciones edáficas para su buen crecimiento, lo que supone una considerable restricción al tratar de implantarlo en zonas marginales.

Una visión muy positiva respecto a esta técnica entrega Balaguerías (1971), quien no sólo menciona que la dificultad reproductiva se supera, sino que también la topófisis (variación de crecimiento de las estacas tomadas de diferentes lugares a lo largo de una guía o rama), se cumple con regularidad, hasta el punto que los injertos experimentados con *Pinus pinea* producen floración desde el primer año y ésta se mantiene a lo largo de sucesivos períodos vegetativos y en todas las ramas del injerto. Esta particularidad proporciona una anticipación considerable en las cosechas de árboles injertados, lo que en especies como ésta, donde el fruto constituye el máximo interés, justifica económicamente la ejecución del injerto (Cuadro 10).

CUADRO 10
ANTECEDENTES DE INJERTOS REALIZADOS CON *Pinus pinea*

Injerto	Época de realización (*)	% de prendimiento	Fecha de control
<i>P. pinea /P.pinea</i>	26-28 mayo 1970	70,0	01/12/1970
<i>P. pinea/P.pinaster</i>	24 mayo 1967	16,0	01/12/1967
<i>P.pinea/P.pinea</i>	1-5 mayo 1968	45,8	01/11/1968
<i>P.pinea/P.pinea</i>	24-26 mayo 1969	59,2	16/12/1969

(*): Estas épocas corresponden al hemisferio Norte
Fuente: Balaguerías (1971)

Molina (1991), menciona que la especie ha sido propuesta en España como una especie factible para el desarrollo de sectores degradados, conformando bosques mixtos productores de madera (*Pinus halepensis*) y fruto (Pino piñonero). Para el establecimiento de estos bosques se recomienda la utilización de la técnica de injerto, pues en 3 ó 4 años de efectuada la plantación se pueden obtener frutos, que tienen un alto valor comercial.

Catalán (1990), sugiere que se podrían hacer plantaciones comerciales con injertos de Pino piñonero sobre patrones de Pino carrasco (*Pinus halepensis*) en terrenos calizo-arcillosos (donde se adapta muy bien esta última especie). La densidad de plantación sugerida es de 400 árboles por hectárea (5 x 5 m) y a partir del séptimo a octavo año se obtendría la primera cosecha, con un promedio de producción para los primeros 5 años de 200 kg de piñón por hectárea/año, incrementándose en los años sucesivos.

4.2 ESTABLECIMIENTO

4.2.1 Plantación

Un método de forestación eficiente y probado en las áreas montañosas de Israel, es plantar manualmente a raíz desnuda plantas de 13-15 meses de vivero, pero es muy costoso y las plántulas que han crecido en contenedores son a veces torcidas en el cuello o tienen una mala relación tallo/raíz (Heth, 1983). Al respecto, Webb *et al.* (1984) también propone realizar la plantación a raíz desnuda, al igual que Montoya (1990), quien además menciona que se pueden usar plantas con cepellón de 1, 2 ó 3 años.

Goor y Barney (1976), consideran que las plántulas de un año son adecuadas para el establecimiento en tierra agrícola, y de dos o más años para arena. En regiones secas se usan plántulas de más edad cultivadas en recipiente, y en los lugares más húmedos pueden usarse también plantas a raíz desnuda. Por su parte, Webb *et al.* (1984) opinan que en 18 - 24 meses alcanzan un tamaño adecuado para ser plantadas.

Con respecto al trasplante, Atzmon y Van Staden (1994) demostraron que un concentrado de algas marinas (que contiene auxinas) mejora el crecimiento radicular y brotes de plantas. *Pinus pinea* es una especie que tiene una fuerte dominancia apical de la raíz, lo que resulta en un pobre desarrollo de las raíces laterales, conduciendo a una escasa sobrevivencia después del trasplante.

Estos autores, realizaron tanto aplicaciones foliares como empape de raíces, usando distintas concentraciones, y concluyeron que el mojado de raíz con auxinas, aplicándolas 3 veces a una concentración de 1:150 provoca un aumento del 40 % del crecimiento de raíces laterales y largo total de la raíz, y un aumento de 50 % del número de raíces. Por otra parte, la aplicación foliar de esta auxina provocó un aumento significativo del largo del tallo.

Goor y Barney (1976), consideran que las plántulas de un año son adecuadas para el establecimiento en tierra agrícola, y de dos o más años para arena. En regiones secas se usan plántulas de más edad cultivadas en recipiente, y en los lugares más húmedos pueden usarse también plantas a raíz desnuda. Por su parte, Webb *et al.* (1984) opinan que en 18 - 24 meses alcanzan un tamaño adecuado para ser plantadas.

4.2.2 Densidad de plantación

Existen diversas opiniones respecto a la densidad de plantación. Montoya (1990) opina que espaciamientos de 3 x 3 m parecen suficientes (1.111 plantas/ha), aunque suele llegarse a 2.500 plantas/ha (espaciamiento de 2 x 2 m); para una buena producción de frutos se recomienda espaciamientos de 4 x 4 m (625 árboles/ha), pero Carnevale (1955) propone una densidad de 277 árboles/ha, lo que corresponde a una plantación de 6 x 6 m. Crawford (1995) menciona que se puede plantar a 5 x 5 m con

protección en lugares ventosos, pero si el objetivo específico es la producción de frutos, se recomienda plantar con un distanciamiento de 10 x 10 m para permitir que los árboles desarrollen ramas bajas y que tomen la forma de paraguas, de modo de facilitar la cosecha.

En el caso de injertos de Pino piñonero obtenidos en vivero, se propone establecer la plantación a 4 x 4 m en terrenos agrícolas (Gil y Abellanas, 1989).

4.2.3 Fertilización

La fertilización en *Pinus pinea* todavía está en una etapa experimental; pareciera que fósforo y potasio son los nutrientes más eficaces. Frecuentemente se fertiliza antes de la preparación del suelo, de modo que los nutrientes queden disponibles a las raíces de las plantas (Montoya, 1990).

4.2.4 Control de malezas

Se debe realizar un control de la vegetación competidora durante los 2 primeros años. En suelos arenosos basta con 1 aradura al año; en suelos más densos pueden ser necesarios 2 (*Op. cit.*).

Parece apropiado prolongar el control de la competencia hasta los 4 - 5 años para favorecer el desarrollo de los individuos, ya sea por medios mecánicos, manuales o químicos (Fouré³, 1995).

4.3 MANEJO

4.3.1 Crecimiento y productividad

Pino piñonero es una especie de crecimiento lento en la zona Mediterránea (Crawford, 1995). Presenta crecimientos de 3 a 5 m³/ha/año (Webb *et al.*, 1984), pero Goor y Barney (1976) y Montoya (1990) opinan que es aún menor, siendo en promedio de 2 m³/ha/año. Se aprovecha en rotaciones de 80 a 100 años pudiendo ser sustituido por otros Pinos (Vidal, 1962). Con una rotación de 80 años se puede obtener un crecimiento en volumen de hasta 7,5 m³/ha/año y en rotaciones de 100 años, de unos 6,7 m³/ha/año (Montoya, 1990).

A partir de los 5 - 6 años se inicia un crecimiento en altura más acelerado, llegando a los máximos en torno a los 11 - 23 años, para posteriormente decrecer en forma progresiva (Montoya, 1990).

Los crecimientos anuales en altura dependen fundamentalmente de la edad del árbol y de la calidad del sitio. En los Cuadros 11 y 12 se exponen cuatro clases de calidad de sitio y los respectivos crecimientos en altura, tanto anuales como máximos (Montoya, 1990). Habitualmente, la clase de sitio 1 es la mejor, y para establecerlas, se usa como norma la altura media de los árboles de sección media a 1,30 m del

suelo, ó actualmente se prefiere utilizar como guía la altura dominante (altura media del árbol de sección media de los 100 más gruesos por hectárea).

CUADRO 11
TABLA DE INCREMENTOS EN ALTURA ANUALES, ALTURA TOTAL Y ALTURA
DOMINANTE PARA CUATRO CLASES DE SITIO

Edad (años)	Clase de calidad de sitio											
	I			II			III			IV		
	inc/año (m)	h.tot (m)	h.dom. (m)	inc/año (m)	h.tot (m)	h.dom. (m)	inc/año (m)	h.tot (m)	h.dom. (m)	inc/año (m)	h.tot (m)	h.dom. (m)
10	0,314	1,9	2,8	0,274	1,8	2,7	0,208	1,4	2,3	0,13	1,0	1,9
20	0,384	5,5	6,5	0,295	4,7	5,7	0,204	3,5	4,5	0,113	2,2	3,1
30	0,377	9,4	10,6	0,265	7,5	8,6	0,172	5,4	6,4	0,089	3,2	4,1
40	0,342	13,0	14,3	0,228	10,0	11,2	0,142	7,0	8,1	0,069	4,0	5,0
50	0,312	16,3	17,7	0,194	12,1	13,4	0,117	8,3	9,4	0,055	4,6	5,6
60	0,278	19,3	20,9	0,166	13,9	15,3	0,097	9,4	10,6	0,044	5,4	6,1
70	0,248	21,9	23,6	0,143	15,5	16,9	0,082	10,3	11,5	0,037	5,5	6,5

Fuente: Pita Carpenter I.F.I.E. Madrid, cit. Montoya (1990)

CUADRO 12
TABLA DE CRECIMIENTOS ANUALES MÁXIMOS EN ALTURA

Clase de calidad de sitio	Edad (años)	Crecimiento (m)
I	23	0,386
II	17	0,298
III	14	0,214
IV	11	0,131

Fuente: Pita Carpenter I.F.I.E. Madrid, cit. Montoya (1990)

Martínez *et al.* (1993), obtuvieron funciones de volumen a partir de una muestra de 1.844 árboles volteados, a los que se les midió DAP, altura total, espesor de corteza al DAP y crecimiento diamétrico. Los antecedentes de este estudio se observan en el Cuadro 13 y las funciones de volumen se presentan a continuación.

$$V_{c.c} = 0,056395 * d^{1,94361} * h^{0,92797}$$

$$R^2 = 0,9615$$

V_{c.c} = Volumen unitario del fuste con corteza (dm³)

R² = Coeficiente de correlación

d = DAP (cm)

h = Altura total (m)

$$I_v = 0,006623 * d^{1,18719} * h^{0,86325} * id^{0,83132}$$

$$R^2 = 0,8864$$

I_v = Crecimiento anual del volumen del fuste sin corteza (dm³/año)

d = DAP (cm)

h = Altura total (m)

id = Crecimiento diametral anual (mm)

CUADRO 13
VALORES MEDIOS, MÍNIMOS Y MÁXIMOS DE LA MUESTRA

Nº árbo- les	DAP (cm)			Altura total (m)			Espesor corteza E.c. (cm)			Crecim. diamétrico (mm/año)		
	d	d.min	d.max	h	h.min	h.max	E.c	E.c.min	E.c. max	id	id.min	id.max
1.244	33,44	19,0	78,0	10,73	3,7	22,7	6,64	0,9	9,9	2,87	0,6	14,7

Los valores medios de las cuatro variables se han obtenido a partir de la media de los logaritmos, por lo que representan la media geométrica en vez de la media aritmética.

Fuente: Martínez, *et al.*, (1993)

Pita (1967), obtuvo una tabla de cubicación de Pino piñonero a partir de mediciones realizadas en las provincias de Huelva, Madrid, Sevilla y Valladolid. En el Cuadro 14 se indica el volumen maderable con corteza hasta un diámetro de 7 cm, en decímetros cúbicos (dm³).

La ecuación aplicada es la siguiente:

$$V = 5,61 + 3,935 * D^2 H / 10^2 + 4,207 * (D^2 H)^2 / 10^8$$

V = Volumen en decímetros cúbicos (dm³)

D = DAP (cm)

H = Altura total (m)

CUADRO 14
VOLÚMENES PARA PINO PIÑONERO SEGÚN DAP Y ALTURA

DAP (cm)	Altura (m)												
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
	Volumen maderable con corteza (dm ³)												
10	21	29	37	45	52								
12	28	39	51	62	73								
14	36	51	67	84	98								
16	46	66	86	106	126	147	167						
18		82	107	133	159	184	210						
20		100	131	163	195	227	259	291					
22		120	158	197	235	274	312	351					
24			187	233	279	325	371	418	464				
26			219	273	327	381	436	490	545	600			
28			254	316	379	442	505	569	633	696			
30			291	363	435	508	581	654	727	801	875	912	
32			330	413	495	578	661	745	829	913	998	1.040	
34				466	559	653	747	842	937	1.033	1.129	1.178	
36				522	627	733	839	946	1.053	1.161	1.270	1.324	
38				585	700	818	937	1.056	1.177	1.298	1.419	1.481	
40				646	776	908	1.040	1.173	1.308	1.443	1.578	1.647	
42						1.003	1.149	1.297	1.446	1.596	1.747	1.822	2.052
44							1.265	1.428	1.592	1.758	1.924	2.008	2.262
46									1.746	1.928	2.112	2.205	2.484

Fuente: Pita (1967)

En la zona de Lautaro (IX Región) se volteó un individuo de 75 años, con una altura total de 27,1 m y un DAP de 1,02 m, al cual se le realizó un análisis de tallo con el objeto de determinar el incremento diamétrico y el volumen. Se obtuvieron rodelas a cada metro de altura a partir del tocón, a las cuales se les determinó el número de anillos, la distancia desde la médula a cada uno de ellos (incremento diamétrico anual) y el espesor de corteza. En el Cuadro 15 se observan el DAP, altura y volumen estimado a diferentes edades de este árbol.

CUADRO 15
ANTECEDENTES DASOMÉTRICOS DE UN ÁRBOL EN LA ZONA DE LAUTARO (IX
REGIÓN) CRECIENDO EN SUELO DE TRUMAO CON RIEGO

Edad (años)	DAP (cm)	Altura (m)	Volumen de un árbol * (m ³ ssc)
10	0,10	3,8	0
20	0,18	9,3	0,1165
30	0,40	14,3	1,1089
40	0,72	17,6	3,6119
50	0,85	20,4	5,6207
60	0,91	23,1	7,5185
70	0,99	25,7	9,3181
75	1,02	27,2	10,3420

*: Volumen sin corteza obtenido por Smalian hasta un diámetro de 10 cm
Fuente: Elaboración propia, INFOR (1996)

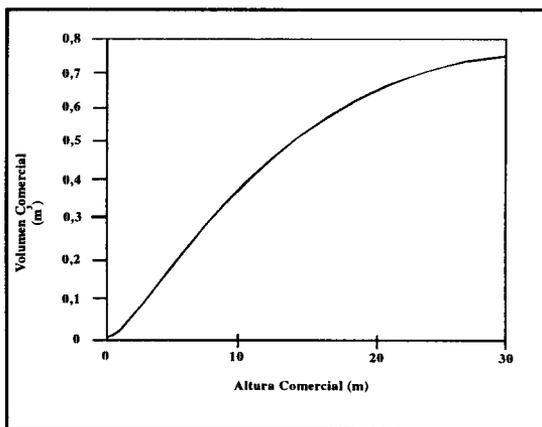
Con estos datos se verifica la larga rotación de esta especie ya que incluso a los 75 años continúa el crecimiento en altura. (La variación de altura con respecto a la edad se aprecia en el Anexo II).

Por otra parte, en la Reserva Nacional Peñuelas (V Región) también se procedió a realizar un análisis de tallo, para lo cual se voltearon nueve individuos situados en diferentes condiciones (aislados, en pequeño bosque junto a Pino radiata podado, y como especie única de un ensayo de introducción de especies, plantados a un espaciamiento aproximado de 3 x 3 m, sin manejo). El promedio de edades observado es de 23 años y la altura promedio de ellos fue de 14 metros con un DAP de 28,3 cm. El volumen comercial que se puede obtener de estos árboles de 23 años, considerado como volumen sin corteza hasta un diámetro límite de utilización de 10 cm es de 0,66 m³/arb. Estos volúmenes se obtuvieron al ajustar los diámetros y aplicar la fórmula de Smalian a intervalos de un metro de altura. En la Figura 1 se aprecia este comportamiento.

El espesor de corteza es bastante variable con respecto a la altura, no existiendo una clara tendencia de disminución. Sin embargo, en general, Pino piñonero tiene una corteza más bien gruesa.

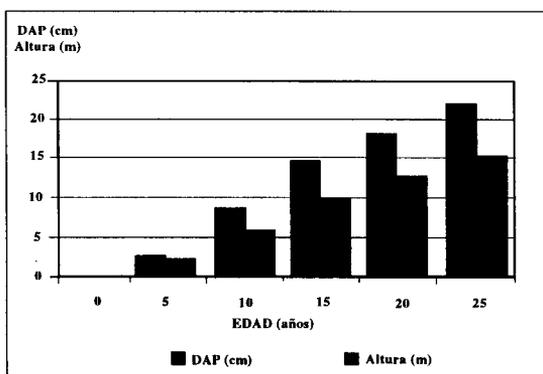
También son variables los incrementos diamétricos anuales, llegando a un máximo de 2,4 cm. La tendencia media con respecto a la edad es aumentar hasta los 15 años para posteriormente ir disminuyendo.

FIGURA 1
GRÁFICO DE ALTURA COMERCIAL/VOLUMEN COMERCIAL



En la Figura 2 se presenta el comportamiento del DAP y de la altura total del análisis de tallo realizado. Ambas variables experimentan un aumento hasta los 25 años. Esto, unido a la longevidad y a la larga rotación fuera del país, hacen suponer que este crecimiento seguirá la misma tendencia durante varios años más, al igual que el estudio realizado con el árbol de Lautaro.

FIGURA 2
DAP Y ALTURA DE PINOS PIÑONEROS



Con respecto a la productividad, en España en rotaciones de 50 años se puede obtener un volumen maderable de 143 m³/ha a una densidad final de 130 árboles por hectárea (Ximénez de Embún, 1959). La productividad de *Pinus pinea* a distintos espaciamientos, diámetros y edades se presenta en el Cuadro 16.

CUADRO 16
EVOLUCIÓN DEL VOLUMEN MADERABLE DE UNA HECTÁREA DE *Pinus pinea*

Diámetro (cm)	Edad (años)	Altura de fuste (m)	Volumen de un árbol (m ³)	Nº árboles por ha	Marco (m)	Volumen existente (m ³ /ha)	Volumen extraído (m ³)
5	7	—	—	—	—	—	—
10	12	2,0	0,015	1.670	2 x 3	25,05	12,60
15	18	3,5	0,050	830	4 x 3	51,50	20,70
20	25	5,0	0,120	416	4 x 6	49,92	—
25	36	6,5	0,230	416	4 x 6	95,68	—
30	46	7,5	0,350	416	4 x 6	145,60	—
35	58	8,5	0,530	208	8 x 6	110,24	55,78
40	70	9,0	0,710	208	8 x 6	147,68	—
45	85	9,5	0,950	130	8 x 12	123,50	72,40
50	105	10,0	1,100	130	8 x 12	143,00	—
						Total: 161,48	

Fuente: Ximénez de Embún, (1959)

4.3.2 Tratamientos silviculturales

Según la experiencia adquirida de muchos años de tratamientos en diversos bosques, en el Cuadro 17 se propone un esquema de manejo silvicultural para Pino piñonero con objetivo de producción frutal.

- **Raleos**

Goor y Barney (1976), proponen que a partir de una densidad de 2.500 a 3.000 plantas por hectárea, se realice el primer raleo cuando los árboles tienen 15 años dejando 600 - 700 árboles por hectárea; el segundo y último se hace cuando la plantación tiene 30 a 40 años, dejando alrededor de 300 árboles por hectárea. El corte final se hace entre los 80 y 100 años.

Montoya (1990) propone realizar el primer raleo a los 15 - 18 años de edad, dejando unos 400 - 625 arb/ha y menciona que es habitual realizar la primera poda con esta intervención. A veces se puede realizar uno a edad temprana dejando no más de 1.600 arb/ha. Yagüe (1993) recomienda hacer un raleo a los 20 años para disminuir la densidad a 250 - 275 arb/ha.

CUADRO 17

TRATAMIENTOS SILVICULTURALES PROPUESTOS PARA PINO PIÑONERO

Edad (años)	Tratamiento general
0 - 20	Consolidación del repoblado. Proteger del ganado
20	Clareo, si es necesario. Densidad remanente: 250-275 arb/ha
20 - 40	Poda de formación, favorece ramillas periféricas (fructíferas)
40	Raleo. Dejar 125 - 140 arb/ha
40 - 60	Olivación de copa* (cada 10 años)

Fuente: Yagüe (1993)

* Olivación de copas: Poda de copas con el fin de facilitar la posterior cosecha de los frutos

Para obtener la densidad definitiva de 125 - 140 árboles por hectárea, el segundo raleo debiera realizarse a una edad de 40 años (*Op. cit.*).

Montoya (1990) menciona que no debe seguirse una norma rígida para realizar los raleos; cada masa debe ser estudiada y seguida en terreno con el objetivo de obtener una buena producción y óptimo retorno económico. Para esto, deben dejarse los dominantes y de amplia copa, y entre ellos los mejores productores de fruto. Por otra parte, no debe extraerse más de un tercio del área basal inicialmente presente, que corresponde aproximadamente a la mitad de los árboles. Esto no es válido para masas jóvenes, en que los raleos pueden ser más intensos sin mayores problemas.

• **Podas**

Las funciones principales de las podas en Pino piñonero son la formación del tronco para mejorar la calidad de su madera, facilitar la recolección de las piñas (poda de formación), y aumentar la producción de éstas (poda de fructificación) (Montoya, 1990).

Para la colecta de piñas es favorable que el fuste no sea demasiado largo. Además, debido a que la mejor madera y mayor volumen se concentran en la base del tronco, carece de sentido realizar podas madereras sobre los 5 - 6 m de altura del fuste (*Op. cit.*).

En las podas de fructificación se eliminan las ramas bajas que no producen flores femeninas, reforzando la disponibilidad de agua y nutrientes para las más altas, para obtener una mayor floración y fructificación. En general, ambas podas se realizan con el objeto de favorecer posteriormente la recolección de frutos (*Op. cit.*).

Las podas deben realizarse siempre en período de receso vegetativo, efectuándolas a ras del tronco, sin desgarraduras y nunca en ramas demasiado gruesas (mayores de 8 cm). Debe tenerse en cuenta además, que no debe dejarse una copa viva menor del tercio de la altura total del árbol.

Es conveniente iniciar las podas cuando el diámetro con corteza del árbol no sea mayor de 12 - 15 cm, para de mantener el cilindro central nudoso; generalmente se realiza cuando los árboles dominantes poseen una altura no menor de 3 - 4 m. En todo caso, el inicio de las podas depende más de la calidad del sitio y la densidad de plantación que de la edad de los árboles. Posteriormente, pueden repetirse cada 5 - 10 años, siendo más frecuentes al inicio de la vida del árbol (*Op. cit.*).

Según Yagüe (1993), debe realizarse una poda de formación entre los 20 y 40 años, necesaria para favorecer el desarrollo de las ramillas periféricas, que son las fructíferas.

Deben detenerse cuando los fustes alcanzan una altura de poda de 5 - 6 m, es decir, cuando los árboles poseen 8 - 10 m de altura total. Se ha demostrado que por efecto de las podas, los aumentos de producción de fruto son del orden del 33 %.

- **Cosecha de frutos**

La cosecha de frutos se puede realizar usando un palo o gancho, para desprender los conos del árbol. También puede realizarse mecánicamente usando agitadores de árboles, técnica que está siendo introducida en Italia (Crawford, 1995). Ésta se realiza en otoño - invierno (Goor y Barney, 1976).

Se ha observado que en promedio se pueden producir 250 conos por árbol. Esto significa que a la edad de 15 - 20 años se pueden obtener 600 kg de semillas por hectárea y a la edad de 20 - 40 años, 1.000 kg de semillas por hectárea.

5. PRODUCCIÓN

5.1 MADERA

5.1.1 Características y clasificación

La madera de Pino piñonero no es durable, pero es fácil de aserrar y secar (Webb *et al.*, 1984). Es blanca, ligera y en general muy nudosa. Es bastante resinosa (Peraza, 1964).

Anatómicamente, las traqueidas longitudinales son de sección poligonal, con punteaduras areoladas en una sola fila; algunas veces se presentan biseriadas, aunque en longitud muy corta, sin engrosamientos helicoidales, con diámetro medio tangencial en la madera de primavera de 37 micrones. Los radios leñosos son uniseriados de 10 a 15 células de altura y también de tipo fusiforme. Son heterogéneos con traqueidas muy poco dentadas, marginales o diseminados en el parénquima.

Las punteaduras de los campos de cruce de los radios leñosos con las traqueidas verticales, son de forma lenticular o escasamente ovaladas, y son máximo dos por cruce (*Op. cit.*).

Los canales resiníferos se encuentran en número de 0 a 2 por mm² con diámetros entre 150 y 250 micrones. Las células epiteliales son de paredes delgadas (*Op. cit.*).

En cuanto a las propiedades físicas y mecánicas de la madera, éstas se exponen en los Cuadros 18 y 19 respectivamente.

CUADRO 18
PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA DE *Pinus pinea*

Propiedades Físicas	Unidades	Valores Medios
Humedad: punto de saturación	%	40
Densidad al 12% (peso específico aparente)	g/cm ³	0,57
Contracción total	%	12
Dureza: resistencia a la penetración del cuchillo	g	1,7

Fuente: Peraza, (1964)

El peso específico de la madera es de 545 - 773 kg/m³ (Carnevale, 1955). Debido a su densidad presenta un aserrado fácil, pero es de corta durabilidad natural y sólo se utiliza en construcciones ligeras (INFOR, 1995a). Entra en la categoría de las resinosas pesadas, tiene una mediana resistencia a la compresión y con respecto a la flexión se la considera muy resistente (Peraza, 1964).

CUADRO 19
PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA DE *Pinus pinea*

Propiedades Físicas	Unidades	Valores Medios
Carga de rotura a la flexión estática al 12% de humedad	kg/cm ²	1,003
Carga de rotura a la flexión dinámica al 12% de humedad	kg/cm ²	980
Carga de rotura a la tracción perpendicular a las fibras al 12% de humedad	kg/cm ²	20
Carga de rotura a la compresión axial al 12% de humedad	kg/cm ²	370

Fuente: Peraza, (1964)

5.1.2 Usos de la madera

Los usos que tiene la madera de Pino piñonero son exigüos. Se emplea en carpintería, construcciones y postes de minas (Peraza, 1964); también en construcciones livianas, cajas, leña y carbón (Webb *et al.*, 1984). Se ha mencionado su uso en revestimientos interiores, molduras y madera aserrada.

En el centro de España la madera es poco apreciada, por la presencia de otras maderas de coníferas (Peraza, 1964).

5.2 MERCADO

El mercado principal de esta especie está en la venta de sus frutos (piñones); sin embargo, lo artesanal de su producción hace imposible contar con datos precisos de producción y comercialización (INFOR, 1995a). Crawford (1995) afirma que las principales áreas de producción son España (Huelva) e Italia (Marque, Toscana, Abruzzo). Al respecto, Foure³ (1995) menciona que Taiwán es el principal país exportador seguido por España, Italia y Turquía, y el principal importador es Estados Unidos, seguido por el mundo Islámico y España.

5.3 PRECIOS

5.3.1 Madera

Como no existe información de precios para *Pinus pinea* en nuestro país, el precio a “orilla de camino” se estimará mediante el método de homologación, comparando esta especie con el *P. radiata* (de mercado conocido) en los tipos de productos más transados en el país. A continuación se presentan los precios normales para madera dimensionada y elaborada puesta en barracas de la V Región, (Cuadro 20). Se toma esta región como referencia por estar ubicada en la zona central, a la cual se destinaría esta especie una vez cultivada en el país (es decir, V, VI y VII Regiones) (INFOR, 1995b).

CUADRO 20
PRECIOS EN MERCADOS LOCALES (\$/m³)

Especie	Madera dimensionada			Madera elaborada		
	1992	1993	1994	1992	1993	1994
Pino radiata (V Región)	62.395	67.579	71.818	68.045	72.459	76.921

Fuente: INFOR (1995b)

De acuerdo a la serie de precios de trozas de *P. radiata* (INFOR, 1994) el precio de trozas pulpables es de \$ 7.590/m³; de \$ 14.295/m³ para trozas aserrables y de \$ 31.325/m³ para chapas, puesto en cancha comercial.

Los valores de trozas pulpables, aserrables y para chapas corresponden a las regiones VIII (Bío-Bío) y X (Valdivia) respectivamente. Se supone un costo de transporte promedio de \$2.169/m³ para trozas pulpables y de \$ 4.992/m³ para trozas aserrables y para chapas. Luego los precios estimados de trozas de *P. pinea* a “orilla de camino” puestos en el predio son los que se presentan en el Cuadro 21.

CUADRO 21
PRECIOS DE TROZAS DE *Pinus pinea*

Producto	Precio (\$/m ³)
Troza Pulpable	5.421
Troza Aserrable	9.303
Troza para Chapa	26.333

Fuente: INFOR (1995b)

Para expresar estos precios como madera en pie, se debe restar el costo de cosecha y saca a orilla de camino que es de \$3.200 para trozas pulpables y de \$4.500 para trozas aserrables y para chapas.

5.3.2 Frutos

El piñón es semejante a la almendra, aunque inferior en calidad, y es utilizado con excelentes resultados en repostería y pastelería a nivel internacional (INFOR, 1995a).

A modo de referencia, se puede decir que actualmente el precio promedio de exportación es de \$ 2.200/kg de almendra, más IVA. En el consumo nacional el precio de un paquete de almendras de 200 gr fluctúa en promedio entre \$ 500 y \$ 600 en los supermercados de la región metropolitana, cifra que no experimenta gran variación con el resto del país, salvo las diferencias de precio propia entre los supermercados generadas por las condiciones locales de oferta y demanda (*Op. cit.*).

En España, ICONA vende las semillas de Pino piñonero a 860 pesetas el kg más IVA (7 %) (\$ 2.917) y en los mercados (Valladolid específicamente), el kg de semillas limpias alcanza un valor de 4.000 pesetas, lo que equivale a \$ 12.680 pesos (Foure³, 1995).

En Santiago se venden piñones en paquetes de 100 g con un valor de \$ 2.150 pesos.

$$\text{VES} = \frac{V(R) + \sum_t \text{INT}_t (1+i)^{R-t} - C}{(1+i)^R - 1} - C \frac{a}{i}$$

- donde: R = Edad de rotación
 1 = Tasa de actualización
 V(R) = Valor de la madera en pie a edad R (\$/ha)
 INT_t = Ingresos al año t (\$/ha)
 C = Costos de establecimiento (\$/ha)
 A = Costo anual de administración (\$/ha año)

El VES se interpreta como el precio máximo a pagar por el suelo. Si el VES para el proyecto resulta mayor que el valor comercial del suelo, conviene ejecutar el proyecto en ese terreno. Si, al contrario, el VES del proyecto resulta menor que el valor comercial, conviene buscar otro proyecto.

Se consideraron tres tasas de actualización: 6, 8 y 10 %, las que se determinaron según el tipo de inversionista: grande, mediano y pequeño, respectivamente.

6.3 ANTECEDENTES BÁSICOS

6.3.1 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

Dólar observado (US\$) : \$ 405,76

6.3.2 Valor de la jornada de trabajo

Los criterios para determinar el valor de la jornada de trabajo para los distintos escenarios evaluados fue el siguiente:

Escenario I: el costo de la mano de obra equivale al salario mínimo legal, cuyo valor alcanza los \$ 58.900 mensuales correspondientes a 24 jornadas.

Escenario II: el costo de la mano de obra corresponde al salario moda pagado por la empresas forestales a nivel nacional.

Escenario III: el costo de la mano de obra equivale a salario máximo pagado por las empresas forestales a nivel nacional.

6.

EVALUACIÓN ECONÓMICA

6.1 ANTECEDENTES

Se evaluará una rotación de 40 años orientada principalmente a la producción de frutos de Pino piñonero.

6.2 MARCO DE EVALUACIÓN

La evaluación económica corresponde a un análisis de los costos e ingresos percibidos durante la rotación de la especie. Los costos incluyen la inversión inicial para concretar la plantación, los costos de administración, de manejo, 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:

Escenario I : presenta costos bajos de establecimiento, manejo y administración, y precios altos de los productos.

Escenario II : presenta costos y precios probables.

Escenario III : presenta costos altos de establecimiento, manejo y administración, y precios bajos de los productos.

Estos mismos escenarios se evaluaron sin y con bonificación forestal, que en el caso de acogerse al beneficio reembolsa el 75 % de los costos de administración y de las 2 primeras podas. En este marco, Pino piñonero no recibe bonificación por el establecimiento, debido a la baja densidad de plantación requerida para favorecer la producción de frutos, pero a modo de ejercicio se evaluó bonificando la plantación en forma proporcional, a lo que le correspondería a una mayor densidad, para determinar su sensibilidad sobre la rentabilidad del cultivo de la especie.

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 permite comparar económicamente distintos proyectos productivos con períodos de maduración también diferentes, ya que en la evaluación usa rotaciones infinitas. Este modelo se define de la siguiente forma:

De acuerdo a los tres escenarios se consideraron los costos de mano obra por jornada según escenario. Estos se aprecian en el cuadro 22.

CUADRO 22
VALOR BRUTO DE LA JORNADA DE TRABAJO

Costo alto	Costo medio	Costo bajo
\$4.908	\$3.681	\$2.454

6.4 ESQUEMA DE MANEJO

Se propone un manejo de tipo monte alto (es decir árboles originados de semilla), con una densidad inicial de 625 plantas por hectárea (4 x 4 m). Se realizarán raleos a los 8 y 20 años, para finalmente el año 40 cosechar los árboles restantes (Cuadros 23, 24 y 25 para cada uno de los escenarios).

Durante la rotación se estima extraer un volumen de 26,5 m³/ha a los 20 años en el primer y único raleo comercial, del cual se obtienen 15,2 m³/ha de madera pulpable y 11,3 m³/ha de madera aserrable. En la cosecha final el volumen esperado es de 135,7 m³/ha, correspondiendo 44 m³/ha a madera pulpable y 92 m³/ha a madera aserrada.

Es importante destacar que el raleo del año 8 corresponde a un raleo a desecho por el escaso diámetro y volumen de los árboles extraídos. En el raleo del año 20 y en la cosecha, el volumen de madera pulpable y aserrada con respecto al total, se calculó según los antecedentes obtenidos del análisis de tallo realizado a los árboles provenientes de la Reserva Peñuelas (punto 4.3.1 y Anexo II), considerando como volumen aserrable aquel proveniente de trozas de hasta 15 cm de diámetro y volumen pulpable el que se obtiene desde los 15 hasta los 10 cm de diámetro. Sin embargo, este último, será considerado para combustible debido a la inexistencia de un mercado para pulpa.

De acuerdo a los escenarios propuestos se determinaron 3 esquemas de manejo, diferenciados por las actividades a realizar y los costos y rendimientos de ellas (Cuadros 23, 24 y 25).

Todos los esquemas proponen un manejo intensivo de las plantaciones principalmente para la obtención de frutos.

CUADRO 23
ESQUEMA DE MANEJO PARA *Pinus pinea*

PP4011 : *Pinus pinea*, rotación 40 años
 Modalidad I : Costos bajos - Precios altos
 Tipo de Manejo : Intensivo, con podas y raleos para obtención de frutos
 Objetivo : Producción de frutos, madera aserrada y pulpable
 Mortalidad natural : 10 % al primer año

Año	H.T.(m)	DAP (cm)	Actividad	Observaciones	Arb/ha	Raleo Árboles a sacar /ha	Volumen Ext. m³/ha	Madera Pulpable m³/ha	Madera Aserr. m³/ha	Frutos kg sem/ha/año
0	—	—	Roce	Liviano	625					
			Plantación	Plantas a raíz desnuda 1:0						
			Control de conejos	Aplicación Brodifacuom						
			Fertilización	Manual, en un hoyo						
			Control de malezas	Control puntual						
8	4,4	4,3	Primera poda. Raleo a desecho	40% de la altura de los árboles	563	250				
14	8,1	12,5	Segunda poda	40% de la altura de los árboles						
15-20			Cosecha de frutos							600
20	11,7	18,7	Tercera poda Raleo comercial	40% de la altura de los árboles que quedarán para la cosecha	313	157	26,5	15,1	11,3	
20-40			Cosecha frutos							1.000
40	23	30,4	Cosecha	Tala rasa	0		135,7	44	92	

CUADRO 24
ESQUEMA DE MANEJO PARA *Pinus pinea*

PP4012 : *Pinus pinea*, rotación 40 años
 Modalidad II : Costos y Precios probables
 Tipo de Manejo : Intensivo, con podas y raleos para obtención de frutos
 Objetivo : Producción de frutos, madera aserrada y pulpable
 Mortalidad natural : 10 % al primer año

Año	H.T.(m)	DAP (cm)	Actividad	Observaciones	Arb/ha	Raleo Árboles a sacar /ha	Volumen Ext. m³/ha	Madera Pulpable m³/ha	Madera Aserr. m³/ha	Frutos kg sem/ha/año
0	—	—	Roce	Liviano	625					
			Preparación de suelo	Surcado con bueyes						
			Plantación	Plantas a raíz desnuda 1:0						
			Control de conejos	Aplicación Brodifacuom						
			Fertilización	Manual, en un hoyo						
			Control de malezas	Control puntual						
1	0,8	0,08	Desbroce	Manual con rendimiento medio						
8	4,4	4,3	Primera poda Raleo a desecho	40% de la altura de los árboles	563	250				
14	8,1	12,5	Segunda poda	40% de la altura de los árboles						
15-20			Cosecha de frutos							600
20	11,7	18,7	Tercera poda Raleo comercial	40% de la altura de los árboles que quedarán para la cosecha	313	157	26,5	15,1	11,3	
20-40			Cosecha frutos							1.000
40	23	30,4	Cosecha	Tala rasa	0		135,7	44	92	

CUADRO 25
ESQUEMA DE MANEJO PARA *Pinus pinea*

PP4013 : *Pinus pinea*, rotación 40 años
 Modalidad III : Costos altos - Precios bajos
 Tipo de Manejo : Intensivo, con podas y raleos para obtención de frutos
 Objetivo : Producción de frutos, madera aserrada y pulpable
 Mortalidad natural : 10 % al primer año

Año	H.T.(m)	DAP (cm)	Actividad	Observaciones	Arb/ha	Raleo Árboles a sacar /ha	Volumen Ext. m ³ /ha	Madera Pulpable m ³ /ha	Madera Aserr. m ³ /ha	Frutos kg sem/ha/año
0	—	—	Roce	Liviano	625					
			Reducción de desechos	Ordenación por trituration						
			Preparación de suelo	Surcado con tractor						
			Plantación	Plantas a raíz desnuda 1:0						
			Control de conejos	Aplicación Brodifacuom						
			Fertilización	Manual, en un hoyo						
			Control de malezas	Control puntual						
1	0,8	0,08	Desbroce	Manual liviano						
8	4,4	4,3	Primera poda Raleo a desecho	40% de la altura de los árboles	563	250				
14	8,1	12,5	Segunda poda	40% de la altura de los árboles						
15-20			Cosecha de frutos							600
20	11,7	18,7	Tercera poda Raleo comercial	40% de la altura de los árboles que quedarán para la cosecha	313	157	26,5	15,1	11,3	
20-40			Cosecha frutos							1.000
40	23	30,4	Cosecha	Tala rasa	0		135,7	44	92	

6.5 COSTOS DIRECTOS

6.5.1 Costos de establecimiento

Basándose en la revisión bibliográfica, se propone una densidad de plantación de 625 árboles por ha (4 x 4 m), con plantas de Pino piñonero sin injertar tipo 1:0 a raíz desnuda.

Los costos de establecimiento incluyen roce, reducción de desechos, preparación de suelos, plantación, control de malezas y lagomorfos e insumos tales como plantas viverizadas, fertilizantes y materiales para la construcción de casas. Estos se encuentran detallados en el Anexo III.

6.5.2 Costos de manejo

Se ha considerado la mano de obra contratada para realizar el desbroce, podas y raleos (Anexo III).

6.5.3 Costos de cosecha

Los costos de cosecha incluyen la recolección, clasificación y ensacado de frutos a partir del año 15, las faenas de volteo y madereo de los árboles al final de la rotación, así como los campamentos necesarios para dichas faenas. También incluyen la construcción de caminos realizados el año anterior al raleo comercial (año 19) (Anexo III).

6.5.4 Costos de administración

Para evaluar el presente proyecto se supuso que se destinan 4 jor/ha/año, en lo referente a la administración de estas plantaciones. El valor de las jornadas, se consideró según lo estipulado para cada uno de los escenarios mencionados anteriormente. Este costo de administración se refiere a las siguientes actividades:

- labores menores en la plantación, que entre otros incluye reparación de cercos, y
- supervisión.

Se incluyó dentro de este punto el costo del seguro contra incendios, daño por viento, desastres naturales y heladas, cuyo valor fue fijado en \$3.246 anuales/ha a partir del año 0 hasta el final de la rotación. Este valor proviene de 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 seguro fijan primas muy altas a pequeños propietarios e incluso existen algunas compañías que definitivamente no cubren siniestros en este tipo de propiedades (Anexo III).

6.5.5 Costos de mantención

Incluyen fundamentalmente el costo de mantención de cortafuegos a partir del segundo año hasta el año 38, realizándose esta actividad cada 2 años (Anexo III).

6.5.6 Costos de protección forestal

El análisis considera 3 aspectos en lo que se refiere a protección; control y combate de incendios, guardería y control de plagas y enfermedades. Los 2 primeros son considerados como costos anuales. Respecto a plagas y enfermedades, se incluyó el control de lagomorfos y roedores durante el establecimiento (Anexo III).

6.6 VALOR DE LOS PRODUCTOS

Los productos que se esperan obtener durante la rotación son los habituales en este tipo de bosques: frutos, madera aserrable y madera para combustible (leña).

- **Frutos**

Como se señala en la revisión bibliográfica, en huertos frutales con árboles injertados, es posible suponer que la producción empieza a los 3 años aproximadamente; sin embargo, por tratarse de un cultivo con plantas no injertadas, se supone que la producción comercial de frutos empezará a los 15 años.

Se estima una productividad anual promedio de semillas por árbol equivalente a 600 kg/ha/año desde los 15 a 20 años, y de 1.000 kg/ha/año desde los 21 años hasta el final de la rotación. Estos valores se obtuvieron de los antecedentes bibliográficos y considerando que se obtiene una buena producción cada 3 - 4 años.

Para esta evaluación, se consideró que las semillas se venderán ensacadas a orilla de camino del predio, a un valor de \$ 420 pesos el kilo (Anexo IV).

- **Madera**

La madera de Pino piñonero se comercializa en el extranjero como madera aserrable y madera pulvable. Debido a la falta de información que se dispone en Chile acerca del valor de la madera aserrada en esta especie; se homologó con el precio que alcanza el m³ de Pino radiata puesto a orilla de camino. Con respecto a la madera pulvable, se considera que es difícil que exista un mercado para este producto por lo que se le asignó el valor que tiene la leña de Pino radiata, también puesta a orilla de camino. Los precios de los productos se observan en el Cuadro 26.

CUADRO 26
PRECIO DE PRODUCTOS DE PINO PIÑONERO A ORILLA DE CAMINO

Producto	Unidad	Precio Venta (\$)
Semillas	\$/kg	420
Madera aserrable	\$/m ³	9.303
Madera para combustible	\$/m ³	5.050

Fuente: Infor, (1995)

6.7 RESULTADOS

Basándose en los antecedentes anteriores se evaluaron las plantaciones de Pino piñonero bajo los esquemas de manejo propuestos y los escenarios correspondientes.

Los resultados se ilustran en el Cuadro 27, con bonificación estatal y sin ella.

CUADRO 27
RESULTADOS EVALUACIÓN DE PINO PIÑONERO

Modalidad	V.E.S. (Miles \$/ha)		
	Tasa 10%	Tasa 8%	Tasa 6%
Sin Bonificación			
Escenario I	371,16	770,21	1.511,47
Escenario II	63,89	329,23	822,48
Escenario III	-341,84	-212,95	25,98
Con Bonificación			
Escenario I	442,24	847,06	1.595,28
Escenario II	134,58	405,37	905,58
Escenario III	-269,37	-134,69	111,20

El valor económico del suelo (VES) indica la rentabilidad de un proyecto bajo una cierta tasa de descuento, dentro rango de valores de crecimiento analizado.

Dicho de otra manera el VES es el valor máximo que se puede pagar por el suelo cuando al proyecto se le exige cierta rentabilidad. Por ejemplo en el escenario de costos y precios probables, sin bonificación, si se aplica una tasa de descuento del 6%, el inversionista puede llegar a pagar por hectárea de terreno hasta \$822.000, incluso en esas condiciones (costos y precios probables) podría exigirse al proyecto una rentabilidad mayor (8%), condición en la cual si el costo del terreno no supera los \$329.000, este se torna muy atractivo (Recuérdese, que Pino piñonero exige suelos de alta calidad y que se considera producción de frutos a partir de los 15 años, cuando en realidad puede hacerse mucho antes).

Como puede observarse en el Cuadro 27 la mayoría de las opciones, las que abarcan un amplio rango de situaciones muestran una rentabilidad positiva. Cabe destacar que las situaciones en que la rentabilidad es negativa se ubican al extremo del abanico de posibilidades cubiertas. Aunque la bonificación estatal juega un rol en la rentabilidad de este cultivo, no es determinante en sus montos finales.

Por su condición de cultivo fruto-forestal deben destacarse los siguientes aspectos:

a).- No requiere de sitios exigentes (menor costo)

b).- Los retornos comienzan el año 15 para crecer de manera permanente, representando para el inversionista un ingreso anual a partir de ese año, lo que como se señaló anteriormente podría adelantarse hasta los 5 u 8 años, acentuando el atractivo de este cultivo.

c).- Dadas estas características resulta un cultivo apropiado para pequeños y medianos propietarios, que podrían alcanzar rápidamente una maza crítica plantada, especialmente mediante su asociación.

7.

OBTENCIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PINO PIÑONERO, VII - X REGIÓN

7.1 INTRODUCCIÓN

A continuación se sintetiza el trabajo realizado para identificar las zonas potenciales de establecimiento de Pino piñonero (*Pinus pinea* L.) en Chile, en el marco del proyecto Potencialidad de Especies y Sitios para una Diversificación Silvícola Nacional.

Para determinar, desde un punto de vista edáfico y climático, las zonas potenciales de plantación de una especie, es necesario conocer las características que identifican a la zona en estudio, principalmente precipitación, humedad relativa, evapotranspiración potencial, temperaturas, drenaje, textura, profundidad y otras que puedan tener un especial interés.

Una vez determinadas ambas variables se procedió a establecerlas con la asistencia de un Sistema de Información Geográfica y Bases de Datos Relacionales, en las zonas en que los requerimientos de la especie eran cubiertos por las condiciones generales de los sitios.

Para la obtención de las características del área de estudio se consultó literatura de suelos, zonificaciones climáticas y antecedentes topográficos; la escala utilizada es variable aunque predomina 1:250.000 y 1:500.000. En la identificación de los requerimientos de las especies se consultó bibliografía tanto nacional como extranjera, para realizar una caracterización completa de ella. Finalmente, se representaron gráficamente los resultados de los análisis a escala 1:1.000.000.

7.2 RESUMEN DE LAS ÁREAS REGIONALES POTENCIALES PARA PINO PIÑONERO

Las superficies totales potenciales por región aptas para la introducción de Pino piñonero, se indican en el Cuadro 28. Se hace la salvedad que estas zonas no han sido corregidas por restricciones como uso de la tierra, capacidad de uso del suelo, áreas silvestres protegidas, bosque nativo e infraestructura, entre otras, lo que unido a la escala de trabajo sólo permite obtener superficies indicativas de la distribución potencial de la especie, por lo que los datos no *se pueden traducir en superficie útil para plantación*. Un estudio que incluya las restricciones mencionadas y una escala superior de análisis, proporcionará información de mayor precisión.

CUADRO 28
SUPERFICIE POTENCIAL REGIONAL PARA PINO PIÑONERO

Región	Área Potencial (ha)	Porcentaje Potencial
VI Región	259.614	18,57
VII Región	814.257	58,25
VIII Región	297.549	21,29
IX Región	26.478	1,89
TOTAL	1.397.898	100,00

7.3 METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PINO PIÑONERO, REGIONES VI A IX

7.3.1 Zona de estudio

La zona de estudio para *Pinus pinea* se extiende desde la VI a la IX Región. La X Región no se incluyó en el presente análisis debido a que no se han encontrado lugares que presenten aptitud para el crecimiento de la especie, en la escala de trabajo utilizada.

7.3.2 Información general utilizada

Para obtener las características del área de estudio se consultó literatura y cartografía que varía en origen y en escala. En la recopilación de los antecedentes climáticos se utilizaron principalmente el “Mapa Agroclimático de Chile” (Novoa; Villaseca, Ed., 1989) y el “Atlas Agroclimático de Chile de las regiones VI, VII, VIII y IX” (Santibáñez y Uribe, 1993).

En la obtención de la información de suelos de la zona de estudio se utilizó principalmente el “Plan de Desarrollo Agropecuario 1965 - 1980. Unidades de uso agrícola de los suelos de Chile entre las provincias de Aconcagua y Chiloé” (Ministerio de Agricultura; ODEPA; SAG; INIA; IREN, 1968), el que se complementó con variadas fuentes que entregaron información más detallada o cubrieron zonas que el citado plan no consideró.

7.3.3 Información específica utilizada

Para determinar las principales limitantes de crecimiento de *Pinus pinea*, se realizó una colección de información desde la bibliografía disponible, determinándose aquellos parámetros críticos para su establecimiento.

A continuación se detallan las propiedades fundamentales del sitio, sin

consideraciones de tipo económico, y la metodología empleada en la obtención de dichas características o limitantes.

7.3.4 Requerimientos ecológicos de Pino piñonero

7.3.4.1 Período vegetativo

Se estableció como supuesto una duración del período vegetativo para *Pinus pinea* en las regiones VI a IX, desde octubre a marzo, ambos inclusive, en atención a las observaciones de campo (Bourke⁶, 1996)

7.3.4.2 Temperatura media

Según De La Lama (1982), las temperaturas medias del período vegetativo en las localidades españolas de Cádiz, Sevilla y Huelva donde se encuentra Pino piñonero, varían entre 13,2 y 14,8 °C. Por su parte Webb *et al.* (1984) señalan que las temperaturas medias anuales son de entre 14 y 18 °C.

Para el análisis de la variable térmica, se consideró una temperatura media del período vegetativo (octubre - marzo) mayor o igual a 13 °C, y una temperatura media anual entre 13 y 18 °C.

En el presente análisis no se incluyen las temperaturas máximas absolutas y medias máximas; sin embargo, se debe considerar que la máxima absoluta no debería sobrepasar los 41 °C (Montoya, 1990) y que la media máxima del mes más cálido varía entre 25 y 35 °C según Webb *et al.* (1984), aunque García de Pedraza y Pallares (1989) la determinan entre 20 y 22 °C.

7.3.4.3 Temperatura mínima absoluta

En la literatura se especifica que *Pinus pinea* soporta mínimas absolutas de -20 °C; sin embargo los daños por frío aparecen a los -12 °C (Montoya, 1990).

En consecuencia se consideró un valor igual o superior a -12 °C, evitando así el riesgo de deterioro de los ejemplares.

7.3.4.4 Precipitación anual

En las publicaciones se mencionan valores de precipitación anual de entre 400 y 800 mm. (Webb *et al.*, 1984); Montoya (1990) señala que *Pinus pinea* presenta un buen crecimiento con 500 mm, aunque se desarrolla en zonas con hasta 1.500 mm, siendo su óptimo ecológico entre los 500 y 800 mm.

Para el análisis de la variable precipitación anual, se consideró un rango entre 400 y 1.500 mm, ambos inclusive.

7.3.4.5 Meses secos anuales

Webb *et al.* (1984) mencionan que Pino piñonero soporta 4 a 6 meses secos con un régimen de lluvias invernal.

En atención a la literatura y a las sugerencias de Bourke⁶ (1996) se consideró en la generación de la zona potencial para la especie, una cantidad igual o inferior a cinco meses secos.

Se estableció como mes seco aquel cuya precipitación es menor o igual a un quinto de la evapotranspiración potencial:

$$\text{donde } Pp_{\text{mensual}} > (1/5) * Ev_{\text{mensual}}$$

Pp_{mensual} = Precipitación media mensual
 Ev_{mensual} = Evapotranspiración media potencial mensual

Esta relación se determinó en base a la experiencias de varios investigadores (De La Lama, 1982; Bourke⁶, 1996).

7.3.4.6 Profundidad del suelo

Como característica para el estudio de las áreas potenciales, se utilizará una profundidad de suelo mayor o igual a 50 cm, considerado como medianamente profundo (Peralta, 1976).

7.3.4.7 Textura del suelo

Según la literatura, *Pinus pinea* se desarrolla bien en texturas arenosas, creciendo también en francas y limosas, pero no tolera los suelos pesados, de texturas arcillosas (Montoya, 1990).

En el análisis de las zonas potenciales se consideraron aquellos suelos con texturas arenosas sólo en la franja inmediata a la costa y livianas a pesadas, excepto arcillosas. En el Cuadro 29 se especifica la clasificación utilizada.

CUADRO 29
CLASIFICACIÓN TEXTURAL DEL SUELO

Textura	Clasificación
Areno francosa fina; areno francosa	Liviana
Franco arenosa; franco arenosa fina	Moderada
Franco limosa; franca, franco arenosa muy fina	Media
Franco arcillo arenosa; franco arcillo limosa; franco arcillosa	Moderadamente Pesada
Arcillo limosa; arcillo arenosa	Pesada

Fuente: adaptado de Peralta (1976)

7.3.4.8 Drenaje del suelo

Esta especie necesita de una buena aireación del suelo (Montoya, 1990) o drenaje libre (Webb *et al.*, 1984).

En atención a la literatura, en la consecución de las áreas potenciales se incluyeron los suelos que presentan drenaje bueno o moderado.

7.3.4.9 Altitud

Webb *et al.* (1984) indica que se puede encontrar *Pinus pinea* desde el nivel del mar hasta los 2.000 msnm. Sin embargo Gil y Abellanas (1989) y Montoya (1990), afirman que puede crecer sólo hasta los 1.000 msnm.

En atención a ello, para el estudio de las áreas potenciales se considerarán todas las zonas ubicadas hasta los 1.000 msnm.

7.4 ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PINO PIÑONERO, REGIONES VI a IX

7.4.1 Área potencial para Pino piñonero en la VI Región

Una vez identificadas las limitantes que caracterizan el establecimiento de *Pinus pinea* y sus áreas de distribución, se generaron las zonas de la región que cumplen con las características necesarias para el desarrollo de la especie.

La VI Región presenta un 15,86 % de la superficie potencialmente apta para la plantación de Pino piñonero. La zona favorable se ubica en el centro sur, desde San Fernando al oeste interrumpido por áreas no aptas en forma irregular; y en la costa al este y al sur de Pichilemu (Anexo V).

Del análisis de las limitantes y de su influencia en la zona potencial para plantación con *Pinus pinea* en la VI Región, se concluye que los parámetros más restrictivos son *temperatura media* y *altitud*.

En el Cuadro 30, se indica el resumen de las áreas que cada limitante aporta, su distribución y clasificación, según los análisis realizados.

CUADRO 30
DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE PARA PINO PIÑONERO
SEGÚN LIMITANTE EN LA VI REGIÓN

Limitante	Porcentaje aprox.	Distribución	Clasificación
Temperatura media anual y del período vegetativo	50,69	El área apta se encuentra en todo el valle central hasta la costa, interrumpido principalmente por una ancha franja que atraviesa la región de norte a sur cercana a la costa	Altamente restrictivas para el establecimiento del Pino Piñonero en la VI Región
Altitud	66,75	La zona apta se extiende por toda la costa, valle central y en menor proporción en la precordillera andina	Medianamente restrictiva para el establecimiento de Pino Piñonero en la región
Temperatura mínima absoluta	71,26	Se excluye la Cordillera de los Andes y parte de la precordillera	Es poco restrictiva
Textura del suelo	79,31	La zona favorable se distribuye en la Cordillera de los Andes y precordillera; en el centro y costa se excluyen porciones de forma irregular	No es una restricción importante para el establecimiento de la especie en la región
Meses secos	80,32	Sólo se excluye una zona en el centro norte hasta el límite con la región Metropolitana	Los meses secos no constituyen una limitante importante
Profundidad del suelo	84,3	La zona que no cumple con la restricción se ubica principalmente en la zona central de la región en forma interrumpida	Muy poco restrictiva para el establecimiento de <i>Pinus pinea</i> en la VI Región
Precipitación anual	91,69	Se excluye sólo un sector de la cordillera media	No es restrictiva

Cuadro 30 / DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE SEGÚN LIMITANTE (continuación)			
Limitante	Porcentaje aprox.	Distribución	Clasificación
Drenaje del suelo	96,61	Las zonas que se excluyen se ubican principalmente en la zona centro al oeste de San Fernando	No representa un impedimento para el establecimiento de Pino piñonero en la región
Área potencial total para Pino piñonero	15,86	La zona favorable se ubica en el centro sur, desde San Fernando al oeste, interrumpido por áreas no aptas en forma irregular; y en la costa al este y al sur de Pichilemu	

7.4.2 Área potencial para Pino piñonero en la VII Región

Luego de identificadas las limitantes que caracterizan el establecimiento de *Pinus pinea* y sus áreas de distribución, se generaron las zonas de la región que cumplen con las características necesarias para el desarrollo de la especie.

Un 26,92 % de la superficie de la VII Región es potencialmente apta para la plantación de Pino piñonero. La zona favorable se encuentra principalmente en el centro, desde el suroeste de Curicó hasta la altura de Talca; al sur de esta ciudad se extiende en una franja cercana a la costa y en algunas porciones hacia el oeste entre Talca y Linares (Anexo V).

Del análisis de las limitantes y de su influencia en la zona potencial para plantación con *Pinus pinea* en la VII región, se concluye que los parámetros más restrictivos en cuanto a área son *temperatura media* y *altitud*.

En el Cuadro 31, se indica el resumen de las áreas que cada limitante aporta, su distribución y clasificación, según los análisis realizados.

CUADRO 31
DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE PARA PINO PIÑONERO
SEGÚN LIMITANTE EN LA VII REGIÓN

Limitante	Porcentaje aprox.	Distribución	Clasificación
Temperatura media anual y del período vegetativo	46,56	El área apta se encuentra desde Curicó y Linares al oeste; y en la costa desde Constitución al norte	Altamente restrictiva para el establecimiento de Pino piñonero en la VII Región
Temperatura mínima absoluta	87,91	El área no favorable se ubica en la Cordillera andina y parte de la precordillera, desde la altura de Linares al norte	Muy poco restrictivo para el establecimiento de <i>Pinus pinea</i> en la VII Región

Cuadro 31 / DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE EN LA VII REGIÓN (continuación)			
Limitante	Porcentaje aprox.	Distribución	Clasificación
Precipitación anual	46,56	El área apta se encuentra desde Curicó y Linares al oeste; y en la costa desde Constitución al norte	Poco restrictiva para el establecimiento de <i>Pinus pinea</i> en la región
Meses secos	87,91	El área no favorable se ubica en la Cordillera andina y parte de la precordillera, desde la altura de Linares al norte	No representa un impedimento
Profundidad del suelo	94,6	La zona que no cumple la restricción se ubica principalmente entre Linares y Cauquenes	No es una restricción importante para el establecimiento de <i>Pinus pinea</i> en la VII Región
Textura del suelo	78,82	La zona favorable se sitúa en la Cordillera de los Andes y precordillera; en el centro y costa se excluyen porciones de forma irregular, especialmente entre Talca y Cauquenes	No es una restricción importante para el establecimiento de la especie en la región
Drenaje del suelo	92,12	Las zonas que se excluyen se ubican principalmente en la zona central entre Linares y Cauquenes	No representa un impedimento para el establecimiento de <i>Pinus pinea</i> en la región
Altitud	67,39	Distribúyese en toda la costa y valle central y en parte de la precordillera andina	Medianamente restrictiva para el establecimiento de Pino piñonero en la región
Área potencial total para Pino piñonero	26,92	La zona favorable se encuentra principalmente en el centro, desde el sudoeste de Curicó hasta la altura de Talca; al sur de esta ciudad se extiende en una franja cercana a la costa y en algunas porciones hacia el oeste, entre Talca y Linares	

7.4.3 Área potencial para Pino piñonero en la VIII Región

Un 8,03 % de la superficie de la VIII Región es potencialmente apta para plantación de Pino piñonero. La zona favorable está principalmente en el valle central, en una franja discontinua en sentido norte-sur hacia el oeste de Chillán y Los Angeles (Anexo V).

Del análisis de las limitantes y de su influencia en la zona potencial para plantación con *Pinus pinea*, se concluye que el parámetro más restrictivo en la VIII Región en cuanto a área es la *temperatura media*.

En el Cuadro 32 se indica el resumen de las áreas que cada limitante aporta, su distribución y clasificación, según los análisis realizados.

CUADRO 32
**SUPERFICIE FAVORABLE PARA PINO PIÑONERO SEGÚN LIMITANTE, EN
 LA VIII REGIÓN**

Limitante	Porcentaje aprox.	Distribución	Clasificación
Temperatura media anual y del período vegetativo	26,89	El área apta se ubica en una amplia franja que cruza la región de norte a sur en la zona central al oeste de Chillán y Los Angeles y hasta la altura de Concepción aproximadamente	Altamente restrictivas para el establecimiento del Pino piñonero en la VIII Región
Precipitación anual	64,76	La zona apta se ubica en la costa y zona central	Altamente restrictiva para el establecimiento de Pino piñonero en la VIII Región
Textura del suelo	67,00	Se excluye en el valle central una amplia zona que se extiende aproximadamente entre Chillán y Concepción de norte a sur; en la costa se elimina desde Arauco al sur hasta la altura del lago Lanalhue	Medianamente restrictiva para el establecimiento de Pino piñonero en la región
Drenaje del suelo	69,69	Las zonas favorables se ubican en la costa y valle central, en esta última se excluyen porciones distribuidas irregularmente entre Chillán y Los Angeles	Medianamente restrictiva para el establecimiento de <i>Pinus pinea</i> en la VIII Región
Altitud	78,43	La zona apta se distribuye en toda la costa y valle central y parte de la precordillera andina	Muy poco restrictiva para el establecimiento de Pino piñonero en la región
Temperatura mínima absoluta	80,61	La zona desfavorable se distribuye en la Cordillera de los Andes y parte de la precordillera	Muy poco restrictiva para el cultivo de la especie en la región
Profundidad del suelo	98,23	La zona que no cumple la restricción se ubica principalmente en pequeñas porciones cercanas a Chillán y Los Angeles	No es una restricción importante para el establecimiento de <i>Pinus pinea</i> en la VIII Región
Meses secos	100	La totalidad de la VIII Región tiene 5 meses secos o menos	No representa un impedimento
Área potencial total para Pino piñonero	8,03	La zona favorable está principalmente en el valle central, en una franja discontinua en sentido norte-sur hacia el oeste de Chillán y Los Angeles	

7.4.4 Área potencial para Pino piñonero en la IX Región

Una vez realizados los análisis en la IX Región y conjugadas las necesidades de la especie con las características del terreno, se obtuvo que 0,83 % del área regional es potencialmente apta para la plantación de Pino piñonero. Zona que se ubica sólo al norte de Angol y al oeste de Victoria cercano al límite con la VIII Región (Anexo V).

Los parámetros más restrictivos en la región son *temperatura media* y *precipitación anual*.

En el Cuadro 33, se indica el resumen de las áreas que cada limitante aporta, su distribución y clasificación, según los análisis realizados.

CUADRO 33
DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE PARA PINO PIÑONERO SEGÚN
LIMITANTE EN LA IX REGIÓN

Limitante	Porcentaje aprox.	Distribución	Clasificación
Temperatura media anual y del período vegetativo	3,10	El área apta se encuentra en una franja de forma poco regular desde el límite norte siguiendo en línea con Angol hasta la altura de Victoria	Altamente restrictiva para el establecimiento del Pino piñonero en la IX Región
Precipitación anual	32,61	La zona favorable se ubica en el valle central desde el norte de Angol hasta Victoria y continuando hasta un poco más al sur de Temuco; y en toda la costa	Altamente restrictiva para el establecimiento de <i>Pinus pinea</i> en la región
Drenaje del suelo	66,4	Las zonas favorables se ubican en parte de la precordillera; en la zona central eliminándose un área al sudoeste de Victoria y noroeste de Temuco; se excluyen también porciones en la costa	Medianamente restrictivo para el establecimiento de <i>Pinus pinea</i> en la región
Altitud	77,88	Las zona favorable se distribuye en toda la costa y valle central y una parte de la precordillera	Poco restrictiva para el establecimiento de Pino piñonero en la región
Temperatura mínima absoluta	79,34	El área favorable se ubica en toda la costa, zona central y parte de la precordillera	Poco restrictiva para el establecimiento de <i>Pinus pinea</i> en la IX Región
Textura del suelo	86,85	Se excluye una zona al norte de Temuco continuando por el oeste de Victoria y hasta más al norte de Angol	Muy poco restrictiva para el establecimiento de la especie en la región

Cuadro 33 / DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE EN LA IX REGIÓN (continuación)

Limitante	Porcentaje aprox.	Distribución	Clasificación
Profundidad del suelo	98,79	La zona que no cumple la restricción se ubica principalmente en pequeñas porciones aisladas en la costa y al noroeste de Temuco	No representa una restricción importante para el establecimiento de <i>Pinus Pinea</i> en la IX Región
Meses secos	100	La totalidad de la IX Región tiene 5 meses secos o menos	No representa un impedimento para el establecimiento de Pino piñonero en la región
Área potencial total para Pino piñonero	0,83	La zona favorable se ubica sólo al norte de Angol y al oeste de Victoria, cerca del límite con la VIII Región	

COMUNICACIONES PERSONALES

- 1.- Carrasco, Rogers. 1995. Técnico Forestal. Instituto Forestal. Comunicación personal.
- 2.- Enginar, Ayhan. 1996. Primer secretario de la embajada de Turquía. Comunicación personal.
- 3.- Foure, Ney. 1995. Ingeniero Agrónomo. Comunicación personal.
- 4.- Morales, Orlando. 1996. Ingeniero Agrónomo. Director Depto. Protección Agrícola del Servicio Agrícola y Ganadero. Comunicación personal.
- 5.- Pastor, Jaime. 1995. Encargado de vivero del Instituto Forestal. Comunicación personal.
- 6.- Bourke, Michael. 1996. Ingeniero Forestal. Asesor de la Corporación Nacional Forestal. Comunicación personal.

BIBLIOGRAFÍA

- ABELLANAS, B.; ALCAIDE, C.; BUTLER, Y.; CASADO, R.; MONTEAGUDO, F. 1993. Zonificación de Andalucía para el desarrollo de un programa de mejora genética de *Pinus pinea* L. Congreso Forestal Español. Lourizán. Potencias y comunicaciones. Tomo II pp 27-32.
- ARCE, C.; BUENADICHA, P.; SANZ, M. 1983. Cambios metabólicos de proteínas durante el proceso de germinación de semilla de *Pinus pinea* L. sometida a un período de estratificación. Anales de Edafología y Agrobiología. 42 (7 y 8): 1153-1167.
- ARIJA, E. 1975. Geografía de España. Tomo III: "La Riqueza". Espasa-Calpe S.A. Madrid.
- ATZMON, N.; VAN STADEN, J. 1994. The effect of seaweed concentrate on the growth of *Pinus pinea* seedlings. New Forest 8 (1-4): 279-288.
- AVTZIS, N. 1986. Development of *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. (Lepidoptera: Thaumetopoeidae) in relation to food consumption. Forest Ecology and Management. 15 (1): 65-68.
- BALAGUERIAS, E. 1971. Injertos en pinos. Instituto forestal de investigaciones y experiencias, Ministerio de Agricultura. Dirección general de Montes, caza y pesca fluvial. Madrid, España. Comunicación nº 91. 33 p.
- BUSSOTTI, F.; FERRETTI, M.; CENNI, E.; GELINNI, R.; CLAUSER, F.; GROSSONI, P.; BARBOLANI, E. 1991. New Type Forest damage to Mediterranean vegetation in Southern Sardinian forests (Italy). European Journal of Forest Pathology. 21(5): 290-300.

- CADAHIA, D. 1984. El interés biológico del género *Cryptochaetum* Rond. Díptera, Cryptochaetidae y descripción de una nueva especie. Madrid, España. Boletín del Servicio de Defensa contra Plagas e Inspección Fitopatológica. 10 (2): 159-184.
- CARNEVALE, J. A. 1955. Árboles forestales, descripción, cultivo y utilización. Buenos Aires, Argentina. 689 p.
- CHACÓN, I 1995. Decisiones económicas financieras en el manejo Forestal. Universidad de Talca, Chile. 248p.
- CATALÁN, G. 1990. Plantaciones de *Pinus pinea* en zonas calizas para la producción precoz de piñón. ICONA, Madrid. Ecología nº 4. pp.105-120.
- CIANCO, O.; CUTINI, A.; MERCURIO, R.; VERACINI, A. 1986. Sulla struttura della pineta di pino domestico di Alberese. Analli del l' Instituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo, Italia. Vol XVIII. pp. 169-236.
- CRAWFORD, M. 1995. Nut pines Yearbook. West Australian Nut and Tree Crops Association. Vol. 19. pp. 56-66.
- CUADROS, S.; FRANCIA, J.R. 1993. *Pinus sabiniana* Dougl. Alternativa productora de piñón comestible y compatibilidad de injertado sobre diversos patrones. Congreso Forestal Español. Lourizan. Ponencias y Comunicaciones. Tomo II.
- DE FERARI, L. 1994. Polilla del brote: Regulación de poblaciones por control biológico. LIGNUM 15. pp 18-19.
- DE LA LAMA G., G. 1982. Atlas del Eucalipto. Tomo V. Ministerio de Agricultura. INIA. ICONA. Madrid, España. 70p.
- DIAMANTOGLOU, S.; PANAGOPOULOS, L.; MUÑOZ-FERIZ, A.; RHIZOPOULOU, S.1990. In vitro studies of embryo growth, callus formation and multiple bud induction of *Pinus pinea* L. Journal of Plant Physiology. Vol. 137. pp. 58-63.
- FERRETTI, M.; UDISTI, R.; BARBOLANI, E. 1993. Mineral nutrients and trace metals in tree rings of *Pinus* sp. Journal of Analytical Chemistry 347 (10/11): 467-470.

- FONSECA, N.; DE AZEVEDO, N. 1990. Contribución al conocimiento y control de las enfermedades de Pino piñonero. Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas. 16 (2): 447-453.
- GALLARDO M., J.; GALLARDO DE PRADO, J. 1991. Cinco estudios sobre injertos en Pino piñonero. ICONA, Madrid. Ecología. n°- 5. pp 197-209.
- GARCÍA DE PEDRAZA, L.; PALLARES QUEROL, M. 1989. El clima y los árboles forestales. Hojas Divulgadoras. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. n° 8, 28 pp.
- GARCÍA-FERRIZ, L.; SERRANO, L.; PARDOS, J.L. 1993. In vitro shoot organogenesis from excised immature cotyledons and microcuttings production in Stone Pine. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. n°- 36 pp. 135-140.
- GIL, L.; ABELLANAS, B. 1989. La mejora genética del Pino piñonero. Montes. Revista de Ámbito Forestal. n° 21, pp. 3-12.
- GIL, L.; ARÁNZAZU, M. 1993. Los pinos como especies básicas de la restauración forestal en el medio Mediterráneo. ICONA, Madrid. Ecología. N° 7. pp. 113-125.
- GOOR, A. 1964. Métodos de plantación forestal en zonas áridas. Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, FAO. Cuadernos de Fomento Forestal n°-16. 256 p.
- GOOR, A.; BARNEY, C. 1976. Forest tree planting in arid zones. 2nd Edition. The Ronald Press Company-New York, USA. 504 p.
- GUEHL, J.M.; MOUSAIN, D; FALCONET, G; GRUEZ, J. 1990. Growth, carbon dioxide assimilation capacity and water-use efficiency of *Pinus pinea* L seedlings inoculated with different ectomycorrhizal fungi. Annales des Sciences Forestières 47 (2): 91-100.
- GUTIÉRREZ, B. 1995. Consideraciones para la viverización y producción de plantas de las especies consideradas en el proyecto de silvicultura no tradicional. INFOR. No publicado. 16 p.
- HETH, D. 1983. Spot Sowing of Mediterranean Pines under Shelter. Tree Planters' Notes. 34(4): U.S. Department of Agriculture. Forest Service. Forestry Division, Agricultural Research Organization, Ilanot, Israel.

- INFOR. 1994. Boletín de precios forestales. Actualizado a Diciembre de 1994 N°39. 105 p.
- INFOR. 1995a. Antecedentes de mercado de Pino piñonero. Manuscrito para ser empleado en su monografía. Programa Nacional de Diversificación Forestal. Convenio INFOR/CONAF. Valdivia, Chile.
- INFOR. 1995b. Boletín de precios forestales. Instituto Forestal n° 53. 34 p.
- LANNER, R.M. 1989. An observation on apical dominance and the umbrella-crown of Italian Stone Pine. *Economic botany* 43 (1): 128-130.
- LANTERI, S.; BELLETI, P.; LOTITO, S. 1993. Storage of Pollen of Norway Spruce and different Pine Species. *Silvae Genética*. Vol. 42, n°- 2-3. pp. 104-109.
- LIPHSCHITZ, N.; MENDEL, Z. 1989. Interactions between hosts and non-hosts of *Pinus* spp. and *Matsucoccus josephi*: anatomical responses of stem infestation. *New Phytologist* 113 (2): 135-142.
- LUNDQUIST, J.E. 1984. The occurrence and distribution of Rhizina Root Rot in South Africa and Swaziland. *South African Forestry Journal*. n° 131, 22-24.
- MARTÍNEZ, J.; ARA, P. ; GONZÁLEZ, I. 1993. Ecuaciones alométricas de tres variables: Estimación del volumen, crecimiento y porcentaje de corteza de las principales especies maderables españolas. Madrid, España. *Investigación Agraria, Sistemas y Recursos Forestales* 2(2): 211-228.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA; ODEPA; SAG; INIA; IREN. 1968. Plan de Desarrollo agropecuario 1965-1980. Unidades de uso agrícola de los suelos de Chile entre la provincia de Aconcagua y Chiloé. Ministerio de Agricultura, ODEPA. Santiago. Chile.
- MIROV, N.T. 1967. The genus *Pinus*. Nueva York, U.S.A. Ronald Press. 602 p.
- MOLINA, M.P. 1991. El Pino piñonero. Un pino para el secano costero e interior. *Renarres* 08 (32): 08-11.
- MONTOYA, J.M. 1990. El Pino piñonero. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 98 p.

- FONSECA, N.; DE AZEVEDO, N. 1990. Contribución al conocimiento y control de las enfermedades de Pino piñonero. Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas. 16 (2): 447-453.
- GALLARDO M., J.; GALLARDO DE PRADO, J. 1991. Cinco estudios sobre injertos en Pino piñonero. ICONA, Madrid. Ecología. n°- 5. pp 197-209.
- GARCÍA DE PEDRAZA, L.; PALLARES QUEROL, M. 1989. El clima y los árboles forestales. Hojas Divulgadoras. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. n° 8, 28 pp.
- GARCÍA-FERRIZ, L.; SERRANO, L.; PARDOS, J.L. 1993. In vitro shoot organogenesis from excised immature cotyledons and microcuttings production in Stone Pine. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. n°- 36 pp. 135-140.
- GIL, L.; ABELLANAS, B. 1989. La mejora genética del Pino piñonero. Montes. Revista de Ámbito Forestal. n° 21, pp. 3-12.
- GIL, L.; ARÁNZAZU, M. 1993. Los pinos como especies básicas de la restauración forestal en el medio Mediterráneo. ICONA, Madrid. Ecología. N° 7. pp. 113-125.
- GOOR, A. 1964. Métodos de plantación forestal en zonas áridas. Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, FAO. Cuadernos de Fomento Forestal n°-16. 256 p.
- GOOR, A.; BARNEY, C. 1976. Forest tree planting in arid zones. 2nd Edition. The Ronald Press Company-New York, USA. 504 p.
- GUEHL, J.M.; MOUSAIN, D; FALCONET, G; GRUEZ, J. 1990. Growth, carbon dioxide assimilation capacity and water-use efficiency of *Pinus pinea* L seedlings inoculated with different ectomycorrhizal fungi. Annales des Sciences Forestières 47 (2): 91-100.
- GUTIÉRREZ, B. 1995. Consideraciones para la viverización y producción de plantas de las especies consideradas en el proyecto de silvicultura no tradicional. INFOR. No publicado. 16 p.
- HETH, D. 1983. Spot Sowing of Mediterranean Pines under Shelter. Tree Planters' Notes. 34(4): U.S. Department of Agriculture. Forest Service. Forestry Division, Agricultural Research Organization, Ilanot, Israel.

- INFOR. 1994. Boletín de precios forestales. Actualizado a Diciembre de 1994 N°39. 105 p.
- INFOR. 1995a. Antecedentes de mercado de Pino piñonero. Manuscrito para ser empleado en su monografía. Programa Nacional de Diversificación Forestal. Convenio INFOR/CONAF. Valdivia, Chile.
- INFOR. 1995b. Boletín de precios forestales. Instituto Forestal n° 53. 34 p.
- LANNER, R.M. 1989. An observation on apical dominance and the umbrella-crown of Italian Stone Pine. *Economic botany* 43 (1): 128-130.
- LANTERI, S.; BELLETI, P.; LOTITO, S. 1993. Storage of Pollen of Norway Spruce and different Pine Species. *Silvae Genética*. Vol. 42, n°- 2-3. pp. 104-109.
- LIPHSCHITZ, N.; MENDEL, Z. 1989. Interactions between hosts and non-hosts of *Pinus* spp. and *Matsucoccus josephi*: anatomical responses of stem infestation. *New Phytologist* 113 (2): 135-142.
- LUNDQUIST, J.E. 1984. The occurrence and distribution of Rhizina Root Rot in South Africa and Swaziland. *South African Forestry Journal*. n° 131, 22-24.
- MARTÍNEZ, J.; ARA, P. ; GONZÁLEZ, I. 1993. Ecuaciones alométricas de tres variables: Estimación del volumen, crecimiento y porcentaje de corteza de las principales especies maderables españolas. Madrid, España. *Investigación Agraria, Sistemas y Recursos Forestales* 2(2): 211-228.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA; ODEPA; SAG; INIA; IREN. 1968. Plan de Desarrollo agropecuario 1965-1980. Unidades de uso agrícola de los suelos de Chile entre la provincia de Aconcagua y Chiloé. Ministerio de Agricultura, ODEPA. Santiago. Chile.
- MIROV, N.T. 1967. The genus *Pinus*. Nueva York, U.S.A. Ronald Press. 602 p.
- MOLINA, M.P. 1991. El Pino piñonero. Un pino para el secano costero e interior. *Renarres* 08 (32): 08-11.
- MONTOYA, J.M. 1990. El Pino piñonero. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 98 p.

- NOVOA S. A., R.; VILLASECA C., S. Editores. 1989. Mapa Agroclimático de Chile. INIA. Santiago. Chile. 221 p. y mapas.
- PARRA, J.L. 1980. Creación de huertos semilleros de pino carrasco e injertos de Pino piñonero sobre Carrasco, en la provincia de Murcia. Boletín de la Estación Central de Ecología 9(18): 15-23.
- PERALTA P., M. 1976. Uso, clasificación y conservación de suelos. Ministerio de Agricultura, Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago. 337 p.
- PERAZA, C. 1964. Estudio de las maderas de coníferas españolas y de la zona norte de Marruecos. Boletín N° 83. Ministerio de Agricultura. Dirección general de montes, caza y pesca fluvial. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias, Madrid, España. 112 p.
- PITA, A. 1967. Tablas de cubicación por diámetros normales y alturas totales. Ministerio de Agricultura. Dirección general de montes, caza y pesca fluvial. Instituto forestal de investigaciones y experiencias, Madrid, España. 73 p.
- RADDI, P.; MITTEMPERGHER, L.; MORIONDO, F. 1979. Testing of *Pinus pinea* and *P. pinaster* progenies for resistance to *Cronartium flaccidum*. Phytopathology 69(6): 679-681.
- RENZONI, G.C.; VIEGI, L. 1991. In vitro sensibility of *Pinus pinaster* and *Pinus pinea* pollen grains to different pH values. Annales de Botanici Fennici 28 (2): 135-142.
- RENZONI, G.C.; VIEGI, L.; STEFANI, A.; ONNIS, A. 1990. Different in vitro germination reponses in *Pinus pinea* pollen from two localities with different levels of pollution. Annales de Botanici Fennici 27 (1): 85-90.
- RODRÍGUEZ, J.A. 1989. Importancia de la micorrización artificial de diversas especies forestales españolas. Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas. 15 (1): 33-41.
- RODRÍGUEZ, G.; RODRÍGUEZ, R. 1981. Las especies de pinaceae cultivadas en Chile. Bosque. Universidad Austral de Chile. Facultad de Cs. Forestales. 4 (1): 25-43.

- SANTIBAÑEZ Q., F; URIBE M., J.M. 1993. Atlas agroclimático de Chile. Regiones sexta, séptima, octava y novena. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Ministerio de Agricultura, Fondo de Investigación Agropecuaria. Corporación Nacional de Fomento. Santiago. Chile. 99 p.
- SERRA, M.T. 1987. Dendrología de Coníferas y otras gimnospermas. Apuntes docentes n° 2. Departamento de Silvicultura, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile.
- STREETS. R. J. 1962. Exotic Forest Trees in the British commonwealth. Clarendon Press - Oxford. 750 p.
- TOIMIL, F. J.; ACOSTA,R. 1993. Aportaciones al conocimiento de la biología de *Acanthlyda hieroglyphica* Christ. (Hym., Pamphilidae), defoliador de repoblaciones de *Pinus pinea* L., en la provincia de Helva. Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas. 19 (1): 43-48.
- USDA, 1974. Seeds of woody plants in the United States. Agricultural Handbook n° 450. Forest Service. US Department of Agriculture. Washington DC. 883 p.
- VANGELISTI, R.; VIEGI, L.; RENZONI, G.C. 1995. Responses of *Pinus pinea* and *Pinus pinaster* seedling roots to substrata at different pH values. Annales de Botanici Fenicci 32 (1): 19-27.
- VIDAL, J. 1962. El Pino y algunas especies de interés económico. Unión Tipográfica Ed. Hispano-Americana (UTEHA). México. 233 p.
- WEBB, D.B.; WOOD, P.J.; SMITH, J.P.; HENMAN, G.S. 1984. A Guide to Species Selection for Tropical and Sub-Tropical Plantations. 2nd edition. Oxford, Gran Bretaña, Commonwealth Forestry Institute. 256 p.
- XIMÉNEZ DE EMBÚN, J. 1959. El Pino piñonero en las llanuras castellanas. Hojas Divulgadoras n° 11. pp. 1-20. Ministerio de Agricultura, Madrid, España.
- YAGÜE, S.1993. Silvicultura y producción de Pino piñonero (*Pinus pinea* L.) en la provincia de Ávila. Congreso Forestal Español. Lourizán. Ponencias y comunicaciones. Tomo II pp 479-484.

ANEXOS

ANEXO I

CUADRO RESUMEN PARA *Pinus pinea*

Ítem	Comentarios	Citas bibliográficas
Distribución	<ul style="list-style-type: none"> • Pino piñonero se ubica entre los 33 y 44 °N, en la Península Ibérica, norte y este del Mediterráneo. En Chile se ha encontrado desde la V Región a la IX 	<p>Webb <i>et al.</i>, (1984) INFOR (1995a)</p>
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> • Árbol de hábito simpódico, de hasta 30 m de alto. Tronco cilíndrico con corteza profundamente surcada. Generalmente se bifurca en un grupo de ramas. Copa típicamente aparasolada 	<p>Serra (1987) Lanner (1989) Montoya (1990)</p>
Aspectos Reproductivos	<ul style="list-style-type: none"> • Florece entre septiembre y noviembre • Los conos maduran en el otoño del tercer año y poseen semillas de testa gruesa que contienen a los piñones, fruto comestible muy apreciado, el cual madura entre septiembre y enero • La diseminación de sus semillas es principalmente por gravedad, debido a su peso y a la rudimentaria • El número de semillas por kilo varía entre 1.200 y 1.400 	<p>García de Pedraza y Pallares (1989)</p> <p>García de Pedraza y Pallares (1989) Crawford (1995)</p> <p>Montoya (1995)</p> <p>Webb <i>et al.</i>, (1984) Gil y Aránzazu (1993)</p>
Aspectos Genéticos	<ul style="list-style-type: none"> • Se le conoce la variedad "fragilis", que posee una delgada y blanda cubierta de la semilla • Al realizar selecciones sucesivas de los mejores clones y efectuar plantaciones injertadas se puede incrementar la producción de frutos en un 32% con respecto a una plantación normal 	<p>Mirov (1967)</p> <p>Catalán (1990)</p>
Requerimientos Ecológicos	<p>Clima:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las precipitaciones varían entre los 400 y 800 mm con régimen de lluvia invernal • La temperatura mínima es de -12 °C y la máxima de hasta 41 °C • La temperatura media anual oscila entre 14 y 18 °C 	<p>Webb <i>et al.</i>, (1984)</p> <p>Montoya (1990)</p> <p>Webb <i>et al.</i>, (1984)</p>

Ítem	Comentarios	Citas bibliográficas
Requerimientos Ecológicos	<p>Suelos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pino piñonero crece en suelo de texturas variables desde arcillo-limoso a franco arenoso, pero no tolera los arcillosos • Se encuentra en suelo de diferentes profundidades, prefiriendo los profundos, con drenaje libre, pH de 4 a 9 y no es muy exigente en cuanto a nutrientes • Crece sobre suelos de origen volcánico, graníticos y derivados de aluviones fluviales 	<p>Cianco <i>et al.</i>, (1986) Montoya (1990)</p> <p>Webb <i>et al.</i>, (1984) Montoya (1990)</p> <p>Cianco <i>et al.</i>, (1986)</p>
	<p>Altitud</p> <ul style="list-style-type: none"> • Su rango de distribución es extenso, presentándose desde los 0-2.500 msnm, aunque es más frecuente hasta los 1.000 msnm 	<p>Webb <i>et al.</i>, (1984) Gil y Abellanas (1989)</p>
Plagas y Enfermedades	<p>Entomológicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Insectos del género Thaumetopea causando defoliaciones y afectando el crecimiento de la especie • Acantholyda hieroglyphica también causa defoliaciones aunque no es muy apreciable • Palaecoccus fuscipennis ha sido una plaga en Huelva (España) que se controla biológicamente con Novius cruentatus y dos especies de dípteros del género Cryptochaetum • Rhyacionia buoliana afecta los brotes de la especie, constituyendo una plaga potencial para Pino piñonero en Chile • Pissodes validirostris ataca los conos en su tercer año de edad causando serios daños cuando es larva y en estado adulto ataca las ramillas nuevas • Una avispa que ataca a las semillas de Pino piñonero es Megastiguns sp., muy controlada por el SAG chileno • Matsucoccus josephi ataca en estado larval originando heridas en la corteza y fuste pero no llegan a adultas en esta especie 	<p>Avtzis (1986) Montoya (1990)</p> <p>Toimil y Acosta (1993)</p> <p>Cadahia (1984)</p> <p>Montoya (1990)</p> <p>De Ferrari (1994)</p> <p>Foure³ (1995)</p> <p>Liphshitz y Mendel (1989)</p>
	<p>Fungosas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un hongo que ataca preferentemente ramas y tronco es Cenagium ferruginosum, que se manifiesta en una clorosis progresiva de las acículas hasta que se secan y caen. También provoca una decoloración de la madera 	<p>Fonseca y de Azevedo (1990)</p>

Ítem	Comentarios	Citas bibliográficas
Plagas y Enfermedades	<ul style="list-style-type: none"> • Lophodermium seditiosum es un hongo que se lo considera como plaga potencial en Chile que puede afectar viveros y plantaciones, ocasionando manchas café-amarillas en la base de las copas • Dothistroma pini puede causar la muerte de los individuos atacados; se observa en la presencia de bandas rojas en las acículas o una decoloración rojiza desde el ápice a la base de ellas • Una especie causante de "escobas de bruja" y que puede finalizar con la muerte de los ejemplares atacados es Elytroderma lusitanicum • La pudrición de raíces es causada por Rhizina undulatam que actúa en presencia de altas temperaturas • Pino piñonero es altamente susceptible al ataque de Cronartium flaccidum, que se evidencia por manchas en la acículas • En la etapa de vivero un complejo de hongos, llamado Damping-off puede atacar el cuello de las plántulas causando la caída y mortalidad de estas 	<p>Fonseca y De Azevedo (1990)</p> <p>Fonseca y De Azevedo (1990)</p> <p>Fonseca y De Azevedo (1990)</p> <p>Lundquist (1984)</p> <p>Raddi <i>et al.</i>, (1979)</p> <p>Webb <i>et al.</i>, (1984)</p>
Silvicultura y Manejo	<p>Regeneración Natural:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pino piñonero regenera en dunas a los 80 a 120 años • Al ser una especie pionera, se favorece la regeneración una vez que el suelo ha sido quemado o labrado, y cuando existe competencia • Rebrotó abundantemente de tocón después de una quema <p>Viverización:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pinus pinea presenta una producción abundante de semillas cada 3 o 4 años • La colecta de semillas debe realizarse entre otoño y fines de invierno • Los porcentajes de germinación varían entre el 98 y 25% sin tratamiento pregerminativo, acelerándose el proceso remojando las semillas uno a dos días en agua fría • La siembra se realiza en otoño o a fines de invierno-comienzos de primavera, en bolsas de polietileno, en contendedores o directamente en las platabandas, ya sea en surcos o al voleo • Se considera a las plántulas de 1 año adecuadas para el establecimiento en tierra agrícola y de 2 o más para arena 	<p>Fonseca y De Azevedo (1990)</p> <p>Montoya (1990)</p> <p>INFOR (1995a)</p> <p>Goor y Barney (1976)</p> <p>USDA (1974)</p> <p>USDA (1974) Goor y Barney (1976)</p> <p>Montoya (1990) Goor y Barney (1976)</p> <p>Montoya (1990);</p>

Ítem	Comentarios	Citas bibliográficas
Silvicultura y Manejo	Plantación: • Debe realizarse en los meses de junio y agosto, a una densidad de 4 x 4 (625 árboles/ha) que es ideal para la producción de frutos	Montoya (1990)
Tratamiento	Tratamientos silviculturales: • Se recomienda repoblar con siembra directa. Como es una especie pionera, puede realizarse después de una tala rasa	Ximénez de Embún y González (1959) Heth (1993)
	Raleos: • Se propone realizar el primer raleo a los 15 años, dejando 600-700 árb/ha desde una densidad inicial de 2.500 a 3.000 árboles y el segundo a los 30 a 40 años dejando 300 árboles por hectárea. • Sin embargo, existe información controvertida al respecto, pues se propone realizar un claro a los 20 años dejando una densidad de 250 a 275 árboles/ha y un raleo a los 40 años dejando 125 a 140 árboles /ha	Goor y Barney (1976) Yagüe (1993)
	Podas: • Se recomienda efectuar una primera poda cuando el árbol alcanza un diámetro de 12-15 cm (generalmente a los 3-4 m de altura) y de repetirlas cada 5 a 10 años. Se suspenden cuando los árboles poseen 8 a 10 m de altura total	Montoya (1990)
Cosecha de frutos	• Esta se realiza en otoño-invierno en forma manual o mecanizada	Goor y Barney (1976)
Uso frutal	• La semilla es semejante a la almendra y es utilizado en repostería y pastelería a nivel internacional	INFOR (1995a)
Uso de la madera	• Se emplea en carpintería, construcciones y postes de minas; también en construcciones livianas, cajas leña y carbón	Peraza (1964)
	• Se ha mencionado su uso en revestimientos interiores, molduras y madera aserrada	Webb <i>et al.</i> (1984)

**ANTECEDENTES DASOMÉTRICOS DE UN ÁRBOL DE
PINO PIÑONERO EN SUELO DE TRUMAO CON RIEGO**

Edad (años)	DAP (cm)	Altura (m)	Volumen (m³)
10	7,5	4,3	—
20	17,6	9,7	0,12
30	41	15	1,10
40	71,9	18	3,59
50	84,3	20,8	5,62
60	90,8	23,3	7,44
70	98,1	26,4	9,42
75	101,3	27,2	10,44

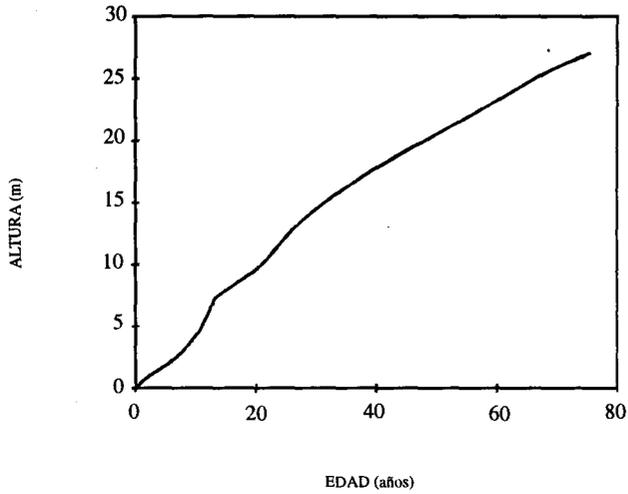
**ANTECEDENTES DASOMÉTRICOS DE PINOS PIÑONEROS
EN LA LOCALIDAD DE PEÑUELAS**

EDAD (años)	DAP (cm)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m³ ssc)
1	0,00	0,11	0,0000
2	0,00	0,73	0,0000
3	0,00	1,36	0,0000
4	0,21	1,98	0,0000
5	0,92	2,60	0,0057
6	1,87	3,22	0,0061
7	3,00	3,84	0,0070
8	4,27	4,46	0,0088
9	5,62	5,07	0,0119
10	7,03	5,68	0,0167
11	8,45	6,29	0,0233
12	9,87	6,90	0,0320
13	11,24	7,50	0,0429
14	12,55	8,11	0,0560
15	13,80	8,71	0,0710
16	14,96	9,31	0,0877

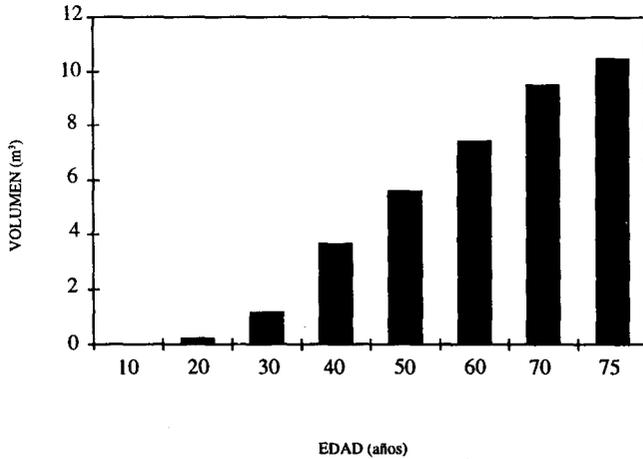
**ANTECEDENTES DASOMÉTRICOS DE PINOS PIÑONEROS
EN LA LOCALIDAD DE PEÑUELAS**

EDAD (años)	DAP (cm)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m³ ssc)
17	16,03	9,91	01061
18	17,02	10,50	0,1257
19	17,92	11,09	0,1463
20	18,74	11,69	0,1679
21	19,51	12,27	0,1903
22	20,23	12,86	0,2139
23	20,93	13,45	0,2389
24	21,64	14,03	0,2660
25	22,39	14,61	0,2968
26	22,93	15,19	0,3227
27	23,47	15,77	0,3507
28	24,01	16,34	0,3803
29	24,55	16,92	0,4114
30	25,09	17,49	0,4441
31	25,63	18,06	0,4785
32	26,17	18,63	0,5146
33	26,71	19,19	0,5525
34	27,25	19,75	0,5921
35	27,79	20,32	0,6336
36	28,33	20,88	0,6769
37	28,87	21,43	0,7222
38	29,41	21,99	0,7695
39	29,95	22,54	0,8187
40	30,49	23,09	0,8700

VARIACIÓN DE LA ALTURA EN FUNCIÓN DE LA EDAD



EVOLUCIÓN DEL VOLUMEN COMERCIAL DE UN ÁRBOL



**ANEXO III
RESUMEN DE COSTOS**

COSTOS DE ESTABLECIMIENTO

ÍTEM		UNID	PP4011	PP4012	PP4013
Roce	Mano de obra	\$/ha	4.908	22.086	58.896
	Ropa seguridad	\$/ha	65	216	475
	Materiales	\$/ha	80	265	731
	Total	\$/ha	5.052	22.567	30.101
Reducc. desechos		\$/ha	0	0	60.101
Cortafuego		\$/ha	9.843	10.937	12.030
Cercos	Mano de obra	\$/ha	15.460	23.190	39.264
	Ropa seguridad	\$/ha	204	227	317
	Materiales	\$/ha	17	19	26
	Insumos	\$/ha	41.086	45.652	49.702
	Total	\$/ha	56.768	69.088	89.309
Preparación suelos	Surcado con bueyes	\$/ha	0	6.986	0
	Tractor Agrícola	\$/ha	0	0	12.870
Plantación	Mano de obra	\$/ha	2.789	5.113	8.764
	Ropa seguridad	\$/ha	37	50	71
	Materiales	\$/ha	29	40	57
	Insumos	\$/ha	101.250	112.500	124.403
	Fletes	\$/ha	1.800	2.450	3.100
	Total	\$/ha	105.905	120.152	136.395
Control de Conejos	Total	\$/ha	4.354	4.838	5.322
Fertilización	Mano de obra	\$/ha	2.454	3.681	4.908
	Ropa seguridad	\$/ha	32	36	40
	Materiales	\$/ha	13.500	25.500	41.250
	Insumos	\$/ha	2	2	2
	Total	\$/ha	15.986	29.219	46.198
Control de malezas Post plantación puntual	Maquinaria	\$/ha	1.227	1.841	4.908
	Ropa seguridad	\$/ha	14	16	34
	Materiales	\$/ha	7	8	17
	Insumos	\$/ha	7.686	8.541	9.395
	Total	\$/ha	8.934	10.405	14.355

COSTOS DE MANEJO

ÍTEM		UNID	PP4011	PP4012	PP4013
Desbroce	Mano de obra	\$/ha	0	12.884	26.994
	Ropa seguridad	\$/ha	0	126	218
	Materiales	\$/ha	0	140	242
	Total	\$/ha	0	13.149	27.454
Primera poda	Mano de obra	\$/ha	3.063	4.594	6.125
	Ropa seguridad	\$/ha	13	14	16
	Marcación	\$/ha	1.914	2.880	3.828
	Materiales	\$/ha	9	10	11
	Total	\$/ha	4.999	7.499	9.981
Raleo a desecho	Mano de obra	\$/ha	4.908	7.362	9.816
	Ropa seguridad	\$/ha	29	32	36
	Materiales	\$/ha	112	124	135
	Total	\$/ha	5.049	7.519	9.986
Segunda poda	Mano de obra	\$/ha	6.145	9.217	12.270
	Ropa seguridad	\$/ha	26	29	32
	Materiales	\$/ha	40	43	48
	Total	\$/ha	6.211	9.289	12.350
Tercera poda	Mano de obra	\$/ha	3.063	4.594	6.125
	Ropa seguridad	\$/ha	13	14	16
	Marcación	\$/ha	963	1.436	1.914
	Materiales	\$/ha	20	21	24
	Total	\$/ha	4.059	6.065	8.079
Raleo comercial	Mano de obra	\$/ha	7.706	11.558	15.411
	Ropa seguridad	\$/ha	123	137	151
	Materiales	\$/ha	472	524	568
	Total	\$/ha	8.301	12.219	16.130

COSTOS DE MANTENCIÓN

ÍTEM		UNID	PP4011	PP4012	PP4013
Costos mantención	Cortafuego	\$/ha	7.340	7.875	8.411

COSTOS DE ADMINISTRACIÓN

ÍTEM	UNID	PP4011	PP4012	PP4013
Supervisión	\$/ha	1.469	1.632	1.795
Seguro incendios, heladas y daño por viento	\$/ha	2.921	3.246	3.571

COSTOS DE PROTECCIÓN FORESTAL

ÍTEM	UNID	PP4011	PP4012	PP4013	
Control y combate de incendios	\$/ha	2.570	2.856	3.142	
Guardería	\$/ha	2.203	2.448	2.693	
Control plagas y enfermedades	Control de conejos	\$/ha	4.354	4.838	5.322

COSTOS DE COSECHA

ÍTEM		UNID	PP4011	PP4012	PP4013
Cosecha frutos años 15-20	Mano de obra	\$/ha	40.896	61.344	81.792
	Ropa seguridad	\$/ha	539	599	658
	Total	\$/ha	41.435	61.943	82.450
Clasificación y ensacado años 15-20	Mano de obra	\$/ha	29.448	44.172	58.896
	Ropa seguridad	\$/ha	384	432	474
	Total	\$/ha	29.832	44.604	59.370
Cosecha frutos años 20-40	Mano de obra	\$/ha	68.166	102.249	136.332
	Ropa seguridad	\$/ha	899	1.000	1.097
	Total	\$/ha	69.065	103.249	137.429
Clasificación y ensacado años 20-40	Mano de obra	\$/ha	49.080	73.620	98.160
	Ropa seguridad	\$/ha	640	720	790
	Total	\$/ha	49.720	74.340	98.950
Volteo	Mano de obra	\$/ha	27.751	41.626	55.501
	Ropa seguridad	\$/ha	165	184	202
	Materiales	\$/ha	632	702	773
	Total	\$/ha	28.548	42.512	56.476
Madereo		\$/ha	312.199	336.826	370.508
Construcción de caminos		\$/ha	331.155	367.950	404.745
Campamentos		\$/ha	32.400	36.000	39.600

ANEXO IV
INGRESOS POR PRODUCTOS

INGRESOS POR PRODUCTO MADERERO

Productos	Primer Raleo			Cosecha		
	Porcentaje (%)	Volumen m ³ /ha	Ingresos \$/ha	Porcentaje (%)	Volumen m ³ /ha	Ingresos \$/ha
PP4011 Madera aserrable	43	11,3	115.674	68	92	941.845
Madera pulpable	57	15,1	83.725	32	44	242.642
Total	100	26,5	199.399		136	1.184.488
PP4012 Madera aserrable	43	11,3	105.161	68	92	855.876
Madera pulpable	57	15,1	76.114	32	44	222.200
Total	100	26,5	181.275		136	1.078.076
PP4013 Madera aserrable	43	11,3	94.648	68	92	770.316
Madera pulpable	57	15,1	68.502	32	44	199.980
Total	100	26,5	163.151	100	136	970.296

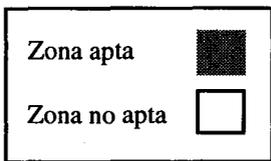
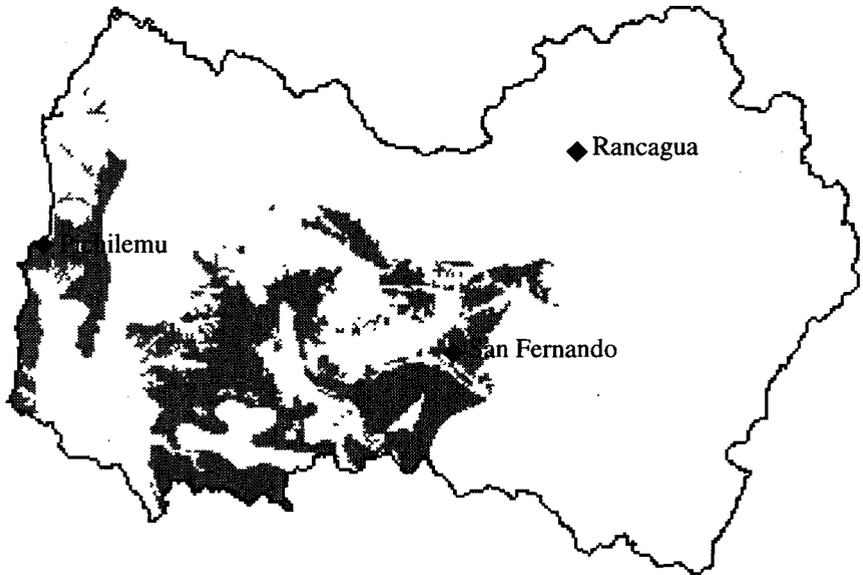
INGRESOS POR PRODUCCIÓN DE SEMILLAS

Años	PP4011		PP4012		PP4013	
	Cantidad Kg/ha/año	Ingresos \$/ha	Cantidad Kg/ha/año	Ingresos \$/ha	Cantidad Kg/ha/año	Ingresos \$/ha
0-15	0	0	0	0	0	0
15-20	600	277.200	600	252.000	600	226.800
20-40	1.000	462.000	1.000	420.000	1.000	378.000
Total	1.600	739.200	1.600	672.000	1.600	604.800

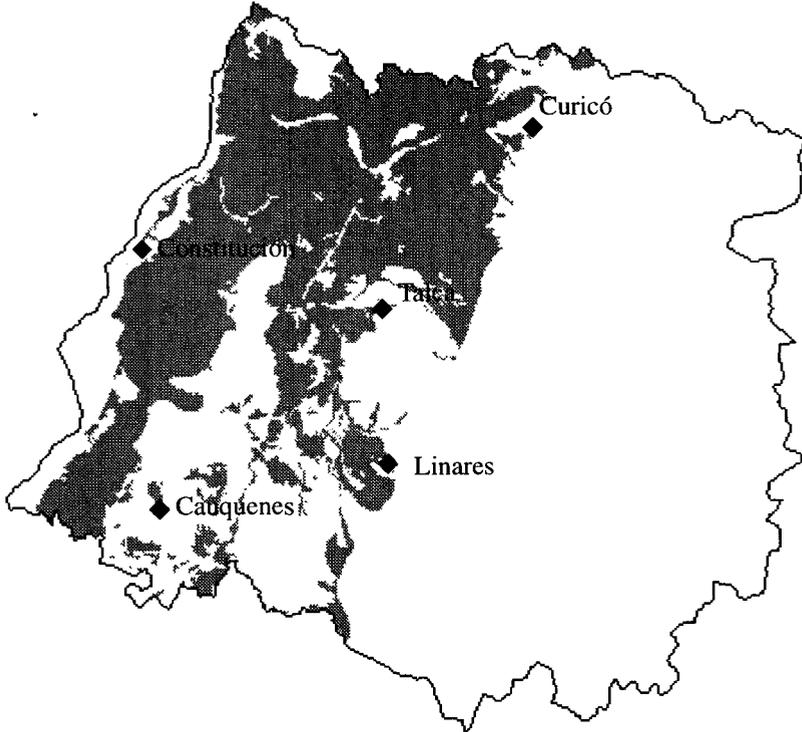
ANEXO V

**ILUSTRACIÓN DE LAS ÁREAS POTENCIALES
REGIONALES**

**DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE PINUS PINEA
VI REGIÓN**



DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE PINUS PINEA VII REGIÓN



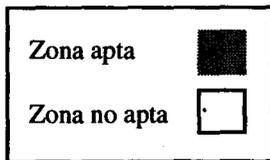
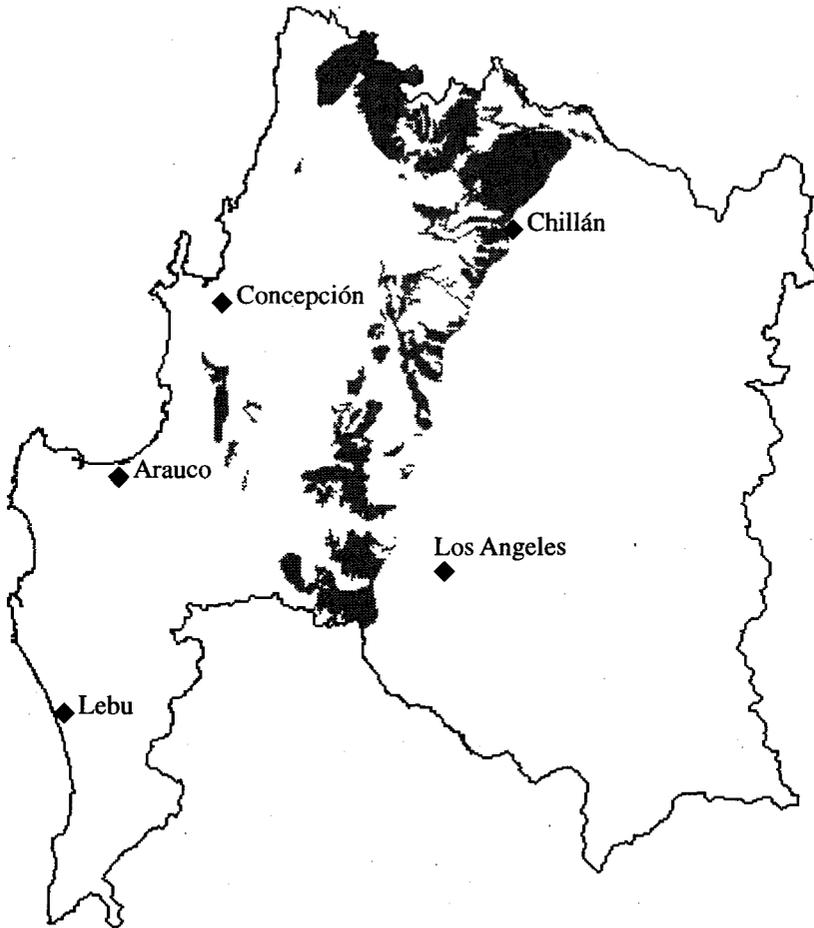
Zona apta



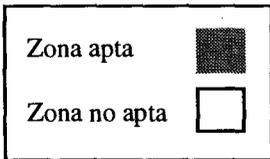
Zona no apta



**DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE PINUS PINEA
VIII REGIÓN**



**DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE PINUS PINEA.
IX REGIÓN**



PINO

piñonero

Para mejorar el potencial económico de la actividad silvícola del país, el Ministerio de Agricultura dio inicio el año 1994 a una campaña de Diversificación, la cual se materializó con la creación de un programa específico llevado a cabo por CONAF.

Su propósito ha sido generar una Política Nacional de Diversificación, cuyo principal objetivo se orienta a optimizar el uso económico del suelo sobre la base de la ampliación de las opciones de cultivo y de esta forma integrar con propiedad la actividad forestal a la segunda fase del modelo exportador chileno.

En lo social se procura la integración de nuevos sectores a las actividades y beneficios que proporciona el desarrollo forestal diversificado, provocando positivos impactos ambientales por la vía de incrementar la superficie arbolada del territorio nacional.

La diversificación es en suma un proceso de ampliación a gran escala de nuevas opciones de cultivo forestal destinados a mejorar la capacidad productora y exportadora del país, en el marco que fija el uso sustentable de los recursos naturales renovables.

