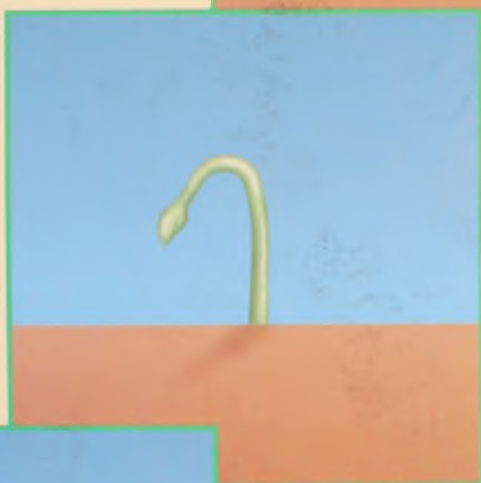




**INFOR**  
INSTITUTO FORESTAL



0001385



Monografía de Pino piñonero  
(*Pinus pinea*)

Monografía de Pino piñonero  
*(Pinus pinea)*

**SILVICULTURA DE ESPECIES NO TRADICIONALES:  
UNA MAYOR DIVERSIDAD PRODUCTIVA**

**PROYECTO FINANCIADO POR FONSIPI-FIA**

**MONOGRAFIA DE  
PINO PIÑONERO  
*PINUS PINEA***

AUTORES:

VERÓNICA LÖEWE M.  
MANUEL TORAL I.  
CLAUDIA DELARD R.  
CLAUDIA LOPEZ L.

**- INFOR -**

**SANTIAGO, MAYO 1996.**

## INDICE

1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1 Descripción del arbol	1
1.2 Distribución	2
1.3 Aspectos reproductivos	6
1.4 Aspectos genéticos	9
2. REQUERIMIENTOS ECOLOGICOS	11
2.1 Suelos	11
2.2 Clima	11
2.3 Altitud	12
3. PLAGAS Y ENFERMEDADES	13
3.1 Abióticas	13
3.2 Bióticas	13
3.2.1 Entomológicas	13
3.2.2 Fungosas	16
3.3 Exigencias para internación de semillas	17
3.4 Recomendaciones acerca de las enfermedades fungosas	18
4. SILVICULTURA Y MANEJO	19
4.1 Propagación	19
4.1.1 Regeneración natural	19
4.1.2 Regeneración artificial	20
4.1.2.1 Colecta de semillas	20
4.1.2.2 Almacenamiento	20
4.1.2.3 Tratamientos pregerminativos	20
4.1.2.4 Siembra	21
4.1.2.5 Cultivo in vitro	23
4.1.2.6 Siembra Directa	25
4.1.3 Propagación vegetativa	26
4.2 Establecimiento	28
4.2.1 Plantación	28
4.2.2 Densidad de plantación	29
4.2.3 Fertilización	29
4.2.4 Control de malezas	29
4.3 Manejo	30
4.3.1 Crecimiento y Productividad	30
4.3.2 Tratamientos silviculturales	38

5. PRODUCCION	41
5.1 Madera	41
5.1.1 Características y clasificación	41
5.1.2 Usos de la madera	42
5.2. Mercado	42
5.3. Precios	43
5.3.1 Madera	43
5.3.2 Frutos	44
6. EVALUACION ECONOMICA	45
6.1 Antecedentes generales	45
6.2 Marco de evaluación	45
6.3 Supuestos básicos	46
6.3.1 Indicadores económicos	46
6.3.2 Valor de la jornada de trabajo	46
6.4 Esquema de manejo propuesto	47
6.5 Costos directos	51
6.5.1 Costos de establecimiento	51
6.5.2 Costos de manejo	51
6.5.3 Costos de cosecha	51
6.5.4 Costos de administración	51
6.5.5 Costos de mantención	52
6.5.6 Costos de protección forestal	52
6.6 Valor de los productos	52
6.7 Resultados	53

## BIBLIOGRAFIA

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Distribución mundial de pino piñonero	3
Cuadro 2: Antecedentes sobre la superficie total de pino piñonero en España	4
Cuadro 3: Distribución de pinos piñoneros encontrados en Chile	5
Cuadro 4: Fenología de pino piñonero	6
Cuadro 5: Antecedentes de producción de frutos de pino piñonero	8
Cuadro 6: Antecedentes de producción de frutos de pino piñonero según diámetro y edad	8
Cuadro 7: Análisis nutricional de piñones	9
Cuadro 8: Procedencia y porcentajes de germinación en vivero para <b>Pinus pinea</b>	22
Cuadro 9: Porcentaje de germinación in vitro de polen fresco y polen probado después de 24 meses de almacenaje	24
Cuadro 10: Antecedentes de injertos realizados con <b>Pinus pinea</b>	27
Cuadro 11: Tabla de crecimientos anuales, altura total y altura dominante para cuatro clases de sitio	30

Cuadro 12: Tabla de crecimientos anuales máximos altura	31
Cuadro 13: Valores medios, mínimos y máximos de la muestra	32
Cuadro 14: Volúmenes obtenidos para pino piñonero según DAP y altura	32
Cuadro 15: Antecedentes dasométricos de un árbol creciendo en la zona de Lautaro (IX Región) en suelo trumao con riego	33
Cuadro 16: Concentración de metales en anillos de un árbol de <b>Pinus pinea</b>	37
Cuadro 17: Cantidades calculadas de elementos en los anillos de <b>Pinus pinea</b> de 32 años	37
Cuadro 18: Evolución del volumen maderable de una hectárea de <b>Pinus pinea</b>	38
Cuadro 19: Tratamientos silviculturales propuestos para pino piñonero	38
Cuadro 20: Propiedades físicas de la madera de <b>Pinus pinea</b>	41
Cuadro 21: Propiedades mecánicas de la madera de <b>Pinus pinea</b>	42
Cuadro 22: Precios en mercados locales	43
Cuadro 23: Precios de trozas de <b>Pinus pinea</b>	43
Cuadro 24: Valor bruto de la jornada de trabajo	47
Cuadro 25: Esquema de manejo para <b>Pinus pinea</b>	48
Cuadro 26: Esquema de manejo para <b>Pinus pinea</b>	49
Cuadro 27: Esquema de manejo para <b>Pinus pinea</b>	50
Cuadro 28: Precios de productos de pino piñonero a orilla de camino	53
Cuadro 29: Resultados evaluación pino piñonero	54

#### INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Gráfico de altura comercial/volumen comercial	34
Figura 2: Dap y altura en función de la edad- zona 1	35
Figura 3: Dap y altura en función de la edad- zona 2	35
Figura 4: Dap y altura en función de la edad- zona 3	36

#### INDICE DE ANEXOS

Anexo I: Fotos de pino piñonero	
Anexo II: Antecedentes de crecimiento de pino piñonero provenientes de análisis de tallo realizado	
Anexo III: Fichas técnicas	
Anexo IV: Resumen de costos	
Anexo V: Ingresos por productos	
Anexo VI: Flujos de fondo con y sin bonificación	
Anexo VII: Valor potencial del suelo ( $\$/m^3$ )	
Anexo VIII: Valor potencial del suelo (Miles $\$/ha$ )	
Anexo IX: Cuadro resumen	

## PINUS PINEA

### 1. ANTECEDENTES GENERALES

#### 1.1 DESCRIPCION DEL ARBOL

*Pinus pinea*, comunmente llamado pino piñonero, pertenece a la división de las gimnospermas, clase coniferópsida, orden coniferales, familia Pináceae 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 paragua cuando adulto. De acuerdo con Debazac cit. Lanner (1989) el tronco, 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 Kozlowski cit. Lanner (1989) atribuye la forma de copa aparasolada a una pérdida de dominancia apical en los primeros años; este último autor demostró en plántulas de 2-4 años que existe un mayor crecimiento en los brotes laterales que en los apicales.

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 ó 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. Las ramillas son escamosas con muchos cilios, café-amarillentas (Rodríguez y Rodríguez, 1981).

Presenta un fuste cilíndrico con corteza gris profundamente surcada (Montoya, 1990); y de forma pobre (Webb et al, 1984).

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 a dos o tres) en el extremo apical de las ramas (Crawford, 1995). Tardan tres 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 muy agradable (Carnevale,

1955), lo 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).

Recientemente se ha tenido información de que debido a los altos costos de cosecha, la mayoría de los frutos comercializados en Europa provendrían de Turquía (Loewe<sup>1</sup>, 1996).

Presenta utilidad al ambiente como proporcionador de sombra y de protección, como 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 DISTRIBUCION

El área de distribución natural de la especie es controvertida, pues el hecho de ser sus piñones comestibles ha contribuido a su expansión desde la antigüedad en puntos muy diversos (Gil y Abellanas, 1987). USDA (1974) menciona que ha sido ampliamente cultivada desde antes de 1660. Sin embargo 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) opina que la distribución natural de esta especie corresponde a la Península Ibérica, norte y este del Mediterráneo (33-44°N).

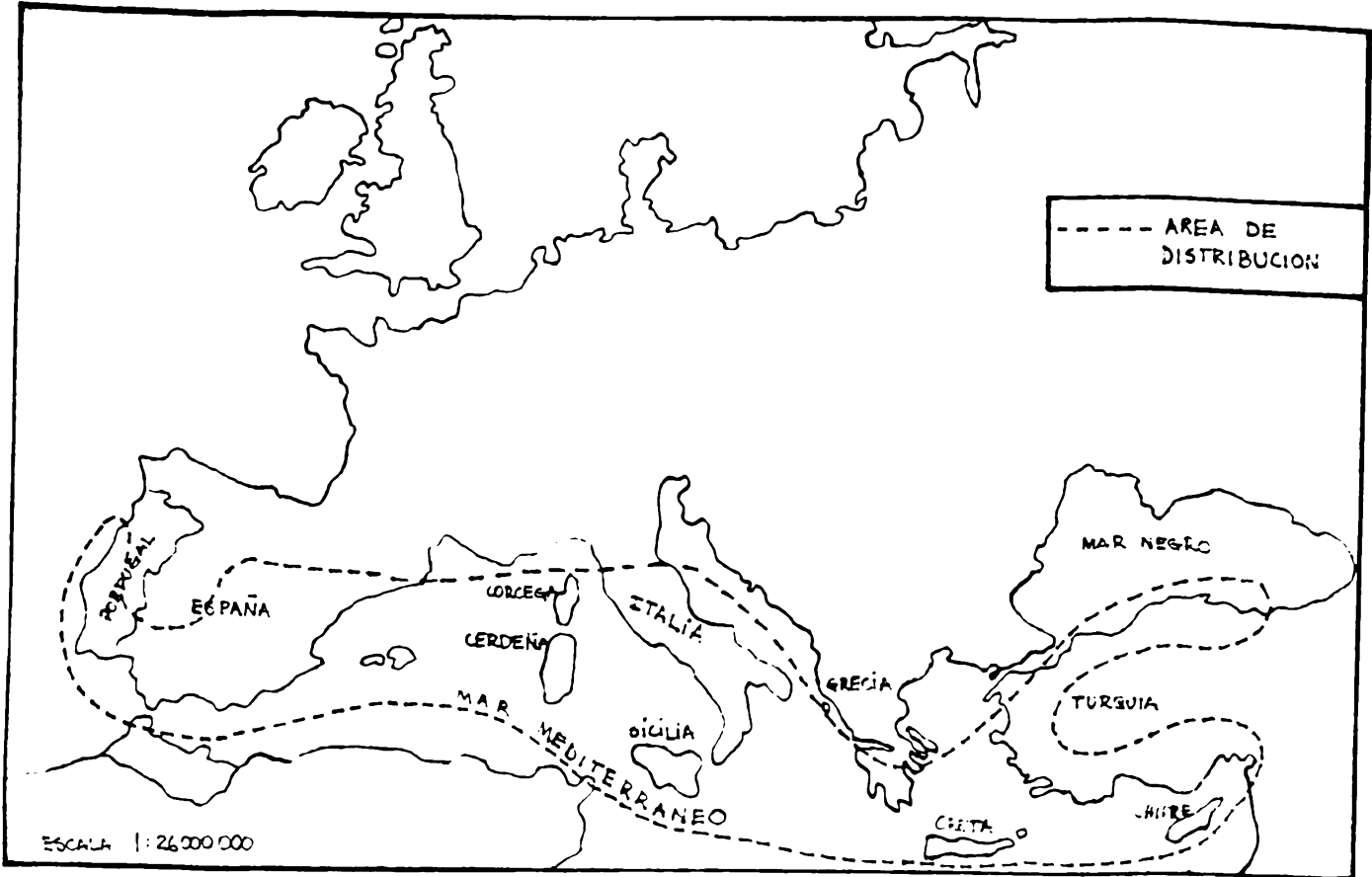
Actualmente se acepta como distribución de esta especie la Península Ibérica (España y Portugal), costa del Mediterráneo y noreste de Turquía. En Italia se encuentra en Cerdeña y Sicilia, y también se ha observado en las islas Creta y Chipre (USDA, 1974). Por su parte, Serra (1987) afirma que se encuentra 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 mucho por repoblación artificial. FAO cit. 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.

---

<sup>1</sup> Verónica Loewe M., 1996. Ingeniero Forestal. Instituto Foerstal. Comunicación personal.

## CUADRO 1

### DISTRIBUCION MUNDIAL DE PINO PIÑONERO



Fuente: Elaboración propia, INFOR, 1996.

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 de la especie 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, 1991). En el cuadro 1 se observa el mapa de distribución mundial de pino piñonero y en el cuadro 2 se aprecian algunos antecedentes referentes a la superficie total de *Pinus pinea* en España.

CUADRO 2

ANTECEDENTES SOBRE LA SUPERFICIE TOTAL DE PINO PIÑONERO EN ESPAÑA

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

Fuente: Inventario Nacional Forestal cit. Montoya (1990)

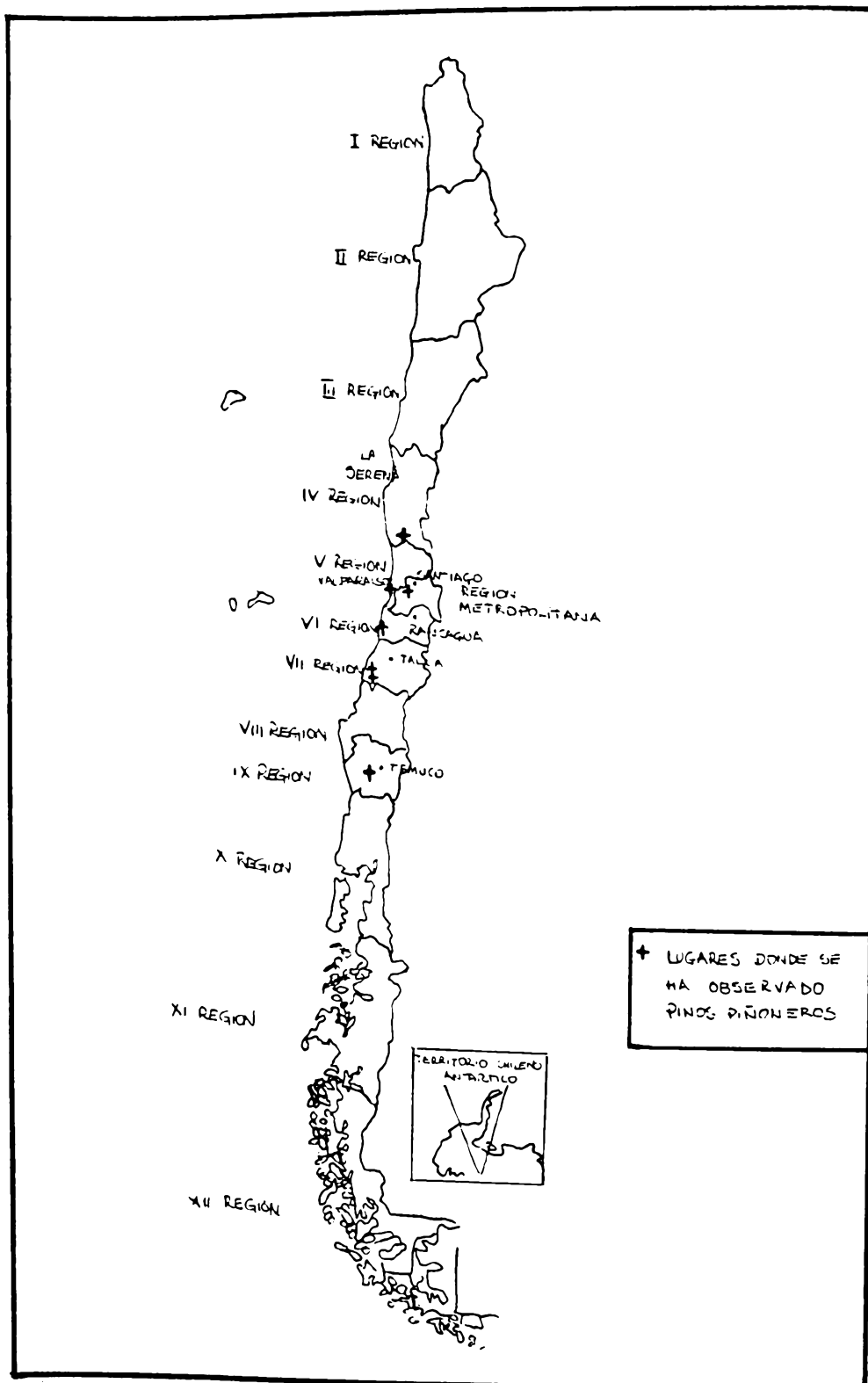
En Chile, actualmente se conserva un bosque en la Reserva Forestal Federico Albert (VII Región) con más de 700 individuos. Sus características no son muy alentadoras, en lo referente a la producción de frutos principalmente, debido al escaso espaciamiento y a falta de manejo adecuado (Molina, 1991). 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 (Carrasco<sup>2</sup>, 1995).

En el cuadro 3 se observan los puntos donde se encuentra la especie en Chile.

<sup>2</sup>Rogers Carrasco, 1996. Técnico Forestal. Instituto Forestal. Comunicación personal.

CUADRO 3

DISTRIBUCION DE PINOS PIÑONEROS ENCONTRADOS EN CHILE



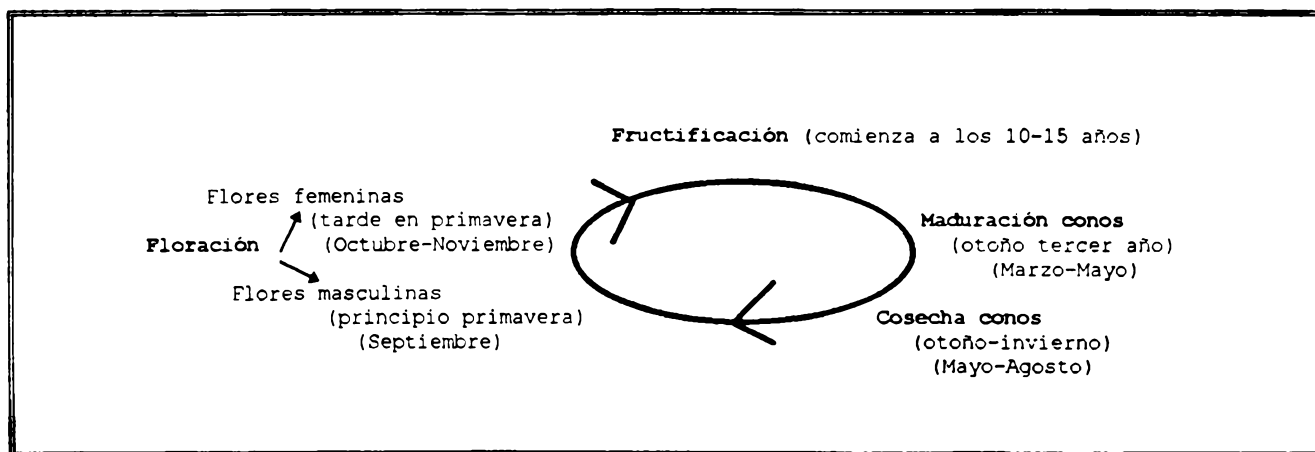
Fuente: Elaboración propia, 1996

### 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 piñas entre otoño y comienzos de invierno. Una vez maduros los conos, caen del árbol con las semillas (Crawford, 1995) (Ver cuadro 4).

CUADRO 4

#### FENOLOGIA DE PINO PIÑONERO



Fuente: 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 Prada, 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 Prada, 1993).

Pino piñonero empieza a producir frutos a los 15-20 años aproximadamente y se tiene una cosecha abundante cada 3-4 años (Goor y Barney, 1976; Enginar<sup>3</sup>, 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 años. Al respecto, Ximenez de Embún (1959), afirma que a los 25 años comenzará a producir con verdadero rendimiento, es decir, cuando el árbol cuente con 20 cm de diámetro. Los buenos rendimientos de producción se mantienen hasta los 50 años, declinando posteriormente casi hasta 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 semillas cada uno, y que se puede obtener hasta 1000 kg de semillas por hectárea con un distanciamiento de árboles de 6 x 6 m (277 arb./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 1.000 kg de semillas; esto corresponde a 100 a 200 kg de piñón limpio (Enginar<sup>4</sup>, 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 1000-1300 kg de semillas limpias (Vidal, 1962). Goor y Barney (1976) estima que la producción promedio de semillas es de 120-160 kg por hectárea/año, cantidad notoriamente menor que la señalada por los dos autores anteriores. En el cuadro 4 se resumen estos antecedentes.

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

Webb et al (1984), al igual que Gil y Prada (1993), señalan que el número de semillas por kg varía entre 1.200 y 1.400. Goor y Barney (1976) amplían este rango a 1000-1600 semillas por kg (cuadro 5).

En el cuadro 6 se observa la producción de frutos de pino piñonero a distintas edades y diámetros.

---

<sup>3</sup> Ayhan Enginar, 1996. Primer Secretario de la Embajada de Turquía. Comunicación personal.

<sup>4</sup> Ayhan Enginar, 1996. Primer Secretario de la Embajada de Turquía. Comunicación personal.

CUADRO 5

ANTECEDENTES DE PRODUCCION DE FRUTOS DE PINO PIÑONERO

ITEM		AUTOR
INICIO PRODUCCION DE FRUTOS	10 años 15-20 años 8-20 años	Crawford, 1995 Goor y Barney, 1976 Ximénez de Embún, 1959)
PRODUCCION POR ARBOL	250 conos (90 semillas cada uno)	Molina, 1991
OBTENCION DE PIÑONES POR CADA 100 KG DE CONOS	22,7 kg 20 kg	Ximénez de Embún, 1959) Crawford, 1995
PRODUCCION SEMILLAS POR HECTAREA	1000 kg (227 árb./ha) 600 - 1400 kg 500 - 1500 kg (100 árb./ha)	Molina, 1991 Vidal, 1962 Crawford, 1995
Nº SEMILLAS POR KILO	1000 - 1600 1200 - 1400	Goor y Barney, 1976 Webb et al, 1984; Gil y Aranzazu, 1993

Fuente: Elaboración propia, INFOR 1996.

CUADRO 6

ANTECEDENTES DE PRODUCCION DE FRUTO DE PINO PIÑONERO SEGUN  
DIAMETRO Y EDAD

DIAMETRO (cm)	EDAD (años)	PRODUCCION NORMAL POR PIE (kg piña)	PRODUCCION 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.

La cosecha de los conos se puede realizar en forma manual, colectándolos de los árboles en pie o aprovechando las piñas caídas al suelo si ésta tiene lugar cuando están maduras (Gutiérrez<sup>3</sup>, 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 7 se observa el análisis nutricional de éste.

**CUADRO 7**  
**ANÁLISIS NUTRICIONAL DE PIÑONES**

COMPONENTE	CANTIDAD	UNIDAD
Proteínas	24,0	%
Grasa	34,8	%
Cenizas	4,7	%
Humedad	8,0	%
H.de C.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 como 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

<sup>3</sup> Braulio Gutiérrez, 1995. Ingeniero Forestal. INFOR Concepción. Comunicación personal.

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 Avila y Salamanca en España (Montoya, 1990). Crawford (1995) señala que es cultivada por sus características y que se da bien 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 lo que se refiere a 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 cuanto a 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 dos 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 las características.

En montes poblados y maduros ya existentes 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 ECOLOGICOS

### 2.1 SUELOS

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 arenocalcáreos, 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 estos, 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; Enginar<sup>5</sup>, 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 m.s.n.m. (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 m.s.n.m. no crece bien debido a las bajas temperaturas invernales (Foure<sup>6</sup>, 1995).

---

<sup>5</sup> Ayhan Enginar, 1996. Primer Secretario de la Embajada de Turquía. Comunicación personal.

<sup>6</sup> Ney Foure, 1995. Ingeniero Agrónomo. Comunicación personal.

### 3. PLAGAS Y ENFERMEDADES

#### 3.1 ABIOTICAS

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 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 BIOTICAS

##### 3.2.1 ENTOMOLOGICAS

Los insectos que atacan a pino piñonero son los siguientes.

- *Thaumetopea wilkinsoni* y *T.pityocampa* Schiff.

La especie es fuertemente atacado por *Thaumetopea wilkinsoni* (oruga) (Webb et al, 1984). La procesionaria del pino (*T. pityocampa* Schiff) también la ataca en la región mediterránea formando los conocidos bolsos blancos de los pinos, produciendo defoliaciones a veces muy intensas que dañan el crecimiento y la vitalidad del árbol (Avtzis, 1986 y 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 coccidélido predador **Novius cruentatus** Muls. y dos especies de dípteros endoparásitos del género *Cryptochaetum* Rond., *C. buccatum* Hendel y *C. jorgepastori*. Estos mantienen el equilibrio a las poblaciones de *Palaecoccus*, impidiéndole ocasionar daños mayores (Cadahia, 1984).

- **Rhyacionia buoliana** Schiff. (Evetria)

Insecto que ataca sobretodo 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 de gran importancia 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 a las larvas de los primeros estadios de desarrollo de este insecto 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 cuatro a cinco temporadas, se constata un alto nivel de parasitismo el que puede superar el 80% de las larvas de polilla existentes en el

lugar, lo que hace caer fuertemente el daño que este insecto puede causar (de Ferrari, 1994).

- **Pissodes validirostris** Gyll. (Pisodes)

**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.).

- **Megastigmus** sp.

En todo el bajo Mediterráneo habita la avispa de semillas de pino piñonero, que correponde a una especie del género *Megastigmus*; en España no se encuentra presente, pero el SAG de Chile se preocupa fuertemente de este insecto cuando se realizan importaciones de semillas (Foure<sup>7</sup>, 1995).

- **Dioryctria mendacella** Stgr.

"*Dioryctria*" es un insecto que también ataca los conos pero causa menores daños que *Pisodes*, aunque la apariencia indica lo contrario, pues deja los orificios sucios de excrementos, 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).

- **Matsucoccus josephi**

Bodenheimer y Neumark cit. 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 alcanzan su estado siguiente y ninguna pasa a 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.

---

<sup>7</sup> Ney Foure, 1995. Ingeniero Agrónomo. Comunicación personal.

### 3.2.2 FUNGOSAS

*Pinus pinea* es susceptible al damping-off en vivero (Webb et al, 1984). Este 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 en 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, el cual es una plaga potencial en Chile, 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 de arriba 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 "bandas 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 tener en consideración 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 algunas veces la malformación de "escobas de bruja", finalizando con la muerte de las plantas afectadas. Es un hongo sistémico en el

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. 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 INTERNACION DE SEMILLAS

El Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) de Chile exige para la internación de especies en forma de semillas, que vengan con el Certificado Fitosanitario Oficial del país de origen, en el cual deberán 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<sup>8</sup>, 1996).

---

<sup>8</sup> Orlando Morales V. 1996. Ingeniero Agrónomo. Director Depto. Protección Agrícola de SAG. Comunicación personal.

### 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 la 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, en algunos simbiontes segregan sustancias antibióticas inhibidoras de hongos nocivos. Las micorrizas también pueden ser usadas en el combate de las enfermedades, y para ambas situaciones es necesario conocer los hongos micorrizados en la naturaleza, las condiciones favorables de su presencia y determinar los mecanismos simbiotes más eficaces. Se pueden mencionar algunos hongos micorrízicos como *Rhizopogon luteolus* Fr. ex Nordh, *Pisolithus tinctorius* (Minch. ex Pers.) Simb. 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 sobretodo 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. 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 CO<sub>2</sub>, lo que podría ser importante en la sobrevivencia de las plantas después de la plantación.

## 4. SILVICULTURA Y MANEJO

### 4.1 PROPAGACION

#### 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 donde no hay competencia vegetacional. Al respecto, Montoya (1990), opina que un pinar de pino piñonero es capaz de regenerar normalmente entre los 80 y 120 años, aproximadamente.

Ximénez de Embún y González (1959) proponen como primera actividad para producir la regeneración natural la preparación del suelo bajo el fustal maduro. Después de esta actividad, 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 recogida de frutos durante 3 o 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. Como cuidados este autor menciona que deben defenderse 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 por el tipo de 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 en el suelo se hace difícil, sobretodo en suelos compactos, por lo que suele ser muy útil remover el suelo o realizar alguna labor superficial (Op cit.).

Por último, este mismo autor menciona que como se trata de una especie pionera no resiste la competencia de la vegetación preexistente; al contrario, un suelo incendiado 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**

Si se van a colectar conos para obtener semillas, es de suma importancia que al momento de recolección 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 el color de los conos como criterio para determinar su madurez: estos son verdes antes de madurar y se tornan café castaño en estado maduro (Goor, 1964).

A medida que los conos se van recolectando se pueden extender 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 de conos es muy lento, por lo que se recomienda realizar un secado artificial.

Es importante que las semillas a sembrar sean frescas y 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 periodo de hasta 18 años usando este tipo de almacenamiento.

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

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

### **4.1.2.3 Tratamientos pregerminativos**

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 %; pero se pueden mejorar los resultados remojando uno a dos días las semillas en agua fría (temperaturas mayores a 25°C durante

la germinación inducen dormancia); Heth (1983) y Webb et al (1984), también proponen el tratamiento anterior antes de realizar la siembra, ocurriendo la germinación 13-23 días, en cambio Ximénez de Embún y González (1959) opina que este remojo debe durar una semana.

Por otra parte, Pastor<sup>8</sup> (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. Por otra parte, semillas sin tratamiento pregerminativo puestas en los mismos recipientes a 18° C y 22 días de duración del ensayo alcanzan una capacidad germinativa de 98% con una energía germinativa de 88 % en 14 días (USDA, 1974). Esto indicaría que la especie no requiere de tratamientos pregerminativos para lograr una buena germinación de las semillas.

#### 4.1.2.4 Siembra

La siembra puede efectuarse en otoño o a fines del invierno - comienzo de la 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<sup>9</sup>, 1995).

Goor y Barney (1976) consideran que las plántulas de 1 año son adecuadas para el establecimiento en tierra agrícola, y de 2 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.

---

<sup>8</sup> Jaime Pastor, 1995. Técnico Forestal. Encargado vivero INFOR. Comunicación personal.

<sup>9</sup> Braulio Gutiérrez. Ingeniero Forestal. INFOR Concepción. Comunicación personal.

Montoya (1990) afirma que actualmente se usan 3-4 kg de semillas/ha, para lograr unas 1.200-2.500 plantas/ha; con anterioridad se recomendaban muchos más (hasta 50 kg según Goor y Barney, 1976). 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 que sea menor la velocidad de germinación.

Carnevale (1955) indica que la germinación media al sembrar a una profundidad de dos 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 tres meses pueden ser trasplantadas exitosamente a terreno.

El Instituto Forestal realizó como parte del proyecto "Investigación sobre la Silvicultura de especies no tradicionales: una mayor diversidad productiva", una siembra en el mes de Noviembre de 1992, utilizando semillas de siete 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 dos temporadas de vivero se obtuvieron plántulas de aproximadamente 50 cm (Pastor<sup>10</sup>, 1995). La germinación obtenida se observa en el cuadro 8.

#### CUADRO 8

##### PROCEDENCIA Y PORCENTAJES DE GERMINACION EN VIVERO PARA PINUS PINEA

PROCEDENCIA	UBICACION GEOGRAFICA		% DE GERMINACION
Slovenia	Yugoslavia	46°16' N 13°55' E	51,6
Lombardia	Italia	45°28' N 9°8' E	43,2
Toscana	Italia	43°36' N 10°40' E	58,8
Andalucia 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, 1995.

<sup>10</sup> Jaime Pastor, 1995. Encargado vivero INFOR. Comunicación personal.

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 1540 semillas/kg), lo que significa cubiertas proporcionalmente más gruesas, y por lo tanto una menor capacidad de hidratación que el resto de las semillas en un período de remojo de igual duración (Gutiérrez<sup>11</sup>, 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.

---

<sup>11</sup> Braulio Gutiérrez, 1995. Ingeniero Forestal. INFOR Concepción. Comunicación personal.

Por otra parte, García Ferriz *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 GERMINACION IN VITRO DE POLEN FRESCO Y POLEN PROBADO DESPUES DE 24 MESES DE ALMACENAJE

	Polen fresco	Polen almacenado	
		-18°C	-196°C
Pinus pinea	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, por lo que es conveniente no almacenar el polen, o buscar otras alternativas 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 Viegli, 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 y González (1959) y Heth (1983), recomiendan establecer la regeneración usando este método.

En la preparación del suelo se debe extraer la vegetación natural, quemando o 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 nazcan las plántulas 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 y González, 1959).

Con respecto a tratamientos pregerminativos y época de siembra, se recomiendan los mismos descritos en los puntos 4.1.2.3 y 4.1.2.4.

Heth (1983) recomienda que antes de sembrar las semillas, éstas 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 una 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 vasos plásticos invertidos (shelters) en sitios cultivados y preparados, es un método exitoso (rangos entre 70 y 90 % de sobrevivencia) y de costo efectivo de forestación con **Pinus pinea** en Israel y California. Además es una alternativa mejor 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 pero sin sembrar) de 1,40 m a 1,60 m. Se siembran 50 kgs de semillas por hectárea (Ximénez de Embún y González, 1959). Si la planta emerge cuando hay condiciones adversas, es conveniente poner sobre los surcos una capa de acículas de pino, que las 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 (Op cit.).

#### 4.1.3 Propagación vegetativa.

Gil y Abellanas (1989) mencionan que la principal técnica para propagar vegetativamente pino piñonero es el injerto. Hay varios tipos pero el más usado es el de "sustitución de guía terminal", que consiste en 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. Esta generalmente es una yema terminal en reposo vegetativo, o al comienzo de su crecimiento.

Catalán (1990) también 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 resulta difícil buscar una alternativa interesante. Plantea la posibilidad de dedicarlos a la producción de piñón utilizando injertos de *Pinus pinea* sobre patrón de pino carrasco (*Pinus halepensis*), ya que mediante esta técnica se espera que las plantaciones comiencen a producir beneficios a los pocos años de su implantación.

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). En relación a los ensayos realizados, y que se continúan ejecutando, se tiene que 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 3 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. Estos se realizaron 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 productivo 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 la da Balaguerías (1971), quien no sólo menciona que la dificultad reproductiva se supera, sino que también la topofisis (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 periodos 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 esta, 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	Epoca de realización (*)	% de prendimiento	Fecha de control
P.pinea/P.pinea	26-28 Mayo 1970	70,0	1/12/1970
P.pinea/P. pinaster	24 Mayo 1967	16,0	1/12/1967
P.pinea/P.pinea	1-5 Mayo 1968	45,8	1/11/1968
P.pinea/P.pinea	24-26 Mayo 1969	59,2	16/12/1969

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

## 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.

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, lo que conduce a una pobre 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.

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 de haber hecho la plantación 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.

#### 4.2.2 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 o los que con mayor frecuencia escasean en los suelos forestales. Frecuentemente se fertiliza antes de la preparación del suelo de modo que los nutrientes queden disponibles a las raíces de las plantas. Sin embargo, sólo se recomienda realizar una fertilización si se va a preparar el suelo y sembrar algún cereal o pasto (Montoya, 1990).

#### 4.2.4 Control de malezas

Se debe realizar una limpieza de la vegetación competidora durante los dos primeros años, antes de que la vegetación a eliminar se seque. En suelos arenosos basta con un arado al año; en suelos más densos pueden ser necesarios dos (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 (Foure<sup>12</sup>, 1995).

---

<sup>12</sup> Ney Foure. Ingeniero Agrónomo. Comunicación personal.

## 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 m<sup>3</sup>/ha/año (Webb et al, 1984), pero Goor y Barney (1976) y Montoya (1990) opinan que es aún menor, siendo en promedio de 2 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/ha/año y en rotaciones de 100 años, de unos 6,7 m<sup>3</sup>/ha/año (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 (Tomado de Montoya, 1990). Habitualmente, la clase de calidad de sitio I 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	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	11,2	0,142	7	8,1	0,069	4	5
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	5,1	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 MAXIMOS 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).

Pino piñonero tiene un crecimiento inicial muy lento, como es lo habitual en muchas especies mediterráneas. 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).

Martínez et al. (1993) obtuvieron funciones de volúmen 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.

$$\bullet Vc.c = 0,056395 \cdot d^{1,94361} \cdot h^{0,92797}$$

$$R^2 = 0,9615$$

Vc.c = Volumen unitario del fuste con corteza (dm<sup>3</sup>)

R<sup>2</sup> = Coeficiente de correlación

d = DAP (cm)

h = Altura total (m)

$$\bullet Iv = 0,006623 \cdot d^{1,18719} \cdot h^{0,86325} \cdot id^{0,83132}$$

$$R^2 = 0,8864$$

Iv = Crecimiento anual del volumen del fuste sin corteza (dm<sup>3</sup>/año)

d = DAP (cm)

h = Altura total (m)

id = Crecimiento diametral anual (mm)

**CUADRO 13**

**VALORES MEDIOS, MINIMOS Y MAXIMOS DE LA MUESTRA**

N° Arboles	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
1.844	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 (dm<sup>3</sup>).

La ecuación aplicada es la siguiente:

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

V = volumen en decímetros cúbicos (dm<sup>3</sup>)

D = DAP en cm

H = altura total en m

**CUADRO 14**

**VOLUMENES OBTENIDOS PARA PINO PIÑONERO SEGÚN  
DAP Y ALTURA**

DAP (cm)	Alturas (m)												
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
	Volumen maderable con corteza (dm <sup>3</sup> )												
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	1040	
34				466	559	653	747	842	937	1033	1129	1178	
36				522	627	733	839	946	1053	1161	1270	1324	
38				582	700	818	937	1056	1177	1298	1419	1481	
40				646	776	908	1040	1173	1308	1443	1578	1647	
42						1003	1149	1297	1446	1596	1747	1822	2052
44							1265	1428	1592	1758	1924	2008	2262
46								1746	1928	2112	2205	2484	

Fuente: Pita (1967).

En la zona de Lautaro (IX Región) se volteó un individuo de 75 años, con una altura total de 27,2 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 diámetro 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 DASOMETRICOS DE UN ARBOL CRECIENDO EN LA ZONA DE LAUTARO (IX REGION) CRECIENDO EN SUELO DE TRUMAO CON RIEGO

EDAD (Años)	DAP (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN DE UN ARBOL * (m3 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

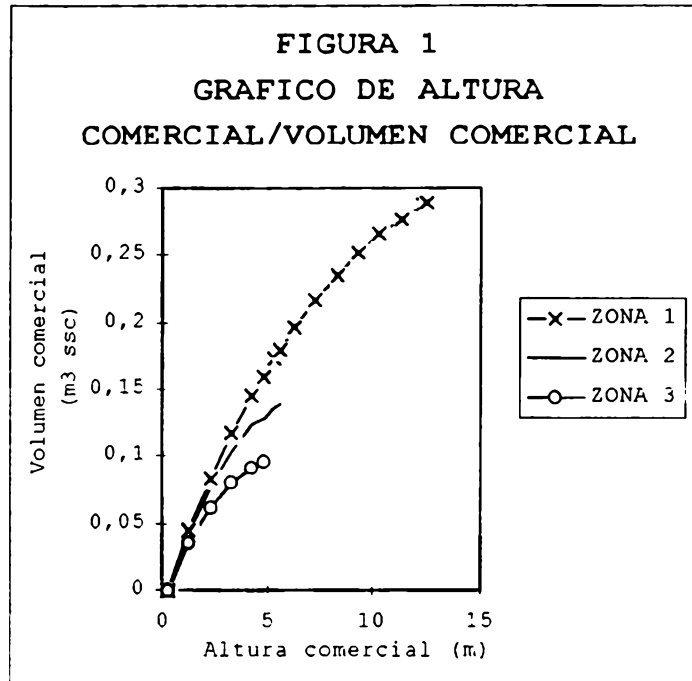
\*: Volumen sin corteza obtenido por Smalian hasta un diámetro de 10 cm  
Fuente: Infor, 1996.

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 y otros antecedentes del análisis de tallo realizado se aprecian en el anexo 2).

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:

- Zona 1: 5 árboles, podados en 1993 y mezclados con pino insigne a distintos espaciamientos (4 x 3 m; 5 x 3 m).
- Zona 2: 2 árboles ubicados en exposición norte, sin manejo y aislados entre la vegetación natural.
- Zona 3: 2 árboles dentro de una plantación a una densidad de 3 x 3 m., no manejados y ubicados en exposición sur.

El volumen comercial obtenido es variable según la zona estudiada, observándose que el área manejada es la que tiene los mayores volúmenes. Esto indicaría la importancia de realizar algún tipo de manejo en estas plantaciones para favorecer la producción maderera (Ver figura 1).



Fuente: Infor, 1996.

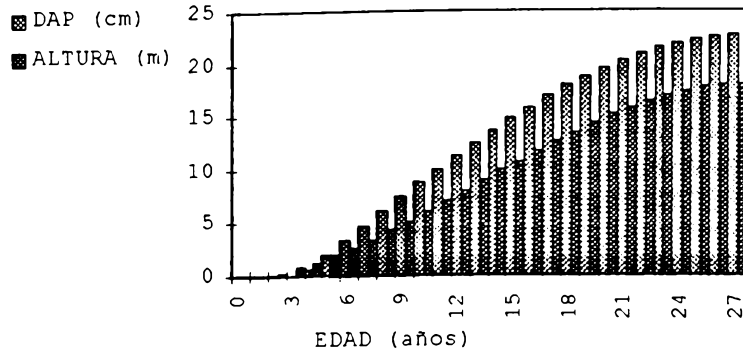
El espesor de corteza es bastante variable con respecto a la altura, no existiendo una clara tendencia de disminución. Sin embargo, en general, pino piñonero tiene una corteza más bien gruesa.

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 (Anexo 2).

En las figuras 2, 3 y 4 se presenta el comportamiento del DAP y de la altura total del análisis de tallo realizado, para cada una de las zonas definidas. Ambas variables experimentan un aumento progresivo. 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. Los detalles de los resultados obtenidos se observan en el anexo 2.

FIGURA 2

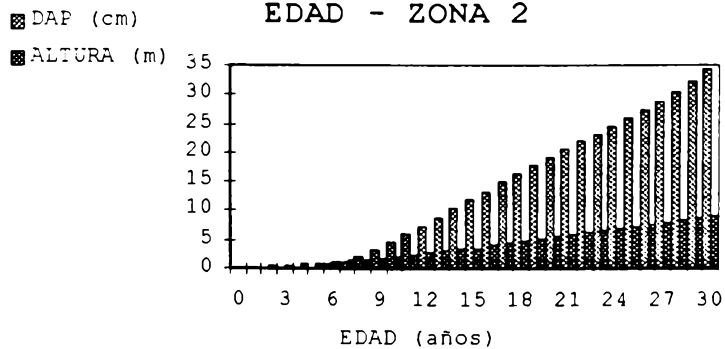
DAP Y ALTURA EN FUNCION DE LA  
EDAD - ZONA 1



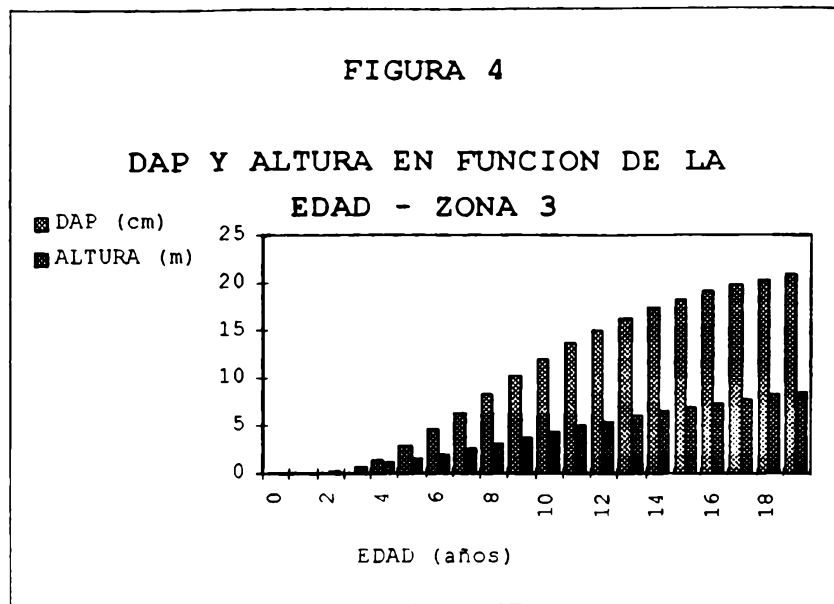
Fuente: Infor, 1996.

FIGURA 3

DAP Y ALTURA EN FUNCION DE LA  
EDAD - ZONA 2



Fuente: Infor, 1996.



Fuente: Infor, 1996.

En un estudio realizado por Ferretti *et al.*(1993), se determinó la cantidad de Ca, Mg, y otros macro, micronutrientes y elementos traza en los anillos de un árbol de 32 años, creciendo en el sur de Sardeña, Italia, con el objetivo de verificar la existencia de una relación entre el crecimiento diamétrico del fuste, y las concentraciones y cantidades de elementos. En el cuadro 15 se observa que los niveles de K y Na muestran una tendencia de aumento irregular pero progresivo con el tiempo; no es evidente un aumento de Al, Pb, Cd, Zn y Rb, y con respecto a Mg y Mn la tendencia es poco clara. Esto indica que la concentración de elementos en los anillos del árbol pueden estar influenciados por las fluctuaciones de crecimiento (por ejemplo anillos más anchos ó angostos).

Además, en el cuadro 16 se observan los datos de concentración de los elementos transformados en sus cantidades totales (concentración por gramo (en  $\mu\text{g}$ ) de cantidad total de madera de grosor unitario para la sección del árbol).

CUADRO 16

CONCENTRACION ( $\mu\text{g/g}$  d.w.\*) DE METALES EN ANILLOS DE UN ARBOL 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
1965-69	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

\*  $\mu\text{g/g}$  d.w.: microgramos por gramo de madera seca  
Fuente: Ferretti et al. (1993).

CUADRO 17

CANTIDADES CALCULADAS ( $\mu\text{g}$ ) DE LOS ELEMENTOS EN LOS ANILLOS DE ARBOL 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	2432	703	619	884	105	165	3,62	52	3,26	1,54	25,3	10,9
1965-69	5337	1958	1009	2019	217	363	8,26	127,5	6,02	1,89	69,1	21,9
1970-74	3733	1225	708	1663	280	329	62,31	198,0	5,33	2,06	146,3	23,8
1975-79	1344	466	835	922	280	157	37,16	196,6	10,39	1,63	88,3	17,0
1980-84	1539	555	871	1310	321	157	8,98	109,0	11,07	3,56	59,2	21,3
1985-86	667	368	1491	1161	194	70	17,19	187,0	15,98	6,09	53,6	19,2

Fuente: Ferretti et al. (1993).

Con respecto a la productividad, en España en rotaciones de 50 años se puede obtener un volumen maderable de  $143 \text{ m}^3/\text{ha}$  a una densidad final de 130 árboles por hectárea (Ximénez de Embún, 1959). La productividad de *Pinus pinea* a distintos espaciamientos y edades se presenta en el cuadro 18.

CUADRO 18

EVOLUCION DEL VOLUMEN MADERABLE DE UNA HECTAREA DE PINUS PINEA

Diámetro (cm)	Edad (años)	Altura de fuste (m)	Volumen de un árbol (m <sup>3</sup> )	Nº árboles por ha.	Marco (m)	Volumen existente por ha. (m <sup>3</sup> )	Volumen extraído (m <sup>3</sup> )
5	7	-	-	-	-	-	-
10	12	2,0	0,015	1.670	2 x 3	25,050	12,600
15	18	3,5	0,050	830	4 x 3	41,500	20,700
20	25	5,0	0,120	416	4 x 6	49,920	-
25	36	6,5	0,230	416	4 x 6	95,680	-
30	46	7,5	0,350	416	4 x 6	145,600	-
35	58	8,5	0,530	208	8 x 6	110,240	55,780
40	70	9,0	0,710	208	8 x 6	147,680	-
45	85	9,5	0,950	130	8 x 12	123,500	72,400
50	105	10,0	1,100	130	8 x 12	143,000	-
						Total:	161,480

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 19 se propone un esquema de manejo silvicultural para pino piñonero con objetivo de producción frutal.

CUADRO 19

TRATAMIENTOS SILVICULTURALES PROPUESTOS PARA PINO PIÑONERO

EDAD (años)	TRATAMIENTO GENERAL
0-20	Consolidación del repoblado. Portejer del ganado.
20	Clareo, si es necesario. Densidad a dejar: 250-275 árboles por hectárea
20-40	Poda de formación, favorece ramillas periféricas (las fructíferas).
40	Raleo. Dejar 125-140 árboles/ha.
40-60	Olivación de copa* (cada 10 años).

\*: Olivación de copas se refiere a una poda de las copas con el fin de facilitar la posterior cosecha de los frutos.

Fuente: Yagüe, 1993.

- **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 árb./ha y menciona que es habitual el aplicar la primera poda con esta intervención. A veces se puede realizar uno a edad temprana dejando no más de 1.600 árboles/ha. Yagüe (1993) recomienda hacer un raleo a los 20 años para disminuir la densidad a 250-275 árboles/hectárea.

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 para conducirla a un futuro mejor y en las mejores condiciones económicas. Para esto, deben dejarse siempre para el futuro los mejores árboles, los dominantes y de amplia copa, y entre ellos los mejores productores de fruto. Por otra parte, no debe extraerse más de 1/3 del área basal inicialmente presente, que corresponde aproximadamente a la mitad de los árboles, pero 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 y facilitar la recolección de las piñas (poda de formación), y aumentar la producción de éstas (poda de fructificación) (Montoya, 1990).

Dada la escasa talla del árbol (es favorable para la recogida de las piñas que el fuste no sea demasiado largo) y que la mejor madera y el 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, de modo de conseguir 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, efectuandolas a ras del tronco, sin desgarraduras y nunca en ramas demasiado gruesas (mayores a 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, de modo 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 dependen más de la calidad del sitio y la densidad de plantación que de la edad de los árboles. Posteriormente, las podas 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 .

Las podas 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, de modo de desprender los conos del árbol. La cosecha también puede realizarse mecánicamente usando agitadores de árboles, técnica que está siendo introducida en Italia (Crawford, 1995).

Esta se realiza en otoño-invierno (Goor y Barney, 1976).

## 5. PRODUCCION

### 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 mm<sup>2</sup> 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 20 y 21 respectivamente.

#### CUADRO 20

##### PROPIEDADES FISICAS DE LA MADERA DE PINUS PINEA

PROPIEDADES FISICAS	UNIDADES	VALORES MEDIOS
Humedad: punto de saturación	%	40
Densidad al 12% (peso específico aparente)	gr/cm <sup>3</sup>	0,57
Contracción total	%	12
Dureza: resistencia a la penetración del cuchillo	gr	1,7

Fuente: Peraza, 1964.

El peso específico de la madera es de 545 - 773 kg/m<sup>3</sup> (Carnevale, 1955). Debido a su densidad presenta un aserrado fácil, pero es de pobre durabilidad natural y sólo se utiliza en construcciones ligeras (INFOR, 1995). 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 21

### PROPIEDADES MECANICAS DE LA MADERA DE PINUS PINEA

PROPIEDADES MECANICAS	UNIDADES	VALORES MEDIOS
Carga de rotura a la flexión estática al 12 % de humedad	kg/cm <sup>2</sup>	1,003
Carga de rotura a la flexión dinámica al 12 % de humedad	kg/cm <sup>2</sup>	980
Carga de rotura a la tracción perpendicular a las fibras al 12 % de humedad	kg/cm <sup>2</sup>	20
Carga de rotura a la compresión axial al 12 % de humedad	kg/cm <sup>2</sup>	370

Fuente: Peraza, 1964.

#### 5.1.2. USOS DE LA MADERA

Los usos que tiene la madera de pino piñonero son más bien exigüos, dadas sus condiciones de crecimiento más bien lento y de forma del fuste bastante pobre. Se emplea en carpintería, construcciones y postes de minas (Pedraza, 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 (Pedraza, 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, 1995). Crawford (1995) afirma que las principales áreas de producción son España (Huelva) e Italia (Marque, Toscana, Abruzzo). Al respecto, Foure<sup>13</sup> (1995) menciona que Taiwan 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.

<sup>13</sup> Ney Foure, 1995. Ingeniero Agrónomo. Comunicación personal.

### 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 empleando el método de homologación, mediante el cual se compara esta especie con el *P. radiata* (de mercado conocido) en los tipos de productos más transados en el país. A continuación se presenta un cuadro de precios normales para madera dimensionada y elaborada puesta en barracas de la V Región. Se considera 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, 1995).

CUADRO 22

#### PRECIOS EN MERCADOS LOCALES (\$/m<sup>3</sup>)

ESPECIE	Madera dimensionada			Madera elaborada		
	1992	1993	1994	1992	1993	1994
Pino radiata (V Región)	62395	67579	71818	68045	72459	76921

Fuente: INFOR, 1995.

De acuerdo a la serie de precios de trozas de *P. radiata* (INFOR, 1994) el precio de trozas pulpables es de \$7.590/m<sup>3</sup>; de \$14.295/m<sup>3</sup> para trozas aserrables y de \$31.325/m<sup>3</sup> para chapas, puesto en cancha comercial.

Los valores de trozas pulpables, aserrables y para chapas corresponden a las regiones VIII (Bio-Bio) y X (Valdivia) respectivamente. Se supone un costo de transporte promedio de \$2.169/m<sup>3</sup> para trozas pulpables y de \$4.992/m<sup>3</sup> 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 23.

CUADRO 23

#### PRECIOS DE TROZAS DE PINUS PINEA

PRODUCTO	PRECIO (\$/m <sup>3</sup> )
Troza Pulpable	5.421
Troza Aserrable	9.303
Troza para Chapa	26.333

Fuente: INFOR, 1995.

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, 1995).

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 pesos) y en los mercados (Valadolid específicamente), el kg de semillas limpias alcanza un valor de 4.000 pesetas, lo que equivale a \$12.680 pesos (Foure<sup>14</sup> 1995).

En Santiago se venden piñones en paquetes de 100 g con un valor de \$2.150 pesos (Infor, 1996).

---

<sup>14</sup> Ney Foure, 1995. Ingeniero Agrónomo. Comunicación personal.

## 6. EVALUACION ECONOMICA

### 6.1 ANTECEDENTES

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

### 6.2 MARCO DE EVALUACION

La evaluación económica realizada 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; uno optimista que presenta una situación de costos bajos de establecimiento, manejo y administración, y precios altos de los productos; un escenario normal donde se evalúa a costos y precios probables, y un escenario pesimista que evalúa a 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 acojerse al beneficio reembolsa el 75% de los costos de administración y de las dos 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 correspondería a una densidad de 830 plantas por hectárea en la VI región, considerándose ésta como una situación media debido a que la especie se propone para las regiones V a VII.

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 ya que permite comparar económicamente, distintas edades de rotación al evaluar bajo el concepto de rotaciones infinitas. Este no considera el valor comercial del suelo y se define de la siguiente forma:

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

donde,

R: rotación de la especie  
i: tasa de actualización  
VAN: valor presente neto

Este se interpreta como el precio máximo a pagar por el suelo de manera de obtener una renta igual a cero; por lo tanto si el VES es mayor que el valor comercial del terreno la rentabilidad del proyecto es positiva; en caso contrario (VES menor al valor comercial) la rentabilidad es negativa.

En los resultados se analiza este indicador gráficamente para los diferentes escenarios evaluados, de manera de mostrar el área en la cual el inversionista puede alcanzar distintos niveles de utilidades, según el sitio donde se encuentre la plantación.

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

### 6.3 SUPUESTOS BASICOS

#### 6.3.1 Indicadores económicos

Los valores utilizados se expresan en pesos (\$) chilenos, actualizados al 20 de Mayo de 1996, fecha en que regían los siguientes valores referenciales:

Unidad de Fomento (UF): \$ 12.757,6  
Dólar observado (US\$): \$ 408,93

#### 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 optimista: el costo de la mano de obra equivale al salario mínimo legal, cuyo valor alcanza los \$ 65.500 mensuales correspondientes a 24 jornadas.
- Escenario normal: el costo de la mano de obra corresponde al salario moda pagado por la empresas forestales a nivel nacional.
- Escenario pesimista: el costo de la mano de obra equivale a salario máximo pagado por las empresas forestales a nivel nacional.

De acuerdo a los tres escenarios se consideraron los costos de mano obra por jornada según escenario. Estos se aprecian en el cuadro 24.

**CUADRO 24**  
**VALOR BRUTO DE LA JORNADA DE TRABAJO**

<b>COSTO / JORNADA</b>		
<b>(\\$)</b>		
<b>costo alto</b>	<b>costo medio</b>	<b>costo bajo</b>
5.458	4.094	2.729

#### 6.4 ESQUEMA DE MANEJO PROPUESTO

Se propone un manejo de tipo monte alto (es decir originado 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 25, 26 y 27 para cada uno de los escenarios).

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

Es importante destacar que el raleo del año 8 no se considera comercial 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 2), considerando como volumen aserrable aquel proveniente de trozas de hasta 15 cm de diámetro y el volumen pulpable el que se obtiene desde los 15 hasta los 10 cm de diámetro.

De acuerdo al esquema de manejo se evaluaron tres esquemas de manera de ubicarse en cada uno de los escenarios planteados, los que se diferencian básicamente por el tipo de actividad a realizar, rendimientos de éstas o por la ausencia de algunas de ellas (cuadros 25, 26 y 27).

Todos los esquemas proponen un manejo intensivo de las plantaciones debido al tipo de producto a obtener, es decir, las podas y raleos se realizarán principalmente para la obtención de frutos.

CUADRO 25

ESQUEMA DE MANEJO PARA PINUS PINEA

PP4011: Pinus pinea, rotación 40 años.  
 Modalidad 1: Costos bajos- Precios altos  
 Tipo de Manejo: Intensivo: con podas y raleos para la obtención de frutos  
 Objetivos: Producción de frutos, madera aserrada y pulpable.  
 Mortalidad natural: 10 % al primer año.

AÑO	H. T (m)	DAP (cm)	ACTIVIDAD	OBSERVACIONES	ARB / HA	RALEO Arb. a sacar / ha	VOL. EXT. m3/ha	MAD. PULP m3/ha	MAD ASERR m3/ha	FRUTOS Kg sem /ha/ año
0	-	-	Roce Plantación Control de conejos Fertilización Control de malezas	liviano Plantas a raíz desnuda 1:0 Aplicación Brodifacum Manual en un hoyo Control puntual	625					
8	4,4	4,3	Primera poda Raleo desecho	40 % de la altura de los arb.	563	250				
14	8,1	12,5	Segunda poda	40 % de la altura de los arb.						
15-20			Cosecha frutos							€
20	11,7	18,7	Tercera poda Raleo comercial	40 % de la altura de los arb. que quedarán para la cosecha	313	157	26.5	15.1	11.3	
20- 40			Cosecha frutos							100C
40	23	30,4	Cosecha	Tala rasa	0		135,7	44	92	

CUADRO 26

ESQUEMA DE MANEJO PARA PINUS PINEA

PP4013: Pinus pinea, rotación 40 años  
 Modalidad 3: Costos altos- Precios bajos  
 Tipo de Manejo: Intensivo: con podas y raleos para la obtención de frutos  
 Objetivos: Producción de frutos, madera aserrada y pulpable.  
 Mortalidad natural: 10 % al primer año.

AÑO	H. T (m)	DAP (cm)	ACTIVIDAD	OBSERVACIONES	ARB / HA	RALEO Arb. a sacar / ha	VOL. EXT. m3/ha	MAD. PULP m3/ha	MAD. ASERR m3/ha	FRUTOS Kg sem /ha / año
0	-	-	Roce Reducción desechos Preparación suelo Plantación  Control conejos  Fertilización Control de malezas	Mediano Ordenación por trituration Surcado con tractor  Plantas a raíz desnuda 1:0 Aplicación Brodifacum Manual en un hoyo Control puntual	625					
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 arb.	563	250				
14	8,1	12,5	Segunda poda	40 % de la altura de los arb.						
15-20			Cosecha frutos							600
20	11,7	18,7	Tercera poda Raleo comercial	40 % de la altura de los arb. que quedarán para la cosecha	313	157	26.5	15.1	11.3	
20- 40			Cosecha frutos							1000
40	23	30,4	Cosecha	Tala rasa	0		135,7	44	92	

CUADRO 27

ESQUEMA DE MANEJO PARA PINUS PINEA

PP4012: Pinus pinea, rotación 40 años.  
 Modalidad 2: Costos y precios probables  
 Tipo de Manejo: Intensivo: con podas y raleos para la obtención de frutos  
 Objetivos: Producción de frutos, madera aserrada y pulpable.  
 Mortalidad natural: 10 % al año 0.

AÑO	H. T (m)	DAP (cm)	ACTIVIDAD	OBSERVACIONES	ARB / HA	RALEO Arb. a sacar / ha	VOL. EXT. m3/ha	MAD. PULP m3/ha	MAD ASERR m3/ha	FRUTOS Kg sem /ha / año
0	-	-	Roce Preparación suelo Plantación  Control de coquejos Fertilización Control de malezas	liviano Surcado con bueyes  Plantas a raíz desnuda 1:0 Aplicación Brodifacuom Manual en un hoyo Control puntual	625					
1	0,8	0,08	Desbroce	Manual liviano						
8	4,4	4,3	Primera poda Raleo a desecho	40 % de la altura de los arb.	563	250				
14	8,1	12,5	Segunda poda	40 % de la altura de los arb.						
15-20			Cosecha frutos							600
20	11,7	18,7	Tercera poda Raleo comercial	40 % de la altura de los arb. que quedarán para la cosecha	313	157	26.5	15.1	11.3	
20- 40			Cosecha frutos							1000
40	23	30,4	Cosecha	Tala rasa	0		135,7	44	92	

## 6.5 COSTOS DIRECTOS

### 6.5.1 Costos de establecimiento de una plantación de pino piñonero

En base a 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 los costos de roce, reducción de desechos, de preparación de suelos, los costos de plantación, los insumos tales como plantas de vivero, fertilizantes, control de conejos, control de malezas y materiales de cerco. Estos se encuentran detallados en el anexo IV.

### 6.5.2 Costos de manejo

En los costos de manejo se ha considerado la mano de obra contratada para realizar el desbroce, podas y raleos (anexo IV).

### 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 las faenas. También incluye los costos de construcción de caminos realizados el año anterior al raleo comercial (año 19) (Anexo IV).

### 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 incluyeron dentro de este punto el costo del seguro contra incendios, daño por viento, desastres naturales y heladas, cuyo valor fue fijado en \$3.271 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 IV).

#### **6.5.5 Costos de mantención**

Los costos de mantención incluyen los costos de mantención de los cortafuegos a partir del segundo año hasta el año 38, realizándose esta actividad cada dos años (anexo IV).

#### **6.5.6 Costos de protección forestal**

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

### **6.6 VALOR DE LOS PRODUCTOS**

Los productos que se espera obtener durante la rotación son los habituales que se podrían obtener según este tipo de bosques: frutos, madera aserrable y madera pulpable.

- Frutos

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

Se supone una productividad anual promedio de semillas por árbol equivalente a 600 kg/ha/año desde los 15 a 20 años y de 1000 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 de copas cada 3-4 años.

Para efectos de 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 V).

- Madera

La madera de pino piñonero se comercializa como madera aserrable y madera pulpable. Debido a la falta de información que se dispone acerca del valor de la madera aserrada en esta especie, se homologó con el precio que alcanza el m<sup>3</sup> de este producto forestal de pino insigne puesto a orilla de camino en el predio. Con respecto a la madera pulpable, se considera que es difícil que exista un mercado de este producto por lo que se le asignó el valor que tiene la leña de pino insigne, también puesta a orilla de camino. Las semillas se extraen de los conos y se ensacan para su comercialización. Los precios de los productos se observan en el cuadro 28.

**CUADRO 28**  
**PRECIOS DE PRODUCTOS DE PINO PIÑONERO**  
**A ORILLA DE CAMINO**

PRODUCTO	UNIDAD	PRECIO VENTA (\$)
Semillas	\$/kg	420
Madera aserrable	\$/m <sup>3</sup>	9.303
Madera pulpable	\$/m <sup>3</sup>	5.050

Fuente: INFOR, 1995.

## 6.7 RESULTADOS

En base a los antecedentes anteriormente señalados se procedió a evaluar las plantaciones de pino piñonero bajo los esquemas de manejo propuestos y los escenarios correspondientes. Cabe señalar que los costos en mano de obra y precios asumidos son iguales para todas las rotaciones al infinito, ya que no existe una fuente histórica fidedigna que permita evaluar sus variaciones y en el caso en que éstas existan, no son completas y no presentan variaciones significativas.

Los resultados se ilustran en el cuadro 29 (anexos VII y VIII), bajo las condiciones de con y sin bonificación estatal.

El valor económico del suelo indica la rentabilidad del proyecto de inversión bajo una cierta tasa de descuento, obteniéndose los mejores resultados bajo la tasa de descuento del 6% para los distintos escenarios, lo cual permita al inversionista compararlo con el retorno del capital a una tasa alternativa correspondiente.

**CUADRO 29**  
**RESULTADOS EVALUACIÓN PINO PIÑONERO**

MODALIDAD	V.E.S (Miles \$/ha)		
	TASA 10%	TASA 8%	TASA 6%
<b>SIN BONIFICACIÓN</b>			
Escenario optimista	340,55	723,29	1.434,43
Escenario normal	14,75	255,61	703,81
Escenario pesimista	-412,80	-316,65	-138,03
<b>CON BONIFICACIÓN</b>			
Escenario optimista	421,11	809,70	1.528,39
Escenario normal	95,30	342,01	797,66
Escenario pesimista	-330,45	-228,45	-42,39

El VES también puede ser interpretado como el valor máximo a pagar por el suelo por hectárea, que en el caso del escenario normal varía entre los \$14.750 y \$703.810 según la tasa descuento usada, y con bonificación estatal varía entre \$95.300 y \$797.660.

Esto permite evaluar las distintas alternativas de uso para el suelo y poner como mínimo ese valor de retorno.

Otra interpretación del VES es el valor actual de los beneficios netos de todas las futuras rotaciones de la plantación bajo el esquema de manejo propuesto, es decir, para el caso de la situación normal se obtendría una utilidad entre \$14.750 y \$797.660 (dependiendo de la tasa utilizada y si es con o sin bonificación).

Cabe destacar que la incorporación de la bonificación estatal mejora los resultados obtenidos pero no lo suficiente como para hacer positivos los escenarios pesimistas a las tres tasas utilizadas, pero de todas maneras se considera que es importante el apoyo estatal en este tipo de plantaciones.

## BIBLIOGRAFIA

- 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.
- ARCE, C.; SANZ, M. 1981. Fracciones proteicas en semillas de *Pinus pinea* germinantes. Anales de Edafología y Agrobiología. 40 (9/10): 1833-1840.
- ARIJA, E. 1975. Geografía de España. Tomo III: "La Riqueza". Espasa-Calpe S.A. Madrid.
- ATZMON, N.; VAN STADEN, J. 1993. Transport and metabolism of [<sup>3</sup>H] iso-pentenyladenine following application to the tips of intact and decapitated tap roots of *Pinus pinea*. Plant growth regulation 13 (3): 249-255.
- 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. (lepidóptera: 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 N° 91. 33 p.
- BAY-SCHMITH, T. 1965. Algunas observaciones sobre ensayos de especies forestales en la provincia de Arauco. Seminario Forestal. Boletín informativo N°10. Instituto Forestal, Stgo-Chile. pp 4-15.
- 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 Aire, Argentina. 689 p.
- CIANCO, O.; CUTINI, A.; MERCURIO, R.; VERACINI, A. 1986. Sulla struttura della pineta di pino domestico di Alberese. Analli dell' Instituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo, Italia. Vol XVIII. pp. 169-236.
- CORPORACION NACIONAL FORESTAL. 1980. Especies para forestación en zonas áridas. Departamento de silvicultura. Traducción del Cap. 6 del libro "Plantación de especies forestales en zonas áridas". (Forest Tree Planting in Arid Zones; A. Y. Goor y C. W. Barney, Second edition; The Ronald Press Company, New York, U.S.A. 1976). 114 p.
- CATALAN, G. 1990. Plantaciones de *Pinus pinea* en zonas calizas para la producción precoz de piñón. ICONA, Madrid. Ecología N° 4. pp.105-120.
- CRAWFORD, M. 1995. Nut pines. Yearbook. West Australian Nut and Tree Crops Association. Vol. 19. pp. 56-66.
- CUADROS, S. Y 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.
- DIAMANTOGLU, S.; PANAGOPOULOS, I.; 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.
- FARRIS, G.J. 1983. California pignolia: Seedes of *Pinus sabiniana*. Economic Botany 37 (2): 201-206.
- 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. Y 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. Y GALLARDO DE PRADO, J. 1991. Cinco estudios sobre injertos en pino piñonero. ICONA, Madrid. Ecología. N° 5. pp 197-209.
- GARCIA DE PEDRAZA, L. Y PALLARES QUEROL, M. El clima y los árboles forestales. 1989. Hojas Divulgadoras- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. N° 8, 28 pp.
- GARCIA-FERRIZ, L.; SERRANO, L. Y 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. Y ABELLANAS, B. s.f. La mejora genética del pino piñonero. Montes. Revista de Ambito Forestal. N° 21, pp. 3-12.
- GIL, L. Y ARANZAZU, 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 la naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Roma, FAO. Cuadernos de Fomento Forestal N°16. 256 p.
- GOOR, A. y 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-usage efficiency of *Pinus pinea* L seedlings inoculated with different ectomycorrhizal fungi. Annales des Sciences Forestieres 47 (2): 91-100.
- GUTIERREZ, 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.
- HARTMAN, H. Y KESTER, D. 1990. Propagación de plantas. Editorial Continental. 760 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.
- HUSH, B.; MILLER, Ch.; BEERS, T. 1982. Forest Mensuration. John Wiley & Sons. Third Edition. Canada, U.S.A. 402 p.

- INFOR. 1995. Antecedentes de mercado de pino piñonero. Manuscrito para ser empleado en su monografía. Programa Nacional de Diversificación Forestal. Convenio INFOR/CONAF. Valdivia, Chile.
- INFOR. 1995. 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. y 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.
- MARTINEZ, J.; ARA, P. ; GONZALEZ, 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.
- MCCAIN, A.; KOEHLER, C.; TJOSVOLD, S. 1987. Pitch canker threatens California pines. *California Agriculture* 41: 11-12.
- 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.
- 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.
- 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, ALFONSO. 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.; MITTEMPERGER, 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.
- RODRIGUEZ, J.A. 1989. Importancia de la micorrización artificial de diversas especies forestales españolas. *Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas*. 15 (1): 33-41.
- RODRIGUEZ, G. Y RODRIGUEZ, R. 1984. Las especies de pinaceae cultivadas en Chile. *Bosque. Universidad Austral de Chile. Facultad de Cs. Forestales*. 4 (1): 25-43.
- 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. y 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. 2<sup>nd</sup> Edition. Oxford, Gran Bretaña, Commonwealth Forestry Institute. 256 p.
- XIMENEZ DE EMBUN, J. 1959. El pino piñonero en las llanuras castellanas. Hojas Divulgadoras N° 11. pp. 1-20. Ministerio de Agricultura, Madrid, España.
- YAGUE, S. 1993. Silvicultura y producción de pino piñonero (*Pinus pinea* L.) en la provincia de Avila. Congreso Forestal Español. Lourizán. Ponencias y comunicaciones. Tomo II. pp 479-484.

ANEXO I

FOTOS DE PINO PIÑONERO



Aspecto de pino piñonero creciendo en forma aislada.

Plantación de *Pinus pinea* en la Reserva Forestal Peñuelas (V Región) y abundante regeneración después de una quema.

Rodela de pino piñonero.



## ANEXO II

ANTECEDENTES DE CRECIMIENTO DE  
PINUS PINEA PROVENIENTES DE ANALISIS DE  
TALLO REALIZADO.

## ANALISIS DE TALLO DE PINUS PINEA

### 1.- ANALISIS DE TALLO DE ARBOL CRECIENDO EN FORMA AISLADA EN SUELO DE TRUMAO CON RIEGO, LAUTARO, IX REGIÓN.

Para validar datos de bibliografía con respecto al crecimiento de pino piñonero en Chile, se ubicó distintos árboles en dos zonas del país para voltearlos y realizar un análisis de tallo.

En primer lugar se volteó un árbol de 75 años que se crecía en forma aislada, en un suelo tipo trumao y con riego, en la localidad de Lautaro, IX Región. Posteriormente se obtuvieron rodela cada un metro a partir de 1.3 m. de altura del árbol.

Se contó el número de anillos en cada rodela y se midió la distancia desde la médula a cada uno de ellos por el radio medio (incremento anual). De esta forma se obtuvo el diámetro a distintas alturas y a las distintas edades del árbol (ver anexo 1). Estos diámetros se ajustaron por edad cada 10 años, mediante las funciones de ahusamiento que se presentan en el siguiente cuadro.

#### FUNCIONES DE AHUSAMIENTO POR EDAD

EDAD (años)	FUNCION DE AHUSAMIENTO	COEFICIENTE DE CORRELACION
10	$d = -0.3 \cdot h - 1.5 \cdot h + 10$	$r^2 = 1$
20	$d = -0.2327 \cdot h^2 + 0.3568 \cdot h + 17.562$	$r^2 = 0.9431$
30	$d = -0.3348 \cdot h^2 + 1.7206 \cdot h + 39.293$	$r^2 = 0.932$
40	$d = -0.273 \cdot h^2 + 0.2368 \cdot h + 72.041$	$r^2 = 0.9749$
50	$d = -0.2098 \cdot h^2 - 0.2183 \cdot h + 84.958$	$r^2 = 0.9759$
60	$d = -0.193 \cdot h^2 + 0.0653 \cdot h + 91.03$	$r^2 = 0.9753$
70	$d = -0.1564 \cdot h^2 - 0.2459 \cdot h + 98.659$	$r^2 = 0.9855$
75	$d = -0.1568 \cdot h^2 - 0.1373 \cdot h + 101.76$	$r^2 = 0.9846$

donde:

d : diámetro a la altura h (cm)

h : altura en m.

Una vez obtenidos estos resultados se calculó el volumen comercial (hasta 10 cm de diámetro) sin corteza usando la fórmula de Smalian:

$$\text{Volumen sin corteza (m}^3\text{)} = \left( \frac{\pi}{4} * ((dme)^2 + (dma)^2) / 2 \right) * h$$

donde:

$$\pi = \text{pi (3,14)}$$

dme = diámetro menor de la troza en metros

dma = diámetro mayor de la troza en m.

h = altura de la troza

El volumen que se obtiene de este particular árbol es de 10,4 m<sup>3</sup>. El elevado volumen obtenido se debe a las condiciones de crecimiento en que éste se encontraba y su avanzada edad (dap de 101,3 cm y altura de 27,2 m). Dicho volumen es conservador si se compara con el valor obtenido usando la función de volumen con corteza (hasta un diámetro utilizable de 7 cm) definida por Pita (1967), cuyo valor es de 14,23 m<sup>3</sup>.

Por otra parte, si se obtiene el volumen de un cilindro con tales características (descontando 0,3 m de altura por pérdida en volteo), éste es de 21,5 m<sup>3</sup>. Esto nos permite obtener la forma del árbol, al calcular el factor de forma:

$$\text{F.F.} = \frac{\text{volumen árbol}}{\text{volumen cilindro}} = 0,48$$

A continuación se presentan las mediciones realizadas y los resultados obtenidos.

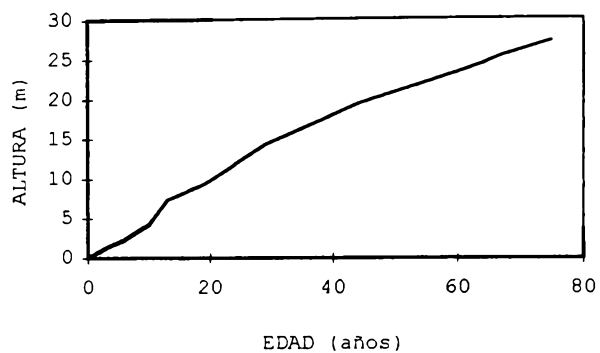




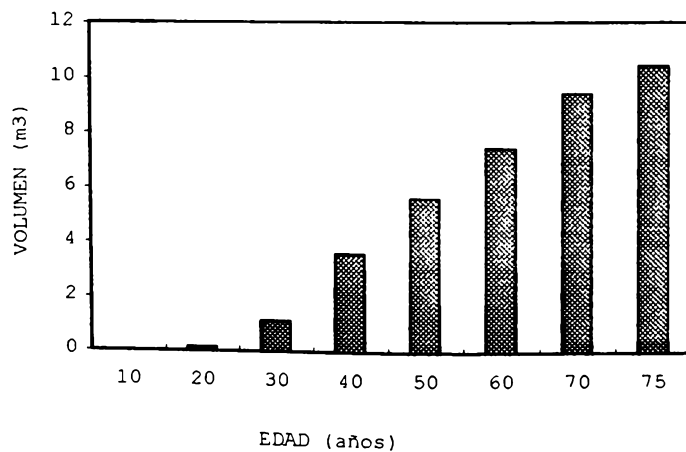
ANTECEDENTES DASOMETRICOS DE ARBOL  
 CRECIENDO EN SUELO DE TRUMAO CON RIEGO

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

VARIACION DE LA ALTURA EN  
 FUNCION DE LA EDAD



EVOLUCION DEL VOLUMEN COMERCIAL  
 DE UN ARBOL



**2.- ANALISIS DE TALLO DE ARBOLES VOLTEADOS EN LA RESERVA NACIONAL FORESTAL LAGO PEÑUELAS**

Un segundo lugar de muestreo correspondió a la Reserva Nacional Forestal Lago Peñuelas, donde se voltearon 9 árboles ubicados en distintas situaciones:

- **ZONA 1:** 5 árboles, podados en 1993 y mezclados con pino insigne a distintos espaciamientos.
- **ZONA 2:** 2 árboles ubicados en exposición norte, sin manejo y aislados entre la vegetación natural.
- **ZONA 3:** 2 árboles en plantación a una densidad de 3 x 3 m., no manejados y ubicados en exposición sur.

Para cada zona se ajustó un modelo de regresión múltiple del tipo  $y = a + b*x + c*x^2 + d*x^3$ , utilizando las siguientes variables independientes

$$x = \frac{H - h}{H - 1.3}$$

$$y^2 = \frac{d^2}{DAP^2}$$

donde,

H = altura total promedio de la zona de crecimiento en metros

h = altura de la observación en metros

d<sup>2</sup> = diámetro a la altura de la observación en m

DAP = DAP promedio de la zona de crecimiento en m.

Los coeficientes de las funciones obtenidos para cada zona son los que se presentan en el siguiente cuadro.

**COEFICIENTES DE LAS FUNCIONES Y COEFICIENTE DE CORRELACION OBTENIDO PARA CADA ZONA**

ZONA	COEFICIENTES				r2
	a	b	c	d	
1	-0.47635	3.080367	-4.08057	0.9788	0.9788
2	-0.092641	0.46557	0.617096	-	0.9894
3	-0.278083	1.715539	-2.143463	1.674699	0.9745

Estas funciones se usaron para ajustar los diámetros obtenidos a las distintas alturas del árbol; luego, con el número de anillos contados a cada altura se obtuvo la altura y el diámetro del árbol por edad, calculándose posteriormente el volumen usando la fórmula de Smalian.

$$\text{Volumen Samlian (m}^3\text{)} = \pi/4 * (D1^2 + D2^2) / 2 * H$$

donde:

D1 = Diámetro menor de la troza (m)

D2 = Diámetro mayor de la troza (m)

H = Altura de la troza (m)

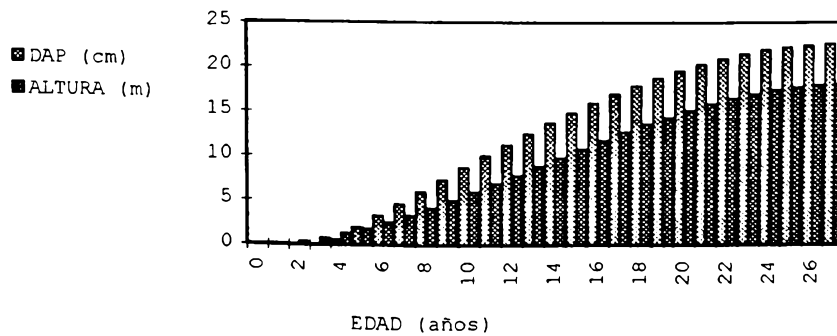
Se observa que el crecimiento en altura es en general escaso, llegándose por ejemplo sólo a 4,1 m de altura a los 10 años de edad, con un DAP promedio de 8,3 cm. Además se aprecia que el volumen máximo que se obtiene a esta edad es de 0,14 m<sup>3</sup>.

Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

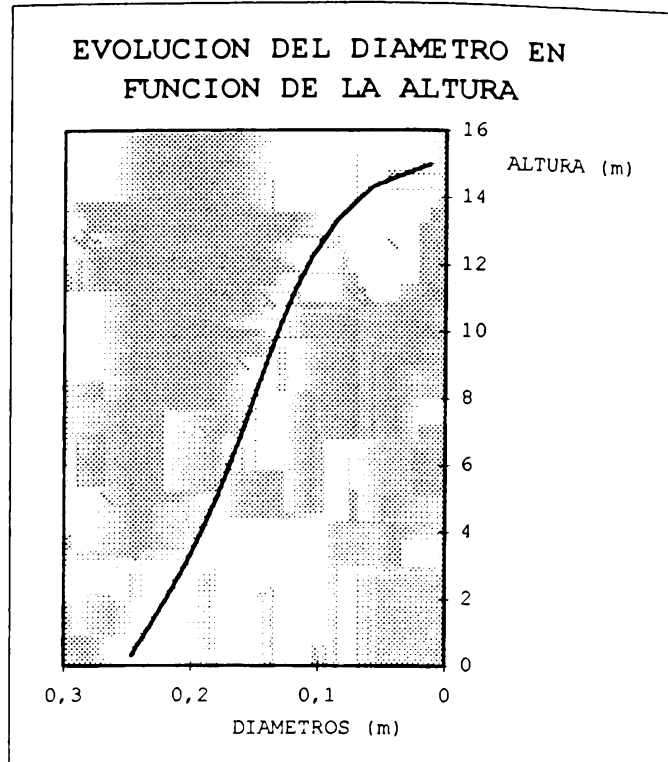
ANTECEDENTES DASOMETRICOS DE PINUS PINEA  
ZONA 1

EDAD (años)	DAP (cm)	ALTURA (m)
0	0	0
1	0	0
2	0	0,2571
3	0	0,7119
4	0,5531	1,2617
5	1,9389	1,8969
6	3,3235	2,6079
7	4,7015	3,3851
8	6,0675	4,2189
9	7,4161	5,0997
10	8,7419	6,0179
11	10,0395	6,9639
12	11,3035	7,9281
13	12,5285	8,9009
14	13,7091	9,8727
15	14,8399	10,8339
16	15,9155	11,7749
17	16,9305	12,6861
18	17,8795	13,5579
19	18,7571	14,3807
20	19,5579	15,1449
21	20,2765	15,8409
22	20,9075	16,4591
23	21,4455	16,9899
24	21,8851	17,4237
25	22,2209	17,7509
26	22,4475	17,9619
27	22,5595	18,0471

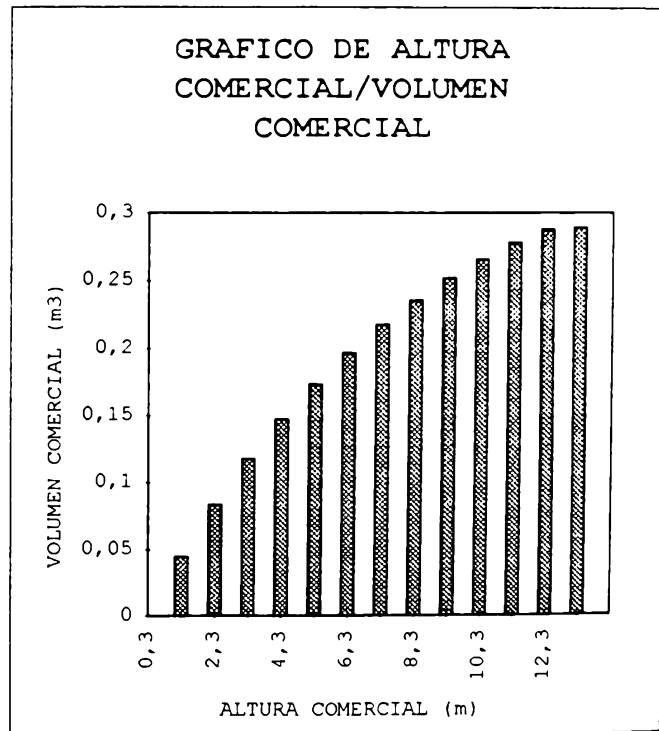
DAP Y ALTURA EN FUNCION DE LA EDAD



DIAMETROS (m)	ALTURA (m)
0,24685	0,3
0,23004	1,3
0,21468	2,3
0,20075	3,3
0,18817	4,3
0,17681	5,3
0,16648	6,3
0,15693	7,3
0,14779	8,3
0,13864	9,3
0,12888	10,3
0,11777	11,3
0,10416	12,3
0,08604	13,3
0,05818	14,3
0,01236	15

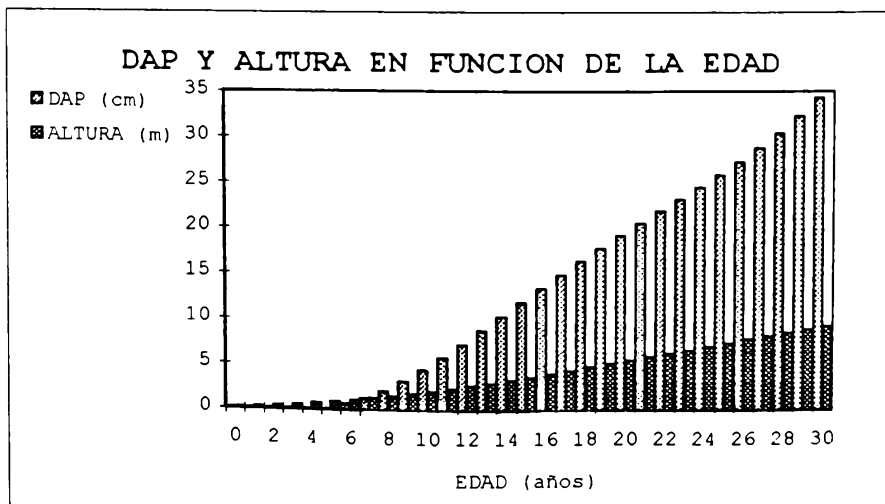


ALTURA UTIL (m)	VOL ACUM. (m <sup>3</sup> )
0,3	0,0000
1,3	0,0447
2,3	0,0836
3,3	0,1175
4,3	0,1472
5,3	0,1734
6,3	0,1966
7,3	0,2171
8,3	0,2354
9,3	0,2515
10,3	0,2656
11,3	0,2776
12,3	0,2873
12,5	0,2889

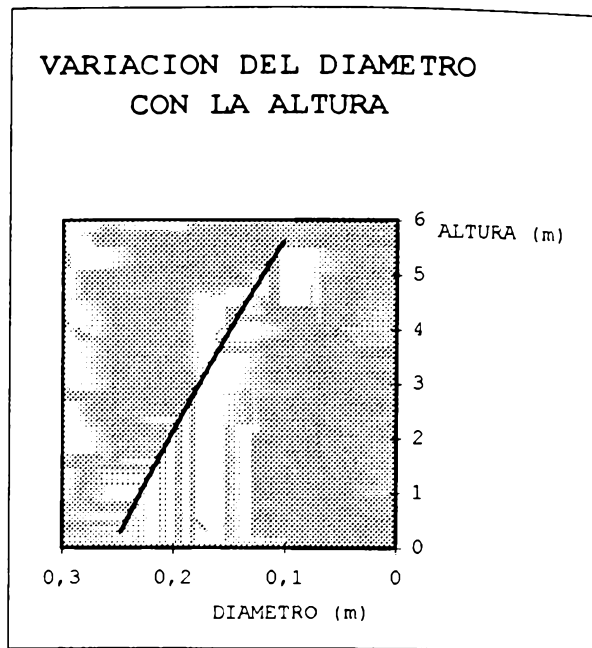


ANTECEDENTES DASOMETRICOS DE PINUS PINEA  
ZONA 2

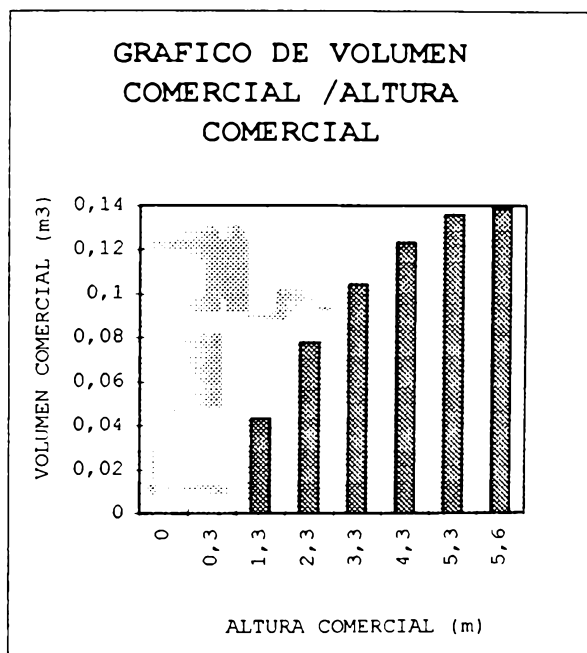
EDAD (años)	DAP (cm)	ALTURA (m)
0	-	0,0627
1	-	0,1621
2	-	0,2869
3	-	0,4359
4	-	0,6079
5	-	0,8017
6	0,5463	1,0161
7	1,1623	1,2499
8	2,0449	1,5019
9	3,1419	1,7709
10	4,4059	2,0557
11	5,7943	2,3551
12	7,2693	2,6679
13	8,7979	2,9929
14	10,3519	3,3289
15	11,9079	3,6747
16	13,4473	4,0291
17	14,9563	4,3909
18	16,4259	4,7589
19	17,8519	5,1319
20	19,2349	5,5087
21	20,5803	5,8881
22	21,8983	6,2689
23	23,2039	6,6499
24	24,5169	7,0299
25	25,8619	7,4077
26	27,2683	7,7821
27	28,7703	8,1519
28	30,4069	8,5159
29	32,2219	8,8729
30	34,2639	9,2217



DIAMETROS (m)	ALTURAS (m)
0,24742	0,3
0,22189	1,3
0,19588	2,3
0,16920	3,3
0,14145	4,3
0,11184	5,3
0,10236	5,6

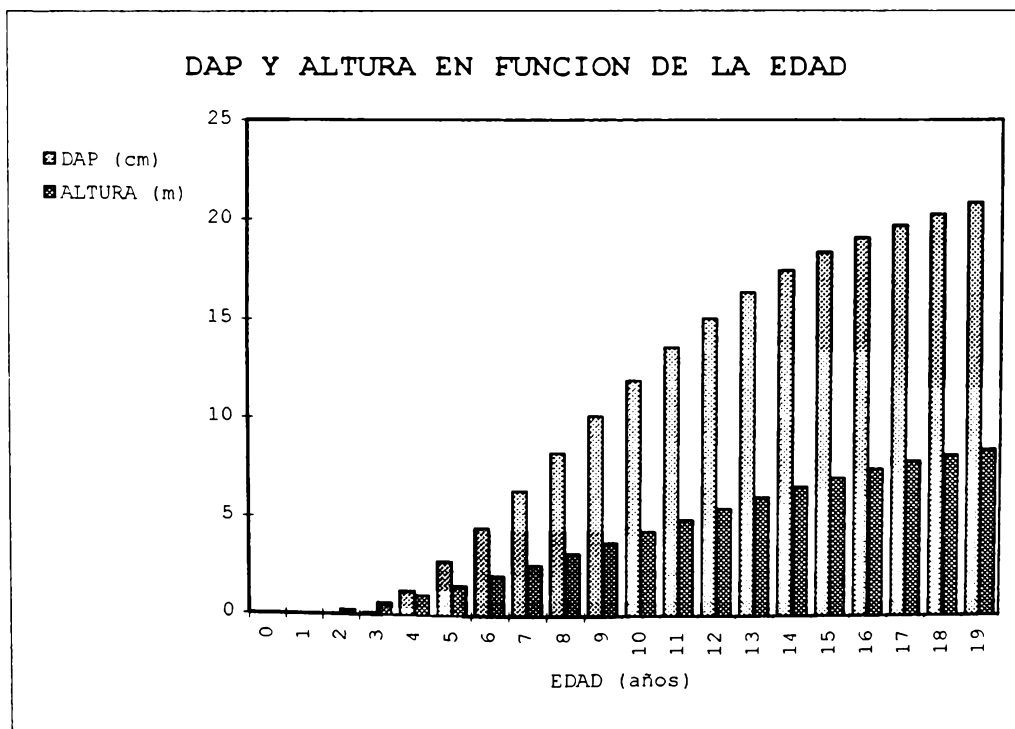


ALTURA (m)	VOLUMEN ACUM. (m3)
0	0
0,3	0
1,3	0,04337
2,3	0,07778
3,3	0,10409
4,3	0,12319
5,3	0,13596
5,6	0,13866

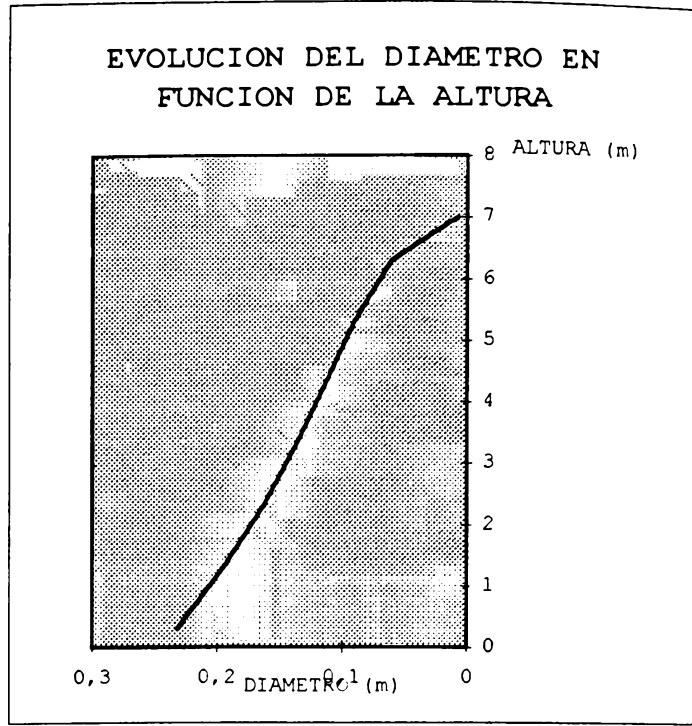


ANTECEDENTES DASOMETRICOS DE PINUS PINEA  
ZONA 3

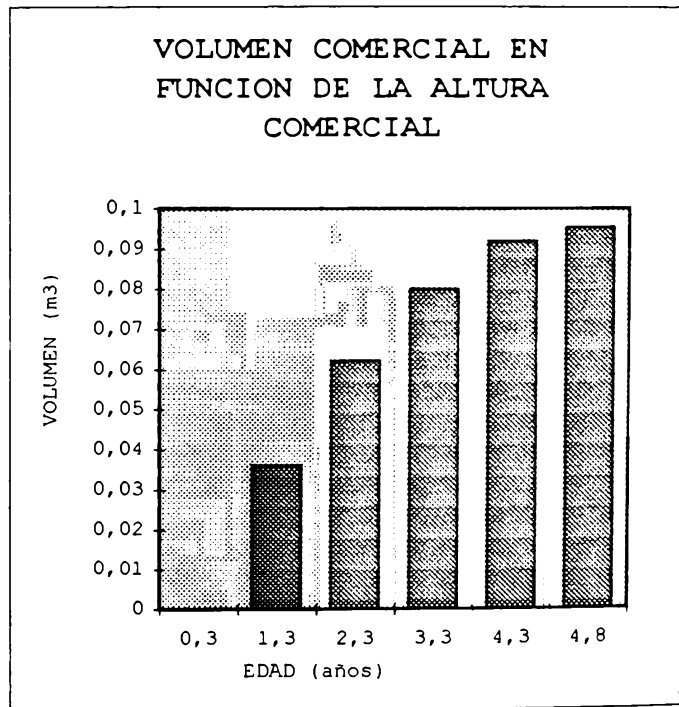
EDAD (años)	DAP (cm)	ALTURA (m)
0	0	0
1	0	0
2	0	0,2037
3	0,0558	0,5855
4	1,2156	1,0219
5	2,73	1,5045
6	4,4802	2,0249
7	6,3618	2,5747
8	8,2848	3,1455
9	10,1736	3,7289
10	11,967	4,3165
11	13,6182	4,8999
12	15,0948	5,4707
13	16,3788	6,0205
14	17,4666	6,5409
15	18,369	7,0235
16	19,1112	7,4599
17	19,7328	7,8417
18	20,2878	8,1605
19	20,8446	8,4079



DIAMETROS (m)	ALTURAS (m)
0,23170	0,3
0,19488	1,3
0,16317	2,3
0,13628	3,3
0,11300	4,3
0,09030	5,3
0,06063	6,3
0,00749	7



ALTURA (m)	VOLUMEN ACUM. (m3)
0,3	0
1,3	0,0360
2,3	0,0621
3,3	0,0800
4,3	0,0919
4,8	0,0953



**ANEXO III**

**FICHAS TECNICAS**

**FICHA TECNICA PINUS PINEA**

**PP4011** Pinus pinea, rotación 40 años  
**Modalidad 1:** Costos bajos - Precios altos  
**Tipo de manejo:** Intensivo  
**Objetivos:** Producción de frutos, madera aserrada y pulpable.

Valor dolar (15/11/1995) 408,93 \$  
 Valor U.F. (15/11/1995) 12757,6 \$  
 Volumen Primer Raleo Comercial 26,5 m<sup>3</sup>  
 Volumen a Cosechar 135,7 m<sup>3</sup>  
 Superficie base 5 ha

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
<b>1.- Preparación del sitio</b>											
1.1.- Roce liviano	0	Primavera-verano (Octubre-Febrero)									
Mano de obra			2	jor/ha	2729	\$/jor			5458	13,3	0,428
Ropa de seguridad					32	\$/jor			65	0,2	0,005
Materiales					40	\$/jor			80	0,2	0,006
1.2.- Cortafuego (ancho 4 m)	0	Enero-Marzo									
Maquinaria			1,86	hr/km	25200	\$/hr	210	m l/ha	9843	24,1	0,772
1.3.- Construcción de cercos	0	Enero-Marzo									
Mano de obra			6,3	jor/ha	2729	\$/jor	210	m l/ha	17193	42,0	1,348
Ropa de seguridad					32	\$/jor			204	0,5	0,016
Materiales					3	\$/jor			17	0,0	
Insumos			97	postes/ha	270	\$/poste			26190	64,0	2,053
			1,3	rollos alambre/ha	11459	\$/rollo			14896	36,4	1,168
<b>2.- Plantación</b>											
2.1.- Plantación	0	Fines Otoño- principio primavera									
Mano de obra			550	pl/jor	2729	\$/jor	1,1	jor/ha	3101	7,6	0,243
Ropa de seguridad					32	\$/jor			37	0,1	0,003
Materiales					26	\$/jor			29	0,1	0,002
Insumos			625	pl/ha	162	\$/pl			101250	247,6	7,936
Fletes					1800	\$/ha			1800	4,4	0,141
2.2.- Control conejos	0		2,5	kg Brodifacuom/ha	4354	\$/ha			4354	10,6	0,341

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
2.3.- Fertilización	0	Septiembre	1	jor/ha	2729	\$/jor			2729	6,7	0,214
Mano de obra					32	\$/jor			32	0,1	0,003
Ropa de seguridad					2	\$/jor			2	0,0	0,000
Materiales											
Insumos			100	kg/ha (Superfosfato triple y Salitre potásico)	135	\$/kg			13500	33,0	1,058
135					135	\$/kg					
<b>3.- Cuidados posteriores</b>											
3.1.- Control de malezas	0	Septiembre-Octubre	0,5	jor/ha	2729	\$/jor			1365	3,3	0,107
Mano de obra					28	\$/jor			14	0,03	0,001
Ropa de seguridad					14	\$/jor			7	0,02	0,001
Materiales											
Insumos (*)			0,8	l hexazinona /ha	9608	\$/l			7686	18,8	0,602
<b>4.- Manejo</b>											
4.1.- Primera poda	8	Primavera	1,25	(313 árboles a podar) jor/ha	2729	\$/jor			3406	8,3	0,267
Mano de obra					10	\$/jor			13	0,0	0,001
Ropa de seguridad					2729	\$/jor	0,78	jor/ha	2129	5,2	0,167
Marcación			400	arb/jor	7	\$/jor			9	0,0	0,001
Materiales											
Raleo a desecho	8	Preferencia primavera	2,0	(250 árboles a extraer) jor/ha	2729	\$/jor			5458	13,3	0,428
Mano de obra					15	\$/jr			29	0,1	0,002
Ropa de seguridad					56	\$/jr			112	0,3	0,009
Materiales											
4.2.- Segunda poda	14	Primavera	2,5	(313 árboles a podar) jr/ha	2729	\$/jor			6833	16,7	0,536
Mano de obra					10	\$/jor			26	0,1	0,002
Ropa de seguridad					16	\$/jor			40	0,1	0,003
Materiales											
4.3.- Tercera poda	20	Primavera	1,2	(156 árboles a podar) jor/ha	2729	\$/jor			3406	8,3	0,267
Mano de obra					10	\$/jor			13	0,0	0,001
Ropa de seguridad					2729	\$/jor	0,39	jor/ha	1071	2,6	0,084
Marcación			400	arb/jor	16	\$/jor			20	0,0	0,002
Materiales											

(\*) Es necesario probar estos productos antes de recomendarlos masivamente

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
Raleo comercial	20	Preferencia primavera	8,4	(157 árboles a extraer) m3/jor	2729	\$/jor	3	jor/ha	8569	21,0	0,672
Mano de obra					15	\$/jr			123	0,3	0,010
Ropa de seguridad					56	\$/jr			472	1,2	0,037
<b>5. Mantenición</b>											
5.1.- Mantenición cortafuego		Octubre-Noviembre	2,33	hr/km	15000	\$/hr	210	m l/ha	7340	17,9	0,575
<b>6.- Cosecha</b>											
6.1.- Cosecha de conos	15-20	Mediados Marzo-mayo	400	conos/jor	2729	\$/jor	16,7	jor/ha	45479	111,2	3,565
Mano de obra					32	\$/jor			539	1,3	0,042
Ropa de seguridad											
Ensacado de piñones	15-20	Mediados Marzo-mayo	50	kg/jor	2729	\$/jor	12	jor/ha	32748	80,1	2,567
Mano de obra					32	\$/jor			384	0,9	0,030
Ropa de seguridad											
6.2.- Cosecha de conos	20-40	Mediados Marzo-mayo	400	conos/jor	2729	\$/jor	28	jor/ha	75805	185,4	5,942
Mano de obra					32	\$/jor			899	2,2	0,070
Ropa de seguridad											
Ensacado piñones	20-40	Mediados Marzo-mayo	50	kg/jor	2729	\$/jor	20	jor/ha	54580	133,5	4,278
Mano de obra					32	\$/jor			640	1,6	0,050
Ropa de seguridad											
6.3.- Volteo	40	Camino estabilizado, todo el año	12	m3/jorn	2729	\$/jor	11	jor/ha	30860	75,5	2,419
Mano de obra					15	\$/jor			165	0,4	0,013
Ropa de seguridad					56	\$/jor			632	1,5	0,050
Materiales											
6.4.- Madereo	40	Camino estabilizado, todo el año	40	m3/jor	2319	\$/m3	3	jor/ha	314639	769,4	24,663
Maquinaria (Skidder)											
6.5.- Construcción de caminos	19	Primavera-verano			2440	\$/m3			331155	809,8	25,957
6.6.- Campamentos		Según faena			239	\$/m3			32400	79,2	2,540

FICHA TECNICA PINUS PINEA

PP4012 Pinus pinea, rotación 40 años.  
 Modalidad 2: Costos y precios probables  
 Tipo de manejo: Intensivo  
 Objetivos: Producción de frutos, madera aserrada y pulpable.

Valor dolar (13/09/1995) 408,93 \$  
 Valor U.F. (13/09/1995) 12757,6 \$  
 Volumen Primer Raleo 26,5 m<sup>3</sup>  
 Volumen a Cosechar 135,7 m<sup>3</sup>  
 Superficie base 5 ha

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
<b>1.- Preparación del sitio</b>											
1.1.- Roce liviano	0	Primavera-verano (Octubre-Febrero)									
Mano de obra			6	jor/ha	4094	\$/jor			24564	60,1	1,925
Ropa de seguridad					36	\$/jor			216	0,5	0,017
Materiales					44	\$/jor			265	0,6	0,021
1.3.- Surcado con bueyes	0	Enero-Marzo									
Mano de obra			1	jor/ha	7190	\$/jor bueyes	1	jor/ha	7190	17,6	0,564
1.4.- Cortafuego (ancho 4 m)	0	Enero-Febrero									
Maquinaria			1,86	hr/km	28000	\$/hr	210	m l/ha	10937	26,7	0,857
1.5.- Construcción de cercos	0	Enero-Marzo									
Mano de obra			6,3	jor/ha	4094	\$/jor			25792	63,1	2,022
Materiales					3	\$/jor			19	0,0	0,001
Ropa de seguridad					36	\$/jor			227	0,6	0,018
Insumos			97	postes/ha	300	\$/poste			29100	71,2	2,281
			1,3	rollos de alambre/ha	12732	\$/rollo			16552	40,5	1,297
<b>2. PLANTACION</b>											
2.1.- Plantación	0	Fines otoño-Principio primavera									
Mano de obra			450	pl/jor	4094	\$/jor	1,4	jor/ha	5686	13,9	0,446
Ropa de seguridad					36	\$/jor			50	0,1	0,004
Materiales					29	\$/jor			40	0,1	0,003
Insumos			625	pl/ha	180	\$/pl			112500	275,1	8,818
Flete					3,9	\$/pl			2450	6,0	0,192

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
2.2.- Control de conejos	0	Octubre	2,5	kg Brodifacuom/ha	4838	\$/ha			4838	11,8	0,379
2.3.- Fertilización	0	Septiembre									
Mano de obra			1	jor/ha	4094	\$/jor			4094	10,0	0,321
Ropa de seguridad					36	\$/jor			36	0,1	0,003
Materiales					2	\$/jor			2	0,0	0,000
Insumos			170	kg/ha (Superfosfato triple y Salitre potásico)	150	\$/kg			25500	62,4	1,999
150					150	\$/kg					
<b>3.- Cuidados posteriores</b>											
3.1.- Control de malezas	0	Septiembre-Octubre									
Mano de obra			0,5	jor/ha	4094	\$/jor			2047	5,0	0,160
Ropa de seguridad					31	\$/jor			16	0,0	0,001
Materiales					16	\$/jor			8	0,0	0,001
Insumos (*)			0,8	l hexazinona /ha	10676	\$/l			8541	20,9	0,669
<b>4.- Manejo</b>											
4.1.- Desbroce	1	Primavera									
Mano de obra			3,5	jor/ha	4094	\$/jor			14329	35,0	1,123
Ropa de seguridad					36	\$/jor			126	0,3	0,010
Materiales					40	\$/jor			140	0,3	0,011
4.2.- Primera poda	8	Primavera		(313 árboles a podar)							
Mano de obra			1,25	jor/ha	4094	\$/jor			5109	12,5	0,400
Ropa de seguridad					12	\$/jor			14	0,0	0,001
Marcación			400	arb/jor	4094	\$/jor	0,8		3204	7,8	0,251
Materiales					8	\$/jor			10	0,0	0,001
Raleo a desecho	8	Primavera-verano		(250 árboles a extraer)							
Mano de obra		Camino no estabilizado	2,0	jor/ha	4094	\$/jor			8188	20,0	0,642
Ropa de seguridad					16	\$/jor			32	0,1	0,003
Materiales					62	\$/jor			124	0,3	0,010
4.3.- Segunda poda	14	Primavera		(313 árboles a podar)							
Mano de obra			2,5	jor/ha	4094	\$/jor			10251	25,1	0,804
Ropa de seguridad					12	\$/jor			29	0,1	0,002
Materiales					17	\$/jor			43	0,1	0,003

(\*) Es necesario probar estos productos antes de recomendarlos masivamente

Labores	Año	Época del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total				
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)		
4.4 - Tercera poda	20	Primavera	1,2	(156 árboles a podar) jor/ha	4094	\$/jor	0,4	jor/ha	5109	12,5	0,400		
Mano de obra					12	\$/jor			14	0,0	0,001		
Ropa de seguridad					400	arb/jor			4094	\$/jor	1597	3,9	0,125
Marcación									17	\$/jor	21	0,1	0,002
Materiales													
Raleo comercial	20	Primavera-verano Camino no estabilizado	8,4	(157 árboles a extraer) m3/jor	4094	\$/jor	3	jor/ha	12855	31,4	1,008		
Mano de obra					16	\$/jor			137	0,3	0,011		
Ropa de seguridad									62	\$/jor	524	1,3	0,041
Materiales													
5.- <b>Mantenición</b>													
5.1.- Mantenición cortafuego		Octubre-Noviembre	2,5	hr/km	15000	\$/hr	210	m l/ha	7875	19,3	0,617		
6.- <b>Cosecha</b>													
6.1.- Cosecha de frutos	15-20	Mediados Marzo-mayo	400	conos/jor	4094	\$/jor	16,7	jor/ha	68227	166,8	5,348		
Mano de obra					36	\$/jor			599	1,5	0,047		
Ropa de seguridad													
Clasificación y ensacado frutos	15-20	Mediados Marzo-mayo	50	kg/jor	4094	\$/jor	12,0	jor/ha	49128	120,1	3,851		
Mano de obra					36	\$/jor			432	1,1	0,034		
Ropa de seguridad													
6.2.- Cosecha de conos	20-40	Mediados Marzo-mayo	400	conos/jor	4094	\$/jor	27,8	jor/ha	113721	278,1	8,914		
Mano de obra					36	\$/jor			1000	2,4	0,078		
Ropa de seguridad													
Clasificación y ensacado frutos	20-40	Mediados Marzo-mayo	50	kg/jor	4094	\$/jor	20,0	jor/ha	81880	200,2	6,418		
Mano de obra					36	\$/jor			720	1,8	0,056		
Ropa de seguridad													
6.3.- Volteo	40	Camino estabilizado, todo el año	12	m3/jorn	4094	\$/jor	11	jor/ha	46296	113,2	3,629		
Mano de obra					16	\$/jor			184	0,4	0,014		
Ropa de seguridad									62	\$/jor	702	1,7	0,055
Materiales													
6.4 - Madereo	40	Camino estabilizado, todo el año	40	m3/jor	2482	\$/m3	3	jor/ha	336826	823,7	26,402		
Maquinaria													

Labores	Año	Época del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
6.5.- Construcción de caminos	19	Primavera-verano			2711	\$/m3			367950	899,8	28,842
6.6.- Campamentos		Según faena			265	\$/m3			36000	88,0	2,822

FICHA TECNICA PINUS PINEA

PP4013 Pinus pinea, rotación 40 años  
 Modalidad 3: Costos altos - Precios bajos  
 Tipo de manejo: Intensivo  
 Objetivos: Producción de frutos, madera aserrada y pulpable.

Valor dolar (15/11/1995) 408,93 \$  
 Valor U.F. (15/11/1995) 12757,6 \$  
 Volumen Primer Raleo 26,5 m<sup>3</sup>  
 Volumen a Cosechar 135,7 m<sup>3</sup>  
 Superficie base 5 ha

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U F/ha)
<b>1.- Preparación del sitio</b>		Primavera-verano (Octubre-Febrero)									
1.1.- Roce liviano	0										
Mano de obra			12	jor/ha	5458	\$/jor			65496	160,2	5,134
Ropa de seguridad					40	\$/jor			475	1,2	0,037
Materiales					61	\$/jor			731	1,8	0,057
1.2.- Ordenación de desechos	0	Enero-Marzo			60000	\$/ha			60000	146,7	4,703
Trituración de desechos											
1.3.- Surcado con tractor	0	Enero-Marzo									
Maquinaria			2	hr/ha	12870	\$/ha			12870	31,5	1,009
1.4.- Cortafuego (ancho 4 m)	0	Enero-Febrero									
Maquinaria			1,86	hr/km	30800	\$/hr	210	m l/ha	12030	29,4	0,943
1.5.- Construcción de cercos	0	Enero-Marzo									
Mano de obra			8	jor/ha	5458	\$/jor			43664	106,8	3,423
Ropa de seguridad					40	\$/jor			317	0,8	0,025
Materiales					3	\$/jor			26	0,1	0,002
Insumos			1,3	rollos de alambre/ha	13609	\$/rollo			17692	43,3	1,387
			97	postes/ha	330	\$/poste			32010	78,3	2,509

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
<b>2. Plantación</b>											
2.1.- Plantación	0	Fines otoño-Principio primavera	350	pl/jor	5458	\$/jor	2	jor/ha	9746	23,8	0,764
Mano de obra					40	\$/jor			71	0,2	0,006
Ropa de seguridad					32	\$/jor			57	0,1	0,004
Materiales											
Gel			1	grAlginato de Na/pl	7046	\$/kg	625	gr/ha	4403	10,8	0,345
Insumos			625	pl/ha	192	\$/pl			120000	293,4	9,406
Flete					3100	\$/ha			3100	7,6	0,243
2.2.- Control de conejos	0		3	kg Brodifacuom/ha	5322	\$/ha			5322	13,0	0,417
2.3.- Fertilización	0	Septiembre									
Mano de obra			1	jor/ha	5458	\$/jor			5458	13,3	0,428
Ropa de seguridad					40	\$/jor			40	0,1	0,003
Materiales					2	\$/jor			2	0,0	0,000
Insumos			250	kg/ha (Superfosfato triple y Salitre potásico)	165	\$/kg			41250	100,9	3,233
165					165	\$/kg					
<b>3.- Cuidados posteriores</b>											
3.1.- Control de malezas	0	Septiembre-Octubre									
Mano de obra			1	jor/ha	5458	\$/jor			5458	13,3	0,428
Ropa de seguridad					34	\$/jor			34	0,1	0,003
Materiales					17	\$/jor			17	0,0	0,001
Insumos (*)			0,8	l hexazinona /ha	11744	\$/l			9395	23,0	0,736
<b>4.- Manejo</b>											
4.1.- Desbroce	1	Primavera									
Mano de obra			5,5	jor/ha	5458	\$/jor			30019	73,4	2,353
Ropa de seguridad					40	\$/jor			218	0,5	0,017
Materiales					44	\$/jor			242	0,6	0,019
4.2.- Primera poda	8	Primavera									
Mano de obra			1,25	(313 árboles a podar) jor/ha	5458	\$/jor			6812	16,7	0,534
Ropa de seguridad					13	\$/jor			16	0,0	0,001
Marcación			400	arb/jor	5458	\$/jor	0,78	jor/ha	4257	10,4	0,334
Materiales					9	\$/jor			11	0,0	0,001

(\*) Es necesario probar estos productos antes de recomendarlos masivamente

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
Raleo a desecho	8	Preferencia primavera		(250 árboles a extraer)							
Mano de obra			2,0	jor/ha	5458	\$/jor			10916	26,7	0,856
Ropa de seguridad					18	\$/jor			36	0,1	0,003
Materiales					67	\$/jor			135	0,3	0,011
4.3.- Segunda poda	14	Primavera		(313 árboles a podar)							
Mano de obra			2,5	jr/ha	5458	\$/jor			13645	33,4	1,070
Ropa de seguridad					13	\$/jor			32	0,1	0,002
Materiales					19	\$/jor			48	0,1	0,004
4.4.- Tercera poda	20	Primavera		(156 árboles a podar)							
Mano de obra			1,2	jr/ha	5458	\$/jor			6812	16,7	0,534
Ropa de seguridad					13	\$/jor			16	0,0	0,001
Marcación			400	arb/jor	5458	\$/jor	0,39	jor/ha	2129	5,2	0,167
Materiales					19	\$/jor			24	0,1	0,002
Raleo comercial	20	Primavera-verano		(157 árboles a extraer)							
Mano de obra		Camino no estabilizado	8,4	m3/jor	5458	\$/jor	3	jor/ha	17138	41,9	1,343
Ropa de seguridad					18	\$/jor			151	0,4	0,012
Materiales					67	\$/jor			568	1,4	0,045
5.- Mantenión											
5.1.- Mantenión cortafuego		Octubre-Noviembre	2,67	hr/km	15000	\$/hr	210	m l/ha	8411	20,6	0,659
6.- Cosecha											
6.1.- Cosecha de conos	15-20	Mediados Marzo-mayo									
Mano de obra			400	conos/jor	5458	\$/jor	16,7	jor/ha	90958	222,4	7,130
Ropa de seguridad					40	\$/jor			658	1,6	0,052
Clasificación y ensacado frutos	15-20	Mediados Marzo-mayo									
Mano de obra			50	kg/jor	5458	\$/jor	12,0	jor/ha	65496	160,2	5,134
Ropa de seguridad					40	\$/jor			474	1,2	0,037
6.2.- Cosecha de conos	20-40	Mediados Marzo-mayo									
Mano de obra			400	conos/jor	5458	\$/jor	28	jor/ha	151610	370,7	11,884
Ropa de seguridad					40	\$/jor			1097	2,7	0,086
Clasificación y ensacado frutos	20-40	Mediados Marzo-mayo									
Mano de obra			50	kg/jor	5458	\$/jor	20,0	jor/ha	109160	266,9	8,556
Ropa de seguridad					40	\$/jor			790	1,9	0,062

Labores	Año	Epoca del Año	Rendimiento		Precio Unitario		Total Labores		Precio Total		
			Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	(\$/ha)	(US\$/ha)	(U.F./ha)
6.3 - Volteo	40	Camino estabilizado, todo el año	12	m3/jorn	5458	\$/jor	11	jor/ha	61721	150,9	4,838
Mano de obra					18	\$/jor			202	0,5	0,016
Ropa de seguridad					68	\$/jor			773	1,9	0,061
Materiales											
6.4 - Madereo	40	Camino estabilizado, todo el año	40	m3/jor	2730	\$/m3	3	jor/ha	370508	906,0	29,042
Maquinaria											
6.5 - Construcción de caminos	19	Primavera-verano			2983	\$/m3			404745	989,8	31,726
6.6 - Campamentos		Según faena			292	\$/m3			39600	96,8	3,104

**ANEXO IV**

**RESUMEN DE COSTOS**

## RESUMEN DE COSTOS EN PINO PIÑONERO

### COSTOS DE ESTABLECIMIENTO

ITEM		UNID	PP4011	PP4012	PP4013
Roce	Mano de Obra	\$/HA	5458	24564	65496
	Ropa de seguridad	\$/HA	65	216	475
	Materiales	\$/HA	80	265	731
	<b>Total</b>	<b>\$/HA</b>	<b>5602</b>	<b>25045</b>	<b>66701</b>
Reducc. desechos		\$/HA	0	0	60000
Cortafuego		\$/HA	9843	10937	12030
Cercos	Mano de Obra	\$/HA	17193	25792	43664
	Ropa de Seguridad	\$/HA	204	227	317
	Materiales	\$/HA	17	19	26
	Insumos	\$/HA	41086	45652	49702
	<b>Total</b>	<b>\$/HA</b>	<b>58500</b>	<b>71690</b>	<b>93709</b>
Preparación suelos	Surcado con bueyes	\$/HA	0	7190	0
	Tractor Agrícola	\$/HA	0	0	12870
Plantación	Mano de Obra	\$/HA	3101	5686	9746
	Ropa de Seguridad	\$/HA	37	50	71
	Materiales	\$/HA	29	40	57
	Insumos	\$/HA	101250	112500	124403
	Fletes	\$/HA	1800	2450	3100
	<b>Total</b>	<b>\$/HA</b>	<b>106217</b>	<b>120726</b>	<b>137377</b>
Control de conejos	<b>Total</b>	<b>\$/HA</b>	<b>4354</b>	<b>4838</b>	<b>5322</b>
Fertilización	Mano de Obra	\$/HA	2729	4094	5458
	Ropa de seguridad	\$/HA	32	36	40
	Insumos	\$/HA	13500	25500	41250
	Materiales	\$/HA	2	2	2
	<b>Total</b>	<b>\$/HA</b>	<b>16261</b>	<b>29632</b>	<b>46748</b>
Control de malezas	Mano de Obra	\$/HA	1365	2047	5458
Post- plantación	Ropa de Seguridad	\$/HA	14	16	34
Puntual	Materiales	\$/HA	7	8	17
	Insumos	\$/HA	7686	8541	9395
	<b>Total</b>	<b>\$/HA</b>	<b>9072</b>	<b>10611</b>	<b>14905</b>

## RESUMEN DE COSTOS EN PINO PIÑONERO

### COSTOS DE MANEJO

ITEM		UNID.	PP4011	PP4012	PP4013
Desbroce	Mano de Obra	\$/HA	0	14329	30019
	Ropa de seguridad	\$/HA	0	126	218
	Materiales	\$/HA	0	140	242
	<b>Total</b>	\$/HA	0	14595	30479
Primera poda	Mano de obra	\$/HA	3406	5109	6812
	Ropa de seguridad	\$/HA	13	14	16
	Marcación	\$/HA	2129	3204	4257
	Materiales	\$/HA	9	10	11
	<b>Total</b>	\$/HA	5557	8338	11096
Raleo a Desecho	Mano de Obra	\$/HA	5458	8188	10916
	Ropa de seguridad	\$/HA	29	32	36
	Materiales	\$/HA	112	124	135
	<b>Total</b>	\$/HA	5599	8345	11086
Segunda poda	Mano de obra	\$/HA	6833	10251	13645
	Ropa de seguridad	\$/HA	26	29	32
	Materiales	\$/HA	40	43	48
	<b>Total</b>	\$/HA	6900	10323	13725
Tercera poda	Mano de obra	\$/HA	3406	5109	6812
	Ropa de seguridad	\$/HA	13	14	16
	Marcación	\$/HA	1071	1597	2129
	Materiales	\$/HA	20	21	24
	<b>Total</b>	\$/HA	4510	6742	8980
Raleo Comercial	Mano de obra	\$/HA	8569	12855	17138
	Ropa de seguridad	\$/HA	123	137	151
	Materiales	\$/HA	472	524	568
	<b>Total</b>	\$/HA	9164	13516	17857

### COSTOS MANTECION

ITEM		UNID	PP4011	PP4012	PP4013
Costos mantención	Cortafuego	\$/HA	7340	7875	8411

### COSTOS DE ADMINISTRACION

ITEM		UNID.	PP4011	PP4012	PP4013
Impuestos		(%)	0	0	0
Supervisión		\$/HA	1469	1632	1795
Seguro incendios, heladas y daños por viento		\$/HA	2944	3271	3599
Depreciación		\$/HA	0	0	0

### COSTOS DE PROTECCION FORESTAL

ITEM		UNID.	CS3011	CS3012	CS3013
Control y combate de incendios		\$/HA	2570	2856	3142
Guardería		\$/HA	2203	2448	2693
Control plagas y enfermedades	Control de conejos	\$/HA	4354	4838	5322

## RESUMEN DE COSTOS EN PINO PIÑONERO

### COSTOS DE COSECHA

ITEM		UNID.	PP4011	PP4012	PP4013
Cosecha frutos años 15-20	Mano de obra	\$/HA	45479	68227	90958
	Ropa de seguridad	\$/HA	539	599	658
	<b>Total</b>	\$/HA	46018	68826	91616
Clasificación y ensa- cado años 15-20	Mano de obra	\$/HA	32748	49128	65496
	Ropa de seguridad	\$/HA	384	432	474
	<b>Total</b>	\$/HA	33132	49560	65970
Cosecha frutos años 20-40	Mano de obra	\$/HA	75805	113721	151610
	Ropa de seguridad	\$/HA	899	1000	1097
	<b>Total</b>	\$/HA	76704	114721	152707
Clasificación y ensa- cado años 20-40	Mano de obra	\$/HA	54580	81880	109160
	Ropa de seguridad	\$/HA	640	720	790
	<b>Total</b>	\$/HA	55220	82600	109950
Volteo	Mano de obra	\$/HA	30860	46296	61721
	Ropa de seguridad	\$/HA	165	184	202
	Materiales	\$/HA	632	702	773
	<b>Total</b>	\$/HA	31658	47182	62695
Madereo		\$/HA	314639	336826	370508
Construcción caminos		\$/HA	331155	367950	404745
Campamentos		\$/HA	32400	36000	39600

**ANEXO V**

**INGRESOS POR PRODUCTOS**

## RESUMEN DE INGRESOS EN PINO PIÑONERO

### INGRESOS POR PRODUCTO MADERERO

PRODUCTOS	PRIMER RALEO			COSECHA		
	Porcentaje (%)	Volumen m3/ha	Ingresos \$/ha	Porcentaje (%)	Volumen m3/ha	Ingresos \$/ha
<b>PP4011</b>						
Madera aserrada	43	11,3	115674	68	92	941845
Madera pulpable	57	15,1	83725	32	44	242642
<b>Total</b>	100	26,5	199399		136	1184488
<b>PP4012</b>						
Madera aserrada	43	11,3	105161	68	92	855876
Madera pulpable	57	15,1	76114	32	44	222200
<b>Total</b>	100	26,5	181275		136	1078076
<b>PP4013</b>						
Madera aserrada	43	11,3	94648	68	92	770316
Madera pulpable	57	15,1	68502	32	44	199980
<b>Total</b>	100	26,5	163151	100	136	970296

### INGRESOS POR PRODUCCION DE SEMILLAS

AÑOS	PP4011	Ingresos \$/ha	PP4012	Ingresos \$/ha	PP4013	Ingresos \$/ha
	Cantidad Kg/ha/año		Cantidad Kg/ha/año		Cantidad Kg/ha/año	
0-15	0	0	0	0	0	0
15-20	600	277200	600	252000	600	226800
20-40	1000	462000	1000	420000	1000	378000
<b>Total</b>	1600	739200	1600	672000	1600	604800

**ANEXO VI**

**FLUJOS DE FONDO CON Y SIN BONIFICACION**

Evaluación económica Pinus pinea

PP4011 Pino piñonero, rotación 40 años  
 Modalidad 1: Costos bajos- Precios altos  
 Tipo de manejo: Intensivo  
 Objetivos: Producción de frutos, madera aserrada y pulpable.

Año	Costos					Ingresos	Flujo de Fondos	
	Establecimiento	Manejo	Mantenimiento	Administración	Protección			
0	209850			4413	4774		-219037	
1				4413	4774		-9187	
2			7340	4413	4774		-16526	
3				4413	4774		-9187	
4			7340	4413	4774		-16526	
5				4413	4774		-9187	
6			7340	4413	4774		-16526	
7				4413	4774		-9187	
8		11156	7340	4413	4774		-27682	
9				4413	4774		-9187	
10			7340	4413	4774		-16526	
11				4413	4774		-9187	
12			7340	4413	4774		-16526	
13				4413	4774		-9187	
14		6900	7340	4413	4774		-23426	
15		79150		4413	4774	277200	188863	
16		79150	7340	4413	4774	277200	181523	
17		79150		4413	4774	277200	188863	
18		79150	7340	4413	4774	277200	181523	
19		79150		4413	4774	277200	188863	
20		92824	7340	4413	4774	476599	367248	
21		131924		4413	4774	462000	320889	
22		131924	7340	4413	4774	462000	313550	
23		131924		4413	4774	462000	320889	
24		131924	7340	4413	4774	462000	313550	
25		131924		4413	4774	462000	320889	
26		131924	7340	4413	4774	462000	313550	
27		131924		4413	4774	462000	320889	
28		131924	7340	4413	4774	462000	313550	
29		131924		4413	4774	462000	320889	
30		131924	7340	4413	4774	462000	313550	
31		131924		4413	4774	462000	320889	
32		131924	7340	4413	4774	462000	313550	
33		131924		4413	4774	462000	320889	
34		131924	7340	4413	4774	462000	313550	
35		131924		4413	4774	462000	320889	
36		131924	7340	4413	4774	462000	313550	
37		131924		4413	4774	462000	320889	
38		131924	7340	4413	4774	462000	313550	
39		131924		4413	4774	462000	320889	
40		841775		4413	4774	1646488	795526	
VES:		\$ 340.551	VES:		\$ 723.292	VES:		\$ 1.434.534
TASA		10%	TASA		8%	TASA		6%



Evaluación económica Pinus pinea

PP4013 Pino piñonero, rotación 40 años  
 Modalidad 3: Costos altos- Precios bajos  
 Tipo de manejo: Intensivo  
 Objetivos: Producción de frutos, madera aserrada y pulpable.

Año	Costos				Ingresos	Flujo de Fondos	
	Establecimiento	Manejo	Mantenimiento	Administración			
0	449663			5394	5834	-460891	
1		30479		5394	5834	-41707	
2			8411	5394	5834	-19638	
3				5394	5834	-11228	
4			8411	5394	5834	-19638	
5				5394	5834	-11228	
6			8411	5394	5834	-19638	
7				5394	5834	-11228	
8		22182	8411	5394	5834	-41821	
9				5394	5834	-11228	
10			8411	5394	5834	-19638	
11				5394	5834	-11228	
12			8411	5394	5834	-19638	
13				5394	5834	-11228	
14		13725	8411	5394	5834	-33363	
15		157586		5394	5834	226800	
16		157586	8411	5394	5834	226800	
17		157586		5394	5834	226800	
18		157586	8411	5394	5834	226800	
19		157586		5394	5834	226800	
20		184423	8411	5394	5834	389951	
21		262657		5394	5834	378000	
22		262657	8411	5394	5834	378000	
23		262657		5394	5834	378000	
24		262657	8411	5394	5834	378000	
25		262657		5394	5834	378000	
26		262657	8411	5394	5834	378000	
27		262657		5394	5834	378000	
28		262657	8411	5394	5834	378000	
29		262657		5394	5834	378000	
30		262657	8411	5394	5834	378000	
31		262657		5394	5834	378000	
32		262657	8411	5394	5834	378000	
33		262657		5394	5834	378000	
34		262657	8411	5394	5834	378000	
35		262657		5394	5834	378000	
36		262657	8411	5394	5834	378000	
37		262657		5394	5834	378000	
38		262657	8411	5394	5834	378000	
39		262657		5394	5834	378000	
40		1140206		5394	5834	1348296	
VES: -\$ 412 804						VES: -\$ 316 646	VES: -\$ 138 038
TASA 10%						TASA 8%	TASA 6%

Evaluación económica Pinus pinea con bonificación

PP4011 Pino piñonero, rotación 40 años  
 Modalidad 1: Costos bajos- Precios altos  
 Tipo de manejo: Intensivo  
 Objetivos: Producción de frutos, madera aserrada y pulpable.

Año	Costos				Ingresos		Flujo de Fondos	
	Establecimiento	Manejo	Mantenimiento	Administración	Protección	Bonificación		Producción
0	209850			4413	4774			-219037
1				4413	4774	61111		51924
2			7340	4413	4774	2814		-13712
3				4413	4774	2814		-6373
4			7340	4413	4774	2814		-13712
5				4413	4774	2814		-6373
6			7340	4413	4774	826		-15700
7				4413	4774	826		-8361
8		11156	7340	4413	4774	826		-26856
9				4413	4774	19625		10438
10			7340	4413	4774	826		-15700
11				4413	4774	826		-8361
12			7340	4413	4774	826		-15700
13				4413	4774	826		-8361
14		6900	7340	4413	4774	826		-22600
15		79150		4413	4774	17425	277200	206288
16		79150	7340	4413	4774	826	277200	182349
17		79150		4413	4774	826	277200	189689
18		79150	7340	4413	4774	826	277200	182349
19		79150		4413	4774	826	277200	189689
20		92824	7340	4413	4774	826	476599	368074
21		131924		4413	4774	826	462000	321715
22		131924	7340	4413	4774	826	462000	314376
23		131924		4413	4774	826	462000	321715
24		131924	7340	4413	4774	826	462000	314376
25		131924		4413	4774	826	462000	321715
26		131924	7340	4413	4774	826	462000	314376
27		131924		4413	4774	826	462000	321715
28		131924	7340	4413	4774	826	462000	314376
29		131924		4413	4774	826	462000	321715
30		131924	7340	4413	4774	826	462000	314376
31		131924		4413	4774	826	462000	321715
32		131924	7340	4413	4774	826	462000	314376
33		131924		4413	4774	826	462000	321715
34		131924	7340	4413	4774	826	462000	314376
35		131924		4413	4774	826	462000	321715
36		131924	7340	4413	4774	826	462000	314376
37		131924		4413	4774	826	462000	321715
38		131924	7340	4413	4774	826	462000	314376
39		131924		4413	4774	826	462000	321715
40		841775		4413	4774	826	1646488	796352
VES:		\$ 421.108		VES:	\$ 809 695		VES:	\$ 1.528 387
TASA		10%		TASA	8%		TASA	6%

Evaluación económica Pinus pinea con bonificación

PP4012 Pino piñonero, rotación 40 años  
 Modalidad 2: Costos y precios probables  
 Tipo de manejo: Intensivo  
 Objetivos: Producción de frutos, madera aserrada y pulpable.

Año	Costos				Ingresos		Flujo de Fondos	
	Establecimiento	Manejo	Mantenimiento	Administración	Protección	Bonificación		Producción
0	280669			4903	5304			-290876
1		14595		4903	5304	61111		36309
2			7875	4903	5304	2814		-15268
3				4903	5304	2814		-7393
4			7875	4903	5304	2814		-15268
5				4903	5304	2814		-7393
6			7875	4903	5304	826		-17256
7				4903	5304	826		-9381
8		16682	7875	4903	5304	826		-33939
9				4903	5304	19625		9418
10			7875	4903	5304	826		-17256
11				4903	5304	826		-9381
12			7875	4903	5304	826		-17256
13				4903	5304	826		-9381
14		10323	7875	4903	5304	826		-27579
15		118386		4903	5304	17425	252000	140832
16		118386	7875	4903	5304	826	252000	116358
17		118386		4903	5304	826	252000	124233
18		118386	7875	4903	5304	826	252000	116358
19		118386		4903	5304	826	252000	124233
20		138644	7875	4903	5304	826	433275	277375
21		197321		4903	5304	826	420000	213297
22		197321	7875	4903	5304	826	420000	205422
23		197321		4903	5304	826	420000	213297
24		197321	7875	4903	5304	826	420000	205422
25		197321		4903	5304	826	420000	213297
26		197321	7875	4903	5304	826	420000	205422
27		197321		4903	5304	826	420000	213297
28		197321	7875	4903	5304	826	420000	205422
29		197321		4903	5304	826	420000	213297
30		197321	7875	4903	5304	826	420000	205422
31		197321		4903	5304	826	420000	213297
32		197321	7875	4903	5304	826	420000	205422
33		197321		4903	5304	826	420000	213297
34		197321	7875	4903	5304	826	420000	205422
35		197321		4903	5304	826	420000	213297
36		197321	7875	4903	5304	826	420000	205422
37		197321		4903	5304	826	420000	213297
38		197321	7875	4903	5304	826	420000	205422
39		197321		4903	5304	826	420000	213297
40		985280		4903	5304	826	1498076	503415
VES TASA		\$ 95.302 10%		VES TASA	\$ 342.010 8%		VES TASA	\$ 797.662 6%

Evaluación económica Pinus pinea con bonificación

PP4013 Pino piñonero, rotación 40 años  
 Modalidad 3: Costos altos- Precios bajos  
 Tipo de manejo: Intensivo  
 Objetivos: Producción de frutos, madera aserrada y pulpable.

Año	Costos				Ingresos		Flujo de Fondos				
	Establecimiento	Manejo	Mantenimiento	Administración	Protección	Bonificación		Producción			
0	449663			3599	5834			-459096			
1		30479		5394	5834	61111		19404			
2			8411	5394	5834	2814		-16824			
3				5394	5834	2814		-8414			
4			8411	5394	5834	2814		-16824			
5				5394	5834	2814		-8414			
6			8411	5394	5834	826		-18812			
7				5394	5834	826		-10402			
8		22182	8411	5394	5834	826		-40995			
9				5394	5834	19625		8397			
10			8411	5394	5834	826		-18812			
11				5394	5834	826		-10402			
12			8411	5394	5834	826		-18812			
13				5394	5834	826		-10402			
14		13725	8411	5394	5834	826		-32537			
15		157586		5394	5834	17425	226800	75411			
16		157586	8411	5394	5834	826	226800	50402			
17		157586		5394	5834	826	226800	58812			
18		157586	8411	5394	5834	826	226800	50402			
19		157586		5394	5834	826	226800	58812			
20		184423	8411	5394	5834	826	389951	186715			
21		262657		5394	5834	826	378000	104941			
22		262657	8411	5394	5834	826	378000	96531			
23		262657		5394	5834	826	378000	104941			
24		262657	8411	5394	5834	826	378000	96531			
25		262657		5394	5834	826	378000	104941			
26		262657	8411	5394	5834	826	378000	96531			
27		262657		5394	5834	826	378000	104941			
28		262657	8411	5394	5834	826	378000	96531			
29		262657		5394	5834	826	378000	104941			
30		262657	8411	5394	5834	826	378000	96531			
31		262657		5394	5834	826	378000	104941			
32		262657	8411	5394	5834	826	378000	96531			
33		262657		5394	5834	826	378000	104941			
34		262657	8411	5394	5834	826	378000	96531			
35		262657		5394	5834	826	378000	104941			
36		262657	8411	5394	5834	826	378000	96531			
37		262657		5394	5834	826	378000	104941			
38		262657	8411	5394	5834	826	378000	96531			
39		262657		5394	5834	826	378000	104941			
40		1140206		5394	5834	826	1348296	197688			
VES:		-\$ 330 451		VES:		-\$ 228 448		VES		-\$ 42 390	
TASA		10%		TASA		8%		TASA		6%	

ANEXO VII

VALOR ECONOMICO DEL SUELO ( \$/ M<sup>3</sup>)

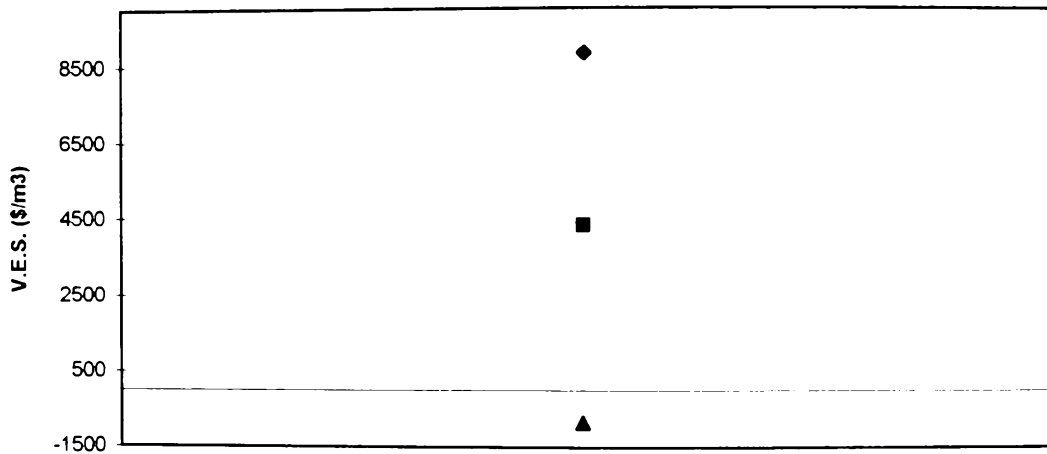
## Pinus pinea SIN BONIFICACIÓN

Valores económicos del suelo: \$/m<sup>3</sup>

Tasa de actualización: 6%

MODALIDAD	V.E.S.
Costos bajos-precios altos	8844,23
Costos y precios probables	4339,14
Costos altos-precios bajos	-851,03

Pinus pinea SIN BONIFICACION  
VALOR ECONOMICO DEL SUELO (\$/m<sup>3</sup>)  
TASA DE ACTUALIZACION: 6 %



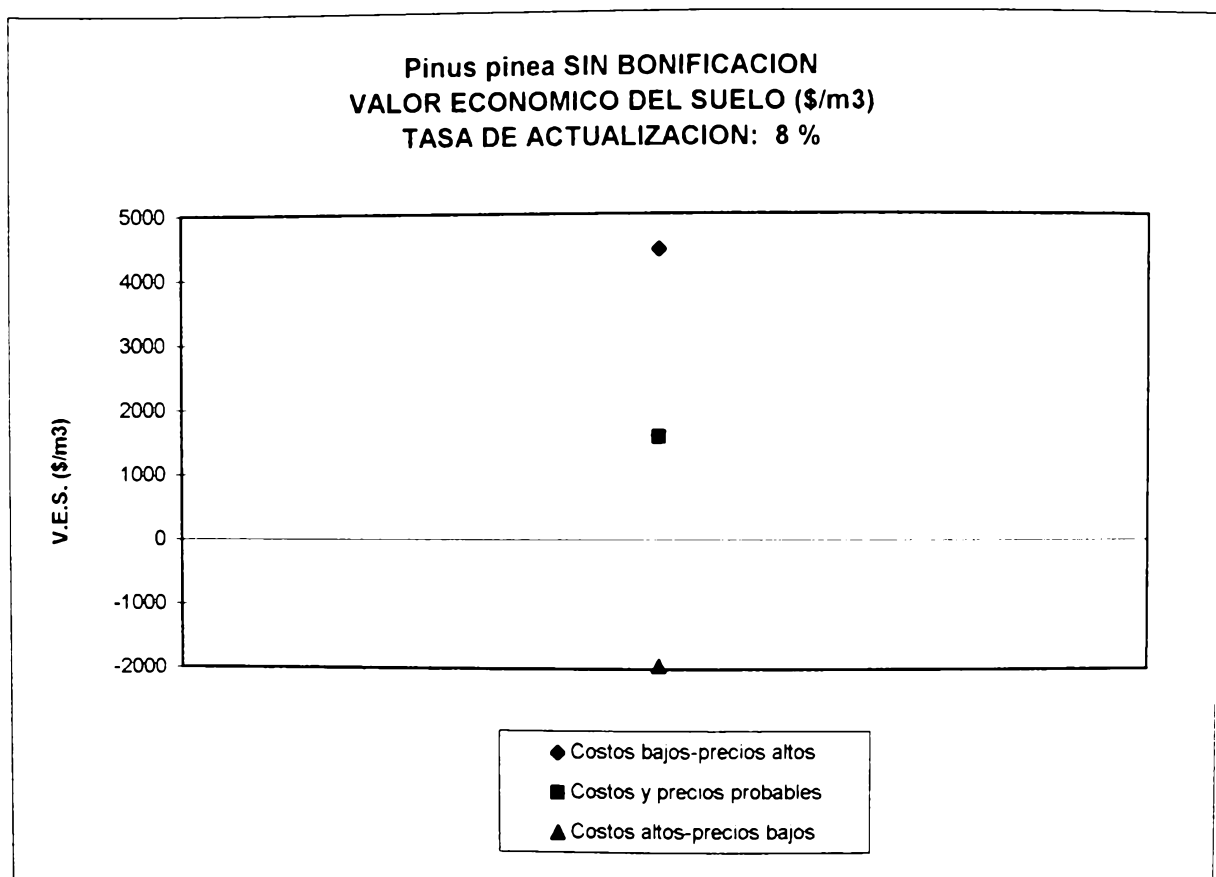
- ◆ Costos bajos-precios altos
- Costos y precios probables
- ▲ Costos altos-precios bajos

## Pinus pinea SIN BONIFICACIÓN

Valores económicos del suelo: \$/m<sup>3</sup>

Tasa de actualización: 8%

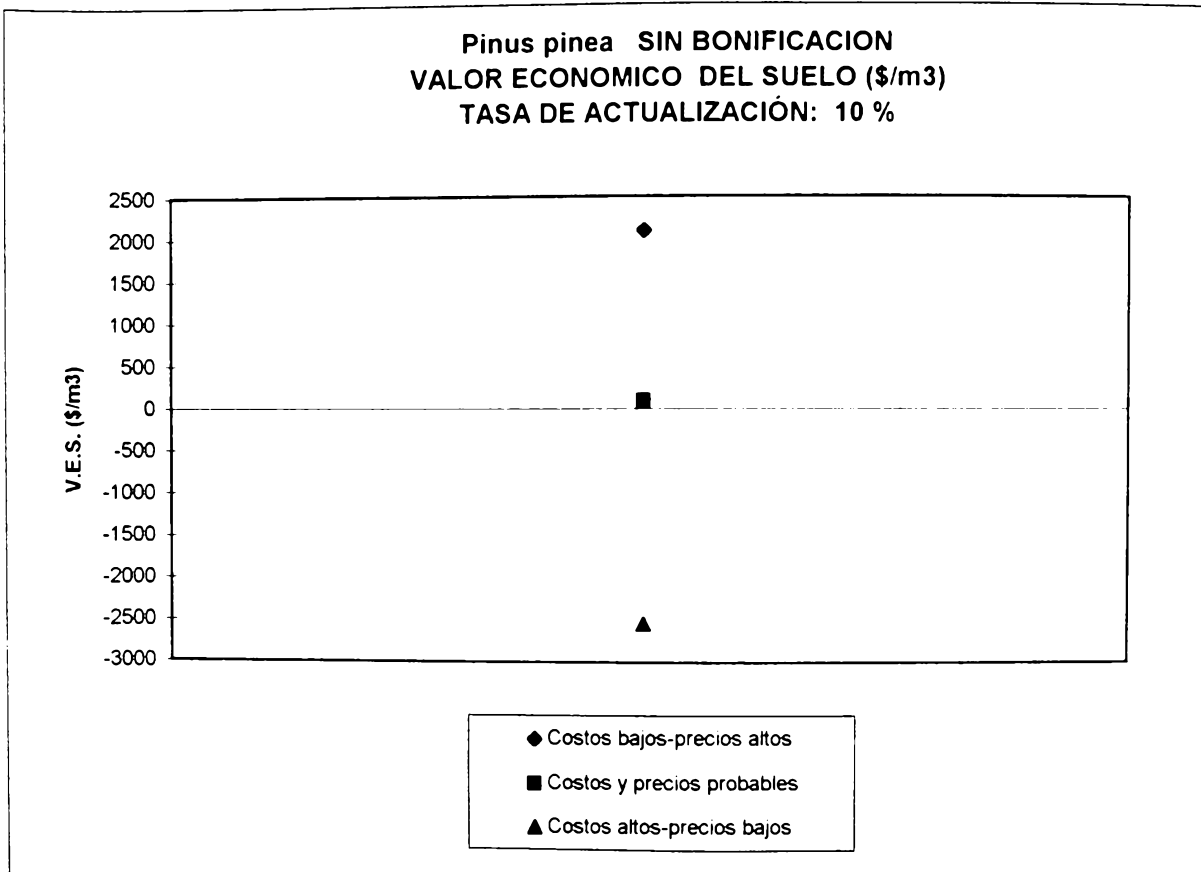
MODALIDAD	V.E.S.
Costos bajos-precios altos	4459,26
Costos y precios probables	1575,87
Costos altos-precios bajos	-1952,19



### Pinus pinea SIN BONIFICACIÓN

Valores económicos del suelo: \$/m3  
Tasa de actualización: 10%

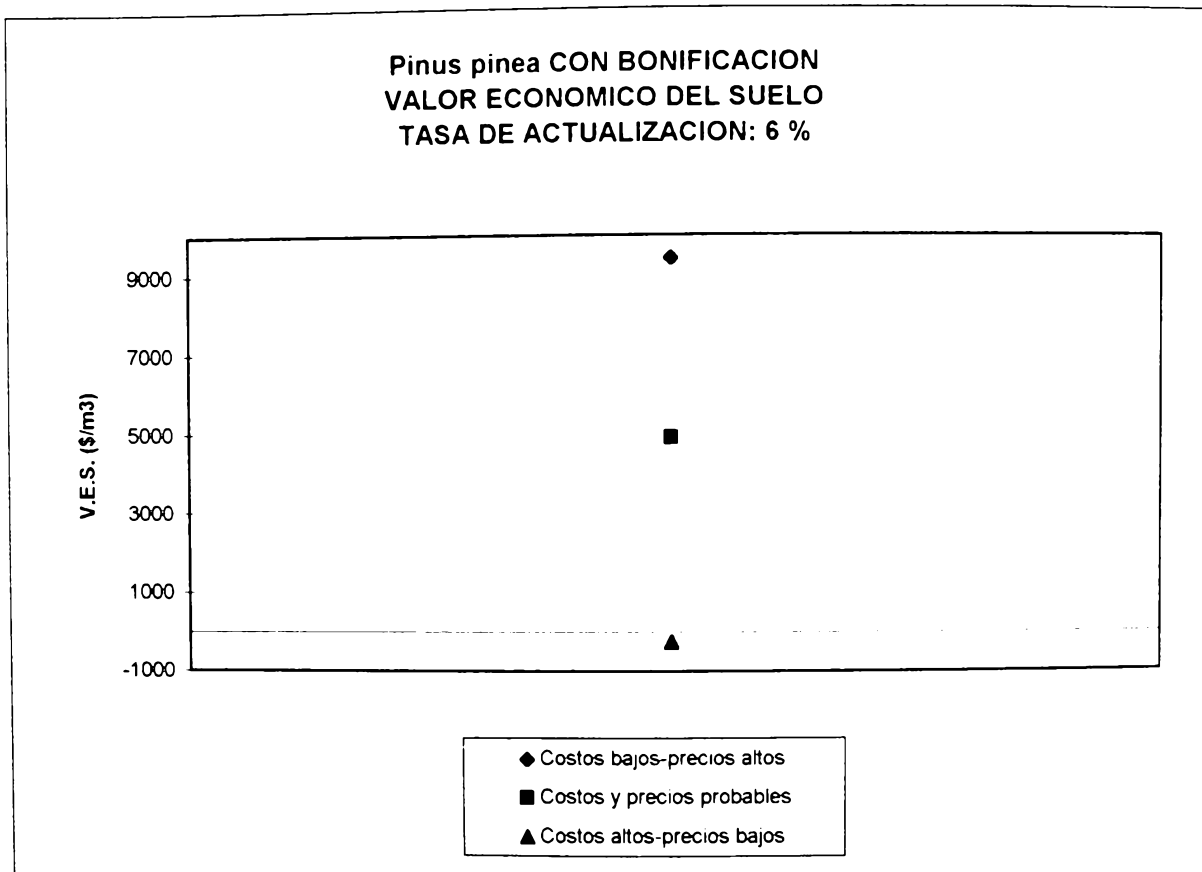
MODALIDAD	V.E.S.
Costos bajos-precios altos	2099,6
Costos y precios probables	90,91
Costos altos-precios bajos	-2545,03



## Pinus pinea CON BONIFICACIÓN

Valores económicos del suelo: \$/m<sup>3</sup>  
Tasa de actualización: 6%

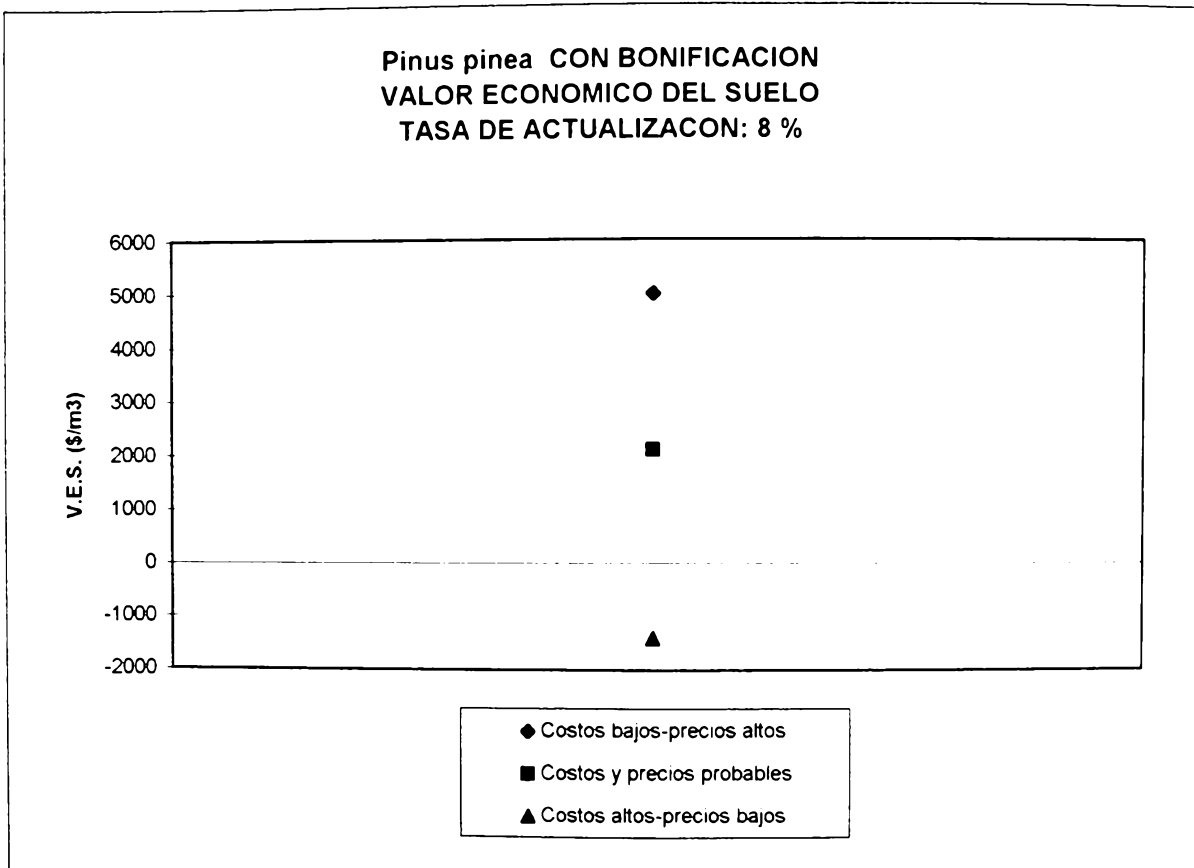
MODALIDAD	V.E.S.
Costos bajos-precios altos	9422,85
Costos y precios probables	4917,77
Costos altos-precios bajos	-261,34



## Pinus pinea CON BONIFICACIÓN

Valores económicos del suelo: \$/m<sup>3</sup>  
Tasa de actualización: 8%

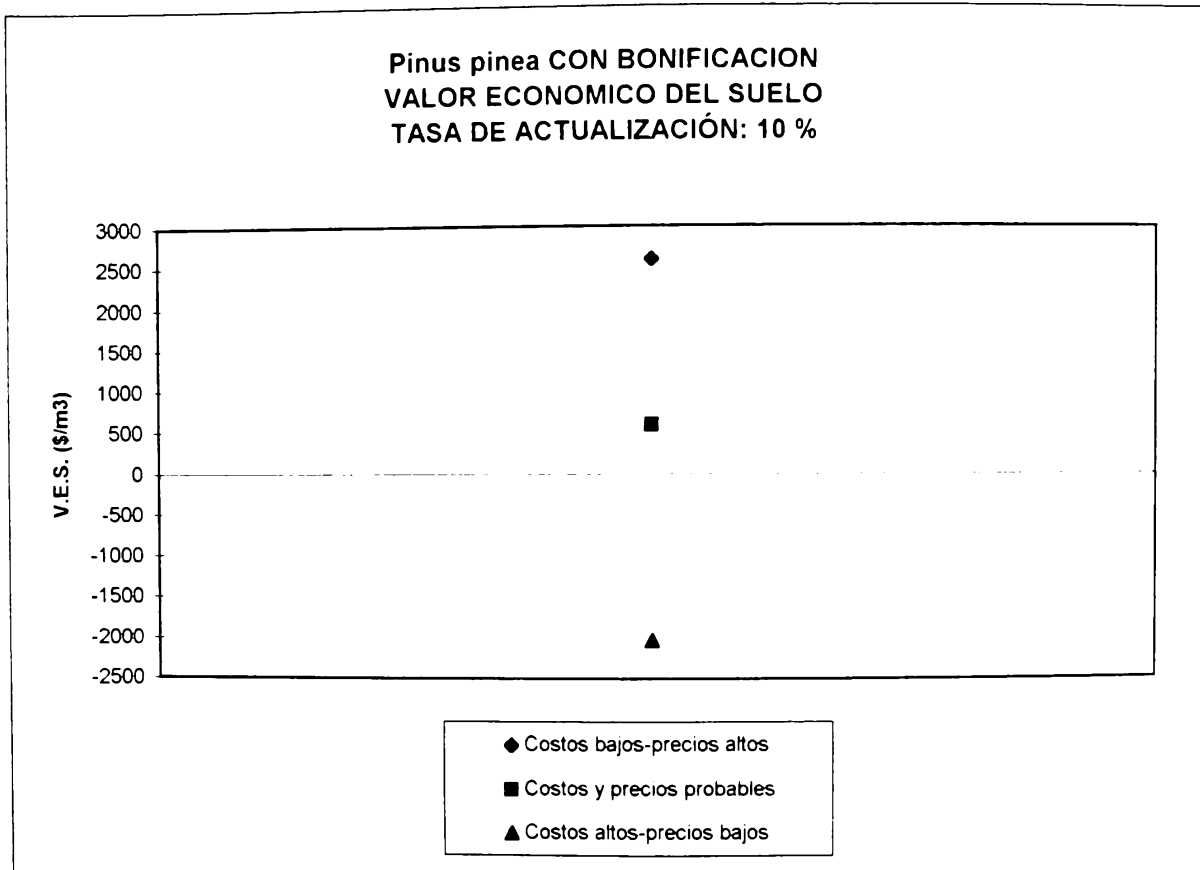
MODALIDAD	V.E.S.
Costos bajos-precios altos	4991,96
Costos y precios probables	2108,57
Costos altos-precios bajos	-1408,43



## Pinus pinea CON BONIFICACIÓN

Valores económicos del suelo: \$/m<sup>3</sup>  
Tasa de actualización: 10%

MODALIDAD	V.E.S.
Costos bajos-precios altos	2596,2
Costos y precios probables	587,56
Costos altos-precios bajos	-2037,31



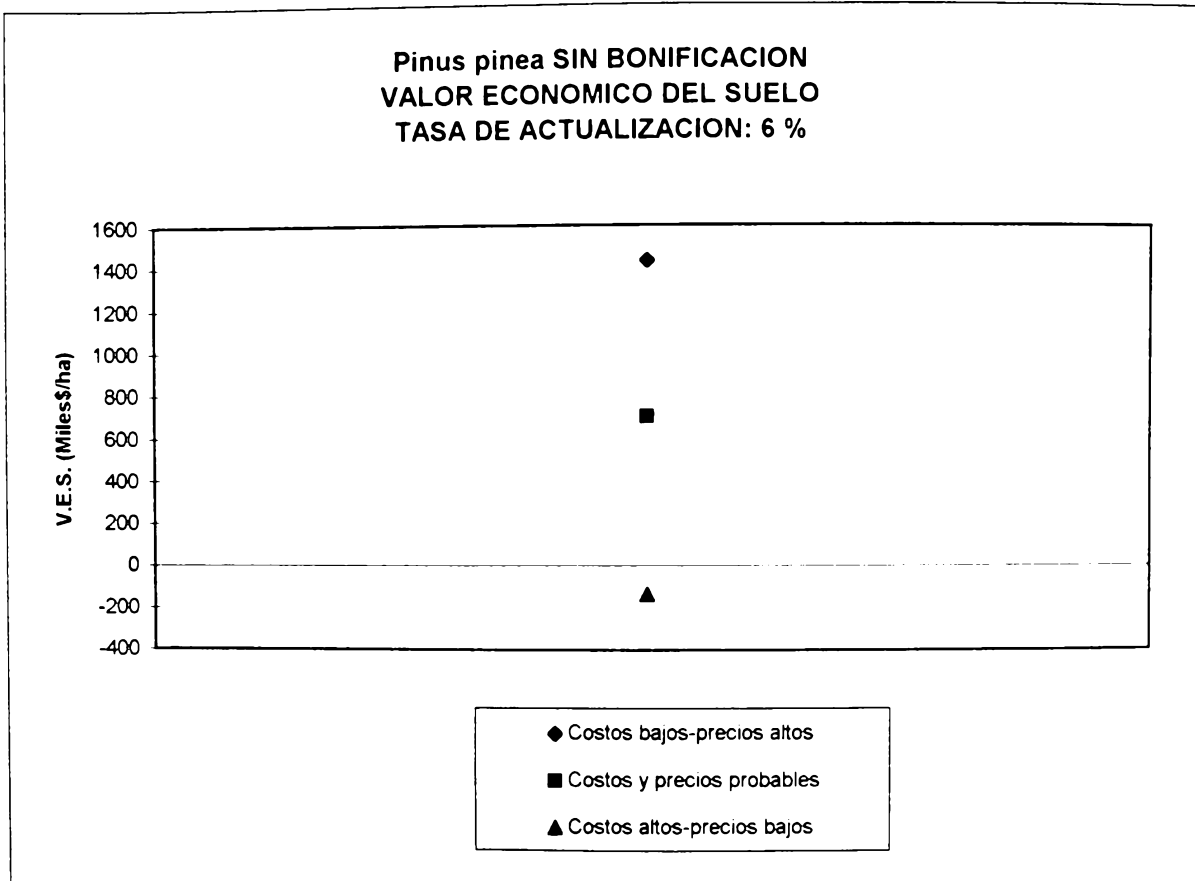
ANEXO VIII

VALOR ECONOMICO DEL SUELO  
( MILES \$/ HA)

## Pinus pinea SIN BONIFICACIÓN

Valores económicos del suelo: Miles\$/ha  
Tasa de actualización: 6%

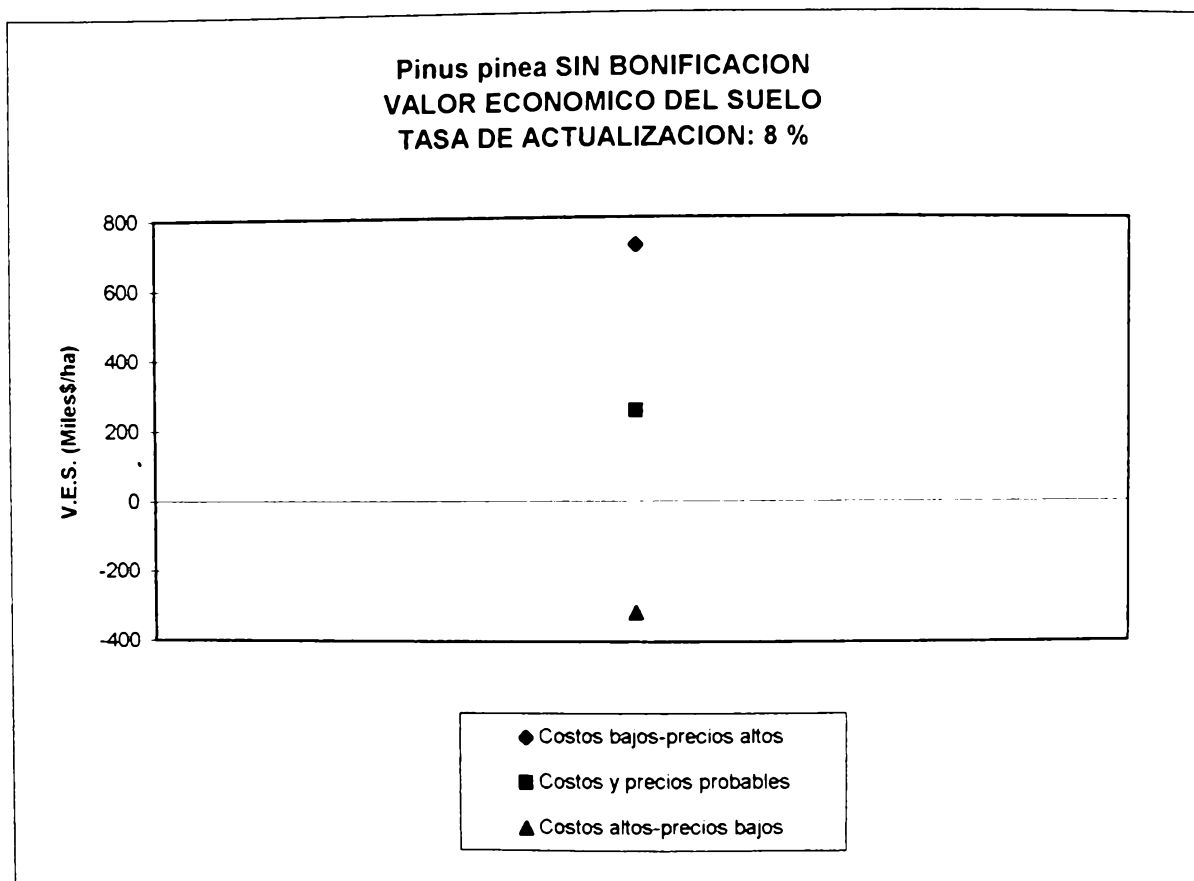
MODALIDAD	V.E.S.
Costos bajos-precios altos	1434,53
Costos y precios probables	703,81
Costos altos-precios bajos	-138,04



## Pinus pinea SIN BONIFICACIÓN

Valores económicos del suelo: Miles\$/ha  
Tasa de actualización: 8%

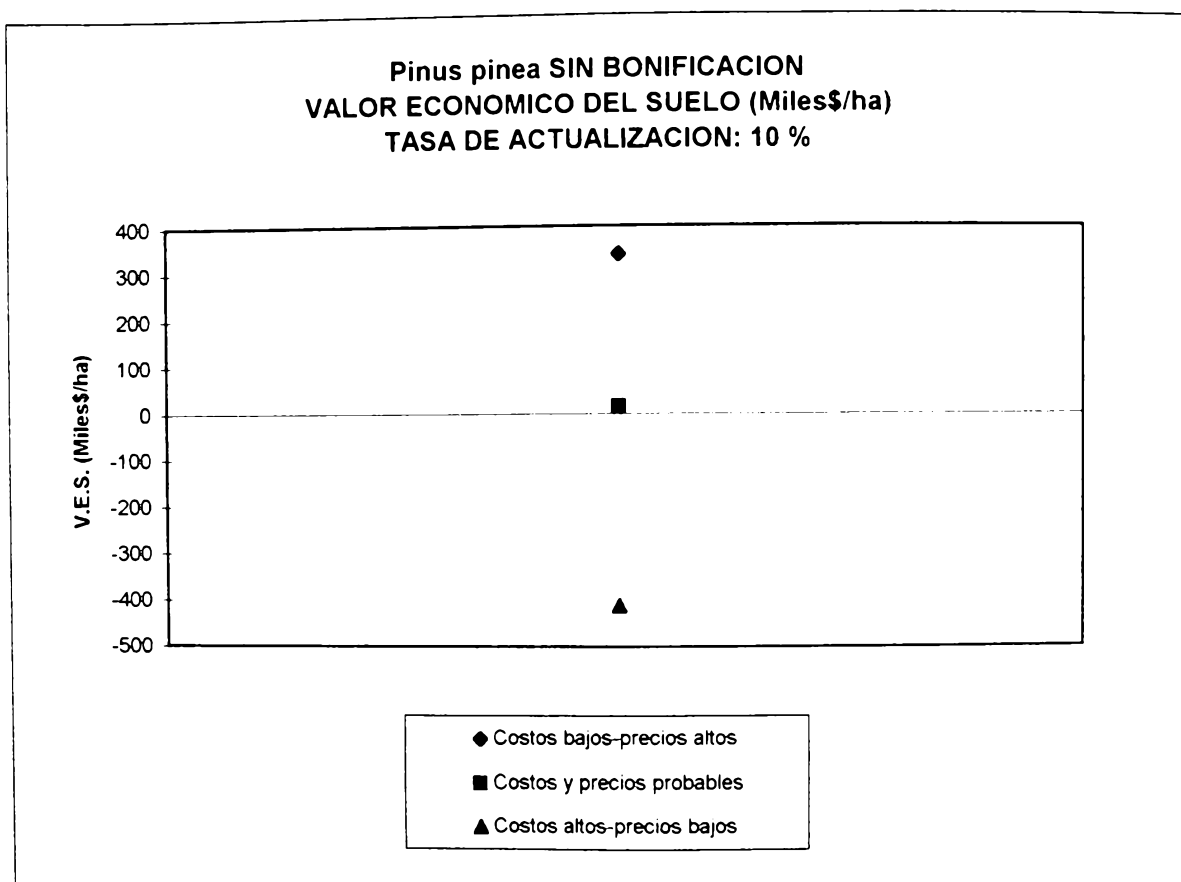
MODALIDAD	V.E.S.
Costos bajos-precios altos	723,29
Costos y precios probables	255,61
Costos altos-precios bajos	-316,65



## Pinus pinea SIN BONIFICACIÓN

Valores económicos del suelo: Miles\$/ha  
Tasa de actualización: 10%

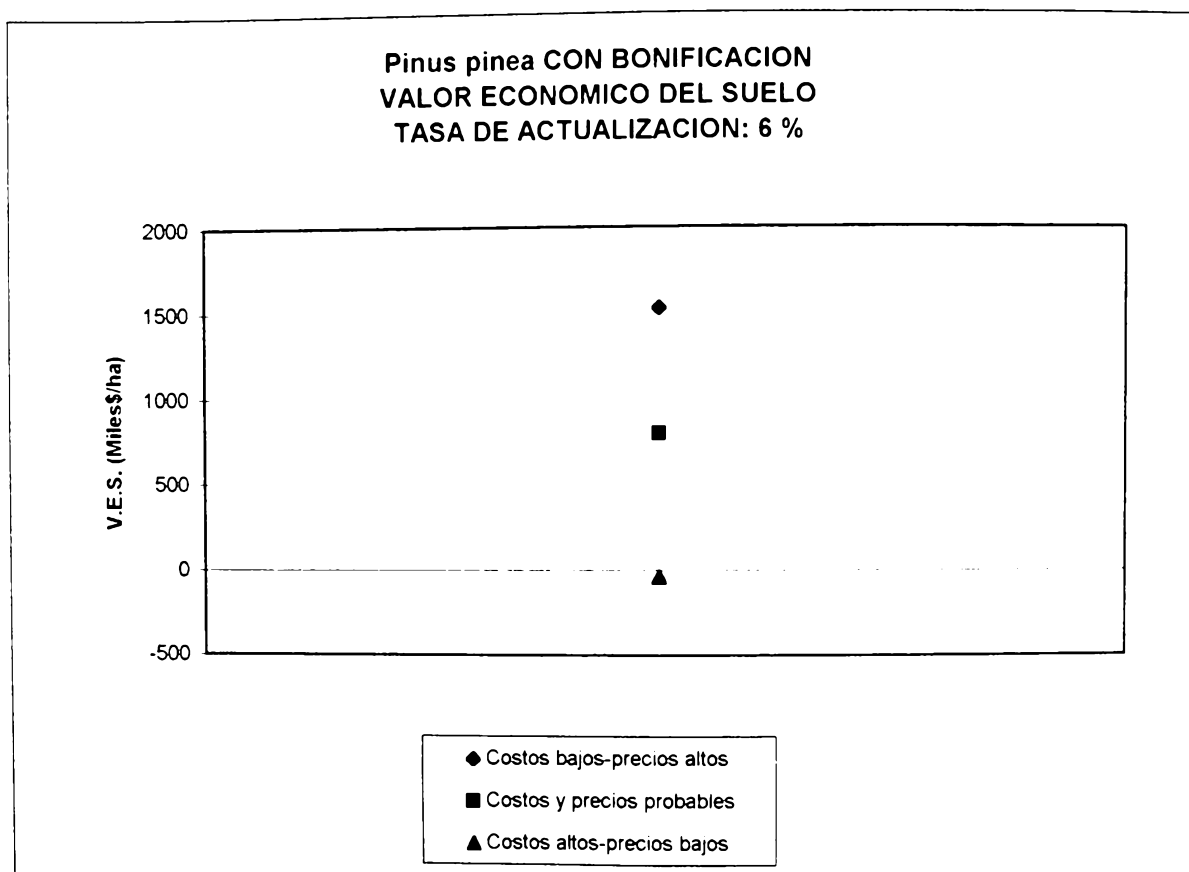
MODALIDAD	V.E.S.
Costos bajos-precios altos	340,6
Costos y precios probables	14,75
Costos altos-precios bajos	-412,80



## Pinus pinea CON BONIFICACIÓN

Valores económicos del suelo: Miles\$/ha  
Tasa de actualización: 6%

MODALIDAD	V.E.S.
Costos bajos-precios altos	1528,39
Costos y precios probables	797,66
Costos altos-precios bajos	-42,39

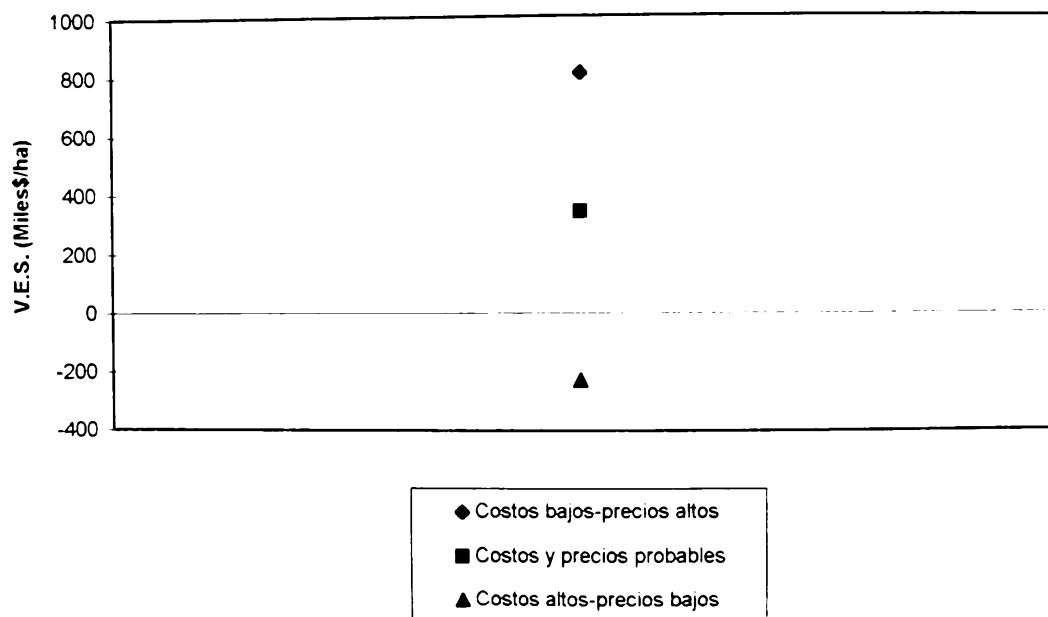


## Pinus pinea CON BONIFICACIÓN

Valores económicos del suelo: Miles\$/ha  
Tasa de actualización: 8%

MODALIDAD	V.E.S.
Costos bajos-precios altos	809,70
Costos y precios probables	342,01
Costos altos-precios bajos	-228,45

### Pinus pinea CON BONIFICACION VALOR ECONOMICO DEL SUELO TASA DE ACTUALIZACION: 8 %

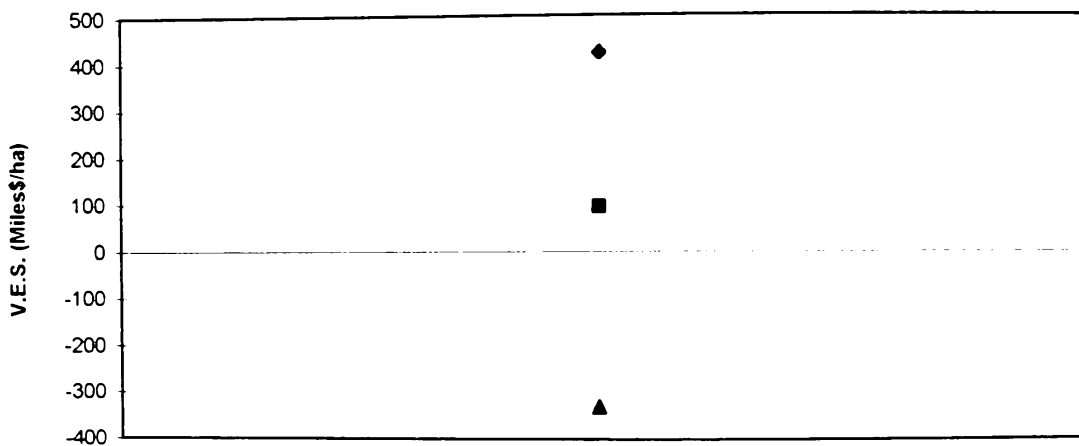


## Pinus pinea CON BONIFICACIÓN

Valores económicos del suelo: Miles\$/ha  
Tasa de actualización: 10%

MODALIDAD	V.E.S.
Costos bajos-precios altos	421,1
Costos y precios probables	95,30
Costos altos-precios bajos	-330,45

### Pinus pinea CON BONIFICACION VALOR ECONOMICO DEL SUELO TASA DE ACTUALIZACION: 10 %



- ◆ Costos bajos-precios altos
- Costos y precios probables
- ▲ Costos altos-precios bajos

**ANEXO IX**

**CUADRO RESUMEN**

**CUADRO RESUMEN Pinus pinea**

ITEM	COMENTARIOS	CITAS BIBLIOGRAFICAS
Distribución	- Se ubica entre los 33° y 44°N , esto es la Península Ibérica, norte y este del Mediterráneo. En Chile se ha encontrado desde la V a la IX Región.	Webb et al. (1984); INFOR (1995).
Descripción	- Arbol de hábito simpódico, de hasta 30 m de alto. Tronco generalmente se bifurca en un grupo de ramas, cilíndrico con corteza profundamente surcada. Copa típicamente aparasolada.	Serra (1987); Lanner (1989); Montoya (1990).
Aspectos Reproductivos	<p>- Pino piñonero florece entre septiembre y noviembre.</p> <p>- Los conos maduran en el otoño del tercer año y poseen semillas de testa gruesa que contienen a los piñones, fruto comestible muy apreciado. la cual madura entre septiembre y enero.</p> <p>- La diseminación de sus semillas es principalmente por gravedad, debido a que es pesada y de ala rudimentaria.</p> <p>- El número de semillas por kilo varía entre 1.200 y 1.400</p>	<p>García de Pedraza y Pallares(1978). García de Pedraza y Pallares(1978); Crawford (1995) Montoya (1995).</p> <p>Webb et al. (1984); Gil y Prada (1993).</p>
Aspectos Genéticos	<p>- Se le conoce la variedad "fragilis", que posee una delgada y blanda cubierta de la semilla.</p> <p>- 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>	<p>Mirov (1967); Molina (1990).  Catalán (1989).</p>
Requerimientos Ecológicos	<p><u>Clima:</u></p> <p>- Las precipitaciones varían entre los 400 y 800 mm con régimen de lluvia invernal.</p> <p>- La temperatura mínima es de -12°C y la máxima de hasta 41°C.</p> <p>- La temperatura media anual oscila entre 14 y 18°C.</p> <p><u>Suelos:</u></p> <p>- Crece en suelos de texturas variables desde arcillo-limoso a franco arenoso, pero no tolera los arcillosos.</p> <p>- Se encuentra en suelos de diferentes profundidades, prefiriendo los profundos, con drenaje libre, pH de 4 a 9 y no es muy exigente en cuanto a nutrientes.</p> <p>- Pino piñonero crece sobre suelos de origen volcánico, graníticos y derivados de aluviones fluviales.</p> <p><u>Altitud:</u></p> <p>Su rango de distribución es extenso, presentándose desde los 0-2.500 m.s.n.m., aunque es más frecuente hasta los 1.000 m.s.n.m.</p>	<p>Webb et al. (1984).</p> <p>Montoya(1990).</p> <p>Webb et al. (1984).</p> <p>Cianco et al. (1986); Montoya, (1990). Webb et al. (1984); Montoya, (1990). Cianco et al. (1986);</p> <p>Webb et al. (1984); Gil y Abellanas (1989).</p>

<p>Plagas y Enfermedades</p>	<p><b>Entomológicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Insectos del género <b>Thaumetopea</b> causando defoliaciones y afectando el crecimiento de la especie.</li> <li>- <b>Acantholyda hieroglyphica</b> también causa defoliaciones aunque no es muy apreciable</li> <li><b>Palaecoccus fuscipennis</b> ha sido una plaga en Huelva (España) que se controla biológicamente con <b>Novius cruentatus</b> y dos especies de dípteros del género <b>Cryptochaetum</b>.</li> <li>- <b>Rhyacionia buoliana</b> afecta los brotes de la especie, constituyendo una plaga potencial para pino piñonero en Chile.</li> <li>- <b>Pissodes validirostris</b> ataca los conos en su tercer año de edad causando serios daños cuando es larva y en estado adulto ataca las ramillas nuevas.</li> <li>- Una avispa que ataca a las semillas de pino piñonero es <b>Megastigmus sp.</b>, muy considerada por el SAG chileno.</li> <li>- <b>Matsucoccus josephi</b> ataca en estado larval originando heridas en la corteza y fuste pero no llegan a adultas en esta especie.</li> </ul>	<p>Avttzis (1986); Montoya (1990).  Toimil y Acosta (1993).  Cadahia (1984).  Montoya (1990).  De Ferrari (1994).  Foure (1995).  Liphschitz y Mendel (1989).</p>
<p>Plagas y Enfermedades</p>	<p><b>Fungosas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un hongo que ataca preferentemente ramas y tronco es <b>Cenagium ferruginosum</b>, que se manifiesta en una clorosis progresiva de las acículas hasta que se secan y caen. También provoca una decoloración de la madera.</li> <li>- <b>Lophodermium seditiosum</b> es un hongo que se lo considera como plaga potencial en Chile que puede afectar viveros y plantaciones, ocasionando manchas café-amarillo en la base de las copas.</li> <li>- <b>Dothistroma pini</b> 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.</li> <li>- Una especie causante de "escobas de bruja" y que puede finalizar con la muerte de los ejemplares atacados es <b>Elytroderma lusitanicum</b>.</li> <li>- La pudrición de raíces es causada por <b>Rhizina undulata</b>, que actúa en presencia de altas temperaturas.</li> <li>- Pino piñonero es altamente susceptible al ataque de <b>Cronartium flaccidum</b>, que se evidencia por manchas en las acículas.</li> <li>- 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.</li> </ul>	<p>Fonseca y de Azevedo (1990).  Fonseca y de Azevedo (1990).  Fonseca y de Azevedo (1990).  Fonseca y de Azevedo (1990).  Lundquist (1984).  Raddi et al. (1979).  Webb et al. (1984).</p>
<p>Silvicultura y Manejo</p>	<p><b>Regeneración Natural:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pino piñonero regenera en dunas a los 80 a 120 años.</li> <li>- Al ser una especie pionera, se favorece la regeneración una vez que el suelo ha sido quemado o labrado, y cuando no existe competencia.</li> <li>- Rebrotan abundantemente de tocón después de una quema.</li> </ul>	<p>Streets (1962); Montoya (1990). Montoya (1990).  INFOR (1995).</p>

	<p><u>Viverización:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pinus pinea presenta una producción abundante de semillas cada 3 o 4 años.</li> <li>- La colecta de semillas debe realizarse entre otoño y fines de invierno.</li> </ul>	<p>Goor y Barney (1976). USDA (1974).</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 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.</li> <li>- La siembra se realiza en otoño o a fines de invierno-comienzos de primavera, en bolsas de polietileno, en contenedores o directamente en las platabandas, ya sea en surcos o al voleo.</li> <li>- Se considera a las plántulas de 1 año adecuadas para el establecimiento en tierra agrícola y de 2 o más para arena.</li> </ul> <p><u>Plantación:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Esta debe realizarse en los meses de junio y agosto, a una densidad de 4 x 4 m (625 arb/ha) que es ideal para la producción de frutos.</li> </ul>	<p>USDA (1974); Goor y Barney (1976). Montoya (1990); Goor y Barney (1976). Montoya (1990). Montoya (1990).</p>
Tratamiento	<p><u>Tratamientos silviculturales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se recomienda repoblar usando siembra directa. Como es una especie pionera, puede realizarse después de una tala rasa.</li> </ul> <p><u>Raleos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se propone realizar el primer raleo a los 15 años, dejando 600-700 arb/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.</li> <li>- Sin embargo, existe información controvertida al respecto, pues se propone realizar un clareo a los 20 años dejando una densidad de 250 a 275 arb/ha y un raleo a los 40 años dejando 125 a 140 arb/ha.</li> </ul> <p><u>Podas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se recomienda efectuar una primera podad cuando el árbol alcanza un diámetro de 12-15 cm (generalmente a los 3-4 m de altura) y repetirlas cada 5 a 10 años. Se suspenden cuando los árboles poseen 8 a 10 m de altura total.</li> </ul>	<p>Ximénez de Embún y González (1959); Heth (1993). Goor y Barney (1976). Yagüe (1993). Montoya (1990).</p>
Cosecha de frutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Esta se realiza en otoño-invierno en forma manual o mecanizada.</li> </ul>	<p>Goor y Barney (1976).</p>
Uso frutal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La semilla es semejante a la almendra y es utilizado en repostería y pastelería a nivel internacional.</li> </ul>	<p>Infor (1995).</p>
Uso de la madera	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se emplea en carpintería, construcciones y postes de minas; también en construcciones livianas, caja leña y carbón.</li> <li>- Se ha mencionado su uso en revestimientos interiores, molduras y madera aserrada.</li> </ul>	<p>Pedraza (1964). Webb et al.</p>



PROYECTO  
SILVICULTURA DE ESPECIES NO TRADICIONALES:  
UNA MAYOR DIVERSIDAD PRODUCTIVA  
(FONSIP-FIA)

Dirección:  
VERONICA LOEWE



**INFOR**  
INSTITUTO FORESTAL