

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

**EVALUACIÓN ECONÓMICA EN PLANTACIONES ADULTAS
DE *Pseudotsuga menziesii* (MIRB) FRANCO
EN LA PROVINCIA DE VALDIVIA.**

Prof. Guía: Gonzalo Paredes V.

Tesis de Grado presentada como
parte de los requisitos para optar
al Título de Ingeniero Forestal.

RODRIGO ANDRÉS DELMASTRO ANWANDTER

VALDIVIA - CHILE

1997

ÍNDICE DE MATERIAS

1	INTRODUCCIÓN.....	Pág 1
2	REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	3
2.1	Características Generales de la Especie.....	3
2.1.1	Descripción de la Especie.....	4
2.2	Autoecología de la Especie. Los factores del medioambiente..	6
2.2.1	Distribución Natural.....	6
2.2.2	Clima.....	9
2.2.3	Suelo.....	9
2.2.4	Ecología.....	10
2.3	Sitio y Rendimiento.....	11
2.4	Características de la Madera.....	13
2.4.1	Descripción Macroscópica.....	13
2.4.2	Propiedades Fisico-Mecánicas de la Madera.....	13
2.5	Importancia Económica de la Especie.....	15
2.5.1	Antecedentes de Mercado de Productos de Pino Oregon en Chile y otros Países.....	18
3	MATERIAL Y MÉTODO.....	20
3.1	Descripción de los Rodales Estudiados.....	20
3.1.1	Caracterización del Sitio.....	21
3.2	Inventario y Procesamiento de los Datos.....	21
3.2.1	Determinación de las Alturas Totales y Comerciales.....	22
3.2.2	Determinación de los Volúmenes.....	24
3.3	Tratamiento de la Información obtenida.....	25
3.3.1	Estimación de Incremento en DAP por medio de tarugos.....	25
3.3.1.1	Obtención y Tratamiento de los Tarugos.....	26
3.3.1.2	Proyección del Area Basal.....	27
3.3.1.3	Proyección de los Volúmenes.....	29
3.3.2	Proyección por medio del S.P.S.....	30
3.4	Evaluación Económica.....	32

3.4.1	Marco de la Evaluación.....	32
3.4.2	Indicadores Económicos.....	33
3.4.2.1	Valor Neto Presente.....	33
3.4.2.2	Valor Potencial del Suelo.....	34
3.4.2.3	Análisis Marginal.....	36
3.4.3	Costos.....	36
3.4.4	Supuestos Básicos.....	37
3.4.4.1	Valor de los Productos.....	38
3.4.4.2	Tasas de Incremento después de los Raleos.....	39
4	PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	40
4.1	Zonas de Crecimiento de los Rodales estudiados.....	40
4.2	PARTE 1. Predio Lo Suárez.....	41
4.2.1	Estimación de Datos Dasométricos.....	41
4.2.1.1	Tarugos Incrementales.....	41
4.2.1.2	Inventario.....	43
4.2.1.3	Raleos y Proyecciones de Area Basal y Volumen.....	44
4.2.2	Evaluación Económica.....	52
4.2.2.1	Opción 1 de Crecimiento.....	53
4.2.2.2	Opción 2 de Crecimiento.....	55
4.2.2.3	Opción 3 de Crecimiento.....	60
4.2.2.4	Opción NO Ralear.....	64
4.3	PARTE 2. Predios El Duero, Remehue 1, Putraique 1 y 3.....	66
4.3.1	Estimación de Datos Dasométricos obtenidos del S.P.S.....	66
4.3.2	Evaluación Económica.....	72
4.3.2.1	Cálculo del VPS para las alternativas pino radiata, eucaliptus y pino oregón.....	73
4.3.2.2	Resultados del VNP + VPS para los predios estudiados.....	75
4.3.2.2.1	Opción Sin Manejo.....	75
4.3.2.2.2	Opción Con Manejo.....	77
5	CONCLUSIONES.....	81
6	RESUMEN.....	84
7	SUMMARY.....	86
8	BIBLIOGRAFIA.....	88
9	ANEXOS.....	93

INDICE DE FIGURAS

	Pág
FIGURA 1 Superficie ocupada por la variedad menziesii	16
FIGURA 2 Comparación entre el IPA y el IMA en diámetro, para el predio Lo Suárez.....	41
FIGURA 3 Crecimiento del DAP acumulado para el predio Lo Suárez, hasta la edad actual.....	42
FIGURA 4 Distribución diamétrica en el predio Lo Suárez.....	44
FIGURA 5 Crecimiento del área basal para una determinada opción de crecimiento.....	45
FIGURA 6 Desarrollo del rodal desde el punto de vista volumétrico (opciones de crecimiento).....	46
FIGURA 7 Desarrollo del rodal desde un punto de vista volumétrico (criterios de raleo).....	47
FIGURA 8 Desarrollo del Volumen aserrable.....	48
FIGURA 9 Desarrollo del Volumen pulpable.....	48
FIGURA 10 Comparación del desarrollo del volumen aserrable para situación sin manejo y opciones 1, 2 y 3.....	49
FIGURA 11 Comparación del desarrollo del volumen pulpable para situación sin manejo y opciones 1, 2 y 3.....	50
FIGURA 12 Comparación del desarrollo del volumen total para situación sin manejo y opciones 1, 2 y 3.....	51
FIGURA 13 Comparación del VNP para la opción 1 (criterios de manejo).....	53
FIGURA 14 Comparación del VNP para la opción 1 (tasas de descuento).....	54
FIGURA 15 Comportamiento del ingreso marginal (opción 1).....	55
FIGURA 16 Comportamiento del VNP para la opción 1 (escenarios de precios).....	56
FIGURA 17 Comportamiento del VNP para la opción 2 (tasas de descuento).....	57
FIGURA 18 Comportamiento del ingreso marginal (opción 2).....	58
FIGURA 19 Comportamiento del VNP para la opción 2 (escenarios de precios).....	59
FIGURA 20 Comportamiento del VNP para la opción 3 (criterios de manejo).....	60
FIGURA 22 Comportamiento del VNP para la opción 3 (tasas. de descuento).....	61
FIGURA 23 Comportamiento del ingreso marginal (opción 3).....	62

FIGURA 24	Comportamiento del VNP para la opción 3 (escenarios de precios).....	63
FIGURA 25	Comportamiento del VNP para todas las opciones establecidas en la evaluación.....	64
FIGURA 26	Comparación del Desarrollo del DAP del Predio Lo Suárez (Tarugos - S.P.S.).....	66
FIGURA 27	Comparación del Desarrollo del Volumen Total del Predio Lo Suárez (Tarugos - S.P.S.).....	67
FIGURA 28	Comportamiento del Desarrollo del DAP para los 4 Predios estudiados bajo la Opción Sin Manejo.....	68
FIGURA 29	Comportamiento del Desarrollo del DAP para los 4 Predios estudiados bajo la Opción Con Manejo.....	69
FIGURA 30	Comparación del Desarrollo del Volumen Total para los 4 Predios estudiados bajo la Opción Sin Manejo.....	70
FIGURA 30	Comparación del Desarrollo del Volumen Total para los 4 Predios estudiados bajo la Opción Con Manejo.....	71
FIGURA 31	Comportamiento del VPS. Opción pino radiata.....	73
FIGURA 32	Comportamiento del VPS. Opción pino oregón.....	73
FIGURA 33	Comportamiento del VPS. Opción eucaliptus.....	73
FIGURA 34	VNP + VPS. Opción Sin Manejo (i=8%).....	76
FIGURA 35	VNP + VPS. Opción Sin Manejo (i=10%).....	77
FIGURA 36	VNP + VPS. Opción Con Manejo (i=8%).....	78
FIGURA 35	VNP + VPS. Opción Con Manejo (i=10%).....	79

INDICE DE CUADROS

	Pág
CUADRO 1 Agrupación por resistencia de especies existentes en Chile a estado seco.....	15
CUADRO 2 Precios FOB en Chile para tablones de pino oregón.....	18
CUADRO 3 Precios para madera aserrable de pino oregón.....	18
CUADRO 4 Descripción básica de los predios estudiados de pino oregón...	20
CUADRO 5 Tasas de incremento después de los raleos.....	28
CUADRO 6 Criterios utilizados para la determinación de la oportunidad de los raleos.....	28
CUADRO 7 Edades de intervención bajo las diferentes tasas de incremento después de los raleos.....	28
CUADRO 8 Precios estimados para producto pulpable y aserrable de pino oregón a orilla de camino.....	29
CUADRO 9 Tabla de rodal para el predio Lo Suárez a la edad actual (23 años).....	43
CUADRO 10 Resumen de los resultados de la evaluación económica para cada alternativa de uso posterior del suelo.....	72
CUADRO 11 Resumen resultados VNP + VPS, opciones con y sin manejo (i=10%).....	80

1. INTRODUCCIÓN

La introducción de especies exóticas en Chile, ha sido, desde hace más de un siglo una práctica que se ha desarrollado para satisfacer las necesidades del sector forestal. Esta práctica, en conjunto con el decreto ley 701, promulgado en 1974, cuyo principal objetivo es el fomento de las plantaciones, han permitido la formación de importantes masas boscosas conformadas principalmente por la especie **Pinus radiata (D. Don.)**, la mayoría pertenecientes a empresas privadas, tanto nacionales como extranjeras. Lo anterior, se ha logrado mediante una enorme infraestructura industrial y el uso de una tecnología muy avanzada. La investigación ha sido también una variable de mucha importancia, con la cual, entre otros, se ha desarrollado una serie de técnicas capaces de predecir existencias futuras de los actuales rodales, a través de simuladores de crecimiento. Estos permiten además la realización de predicciones económicas de los rodales, pudiéndose determinar, por ejemplo, las edades óptimas de cosecha, etc.

Una adecuada combinación de factores edáficos y climáticos asociada a la plasticidad que presenta el Pino radiata, han permitido la forestación de una superficie que supera las 1.300.000 hectáreas. No obstante, dado que Chile se caracteriza por poseer una topografía heterogénea, el Pino radiata no puede desarrollarse bien en algunos sitios donde se encuentran factores que imposibilitan un adecuado crecimiento. Dicha situación es evidente en áreas sobre los 600 metros de altitud en la precordillera andina de las Regiones IX y X, donde un clima muy severo afecta la forma y la sanidad de los árboles y por ende su crecimiento, constituyendo sitios de baja productividad para esta especie.

Tomando en cuenta lo anterior, es necesaria la búsqueda de especies alternativas que tengan, en términos de crecimiento, los atributos requeridos para estos sitios. Una especie, cuyos requerimientos de sitio coinciden con los anteriormente descritos, es **Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco**, que se perfila como una de las especies más promisorias para la situación antes mencionada y para otras áreas consideradas como óptimas para el desarrollo de dicha especie que se presentan tanto en la Cordillera de la Costa como en el Valle Central.

Este trabajo de investigación pretende como objetivo principal, evaluar económicamente plantaciones adultas de **Pseudotsuga menziesii**, tomando como muestra rodales pertenecientes a la empresa Forestal Valdivia S.A., que se encuentran ubicados en la provincia de Valdivia, en el valle central. Lo anterior se basa fundamentalmente en un análisis de costos e ingresos percibidos durante y al final de la rotación de los rodales estudiados. Lo anterior se logrará mediante proyecciones de volumen que en conjunto con la evaluación económica servirán para determinar la edad óptima de corta del bosque actual. A modo de obtener resultados acertados, se realizará un análisis de sensibilidad para precios, tasas de interés y esquemas de manejo.

Por último se establecen 2 metodologías para lograr lo anteriormente mencionado, la primera, a través de un análisis de incremento en DAP por medio de tarugos y la utilización de funciones de crecimiento que permiten la proyección de las existencias actuales, la segunda consiste en la utilización de un simulador de crecimiento específico para **Pseudotsuga menziesii**. La evaluación económica incluye también, en una segunda etapa, la determinación de la mejor alternativa de uso posterior del suelo abarcando plantaciones de la misma especie del bosque actual, **Pinus radiata** y **Eucaliptus globulus**.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESPECIE.

El nombre que ha aceptado la gran mayoría de los botánicos en el mundo, para denominar científicamente al pino oregón, es **Pseudotsuga menziesii** (Mirb.) Franco. Sin embargo en algunos países europeos, aún se utilizan los sinónimos **Pseudotsuga taxifolia** (Poir.) Britton y **Pseudotsuga douglasii** (D.Don) (KANNEGIESSER, 1988). Además esta especie es conocida con los nombres vulgares de Pino de Oregón, spruce Douglas, Douglas fir, spruce red fir, Oregon pine, Abeto americano, abete di Douglas (ital.), abeto de Douglas (espa.), Sapin de Douglas (fran.), Douglastanne (alem.) y faux tsuga de Douglas, entre otros (CARNEVALLE, 1968). En nuestro país se conoce con el nombre de pino oregón, y será este el nombre que se ocupará para el desarrollo de esta tesis. En el ámbito comercial es conocido como "Yellow o Red fir" , "Oregon pine" o "Douglas Fir" (HOSIE, 1969; USPFPL, 1974).

La especie pino oregón, pertenece al género **Pseudotsuga**, el cual se compone de un pequeño grupo de coníferas arbóreas siempreverdes, que se caracterizan por su longevidad y las grandes dimensiones que alcanzan en su hábitat natural (KANNEGIESSER, 1988). En la costa oeste de Norteamérica existen ejemplares que son considerados las coníferas más grandes del mundo, además de algunos del género **Sequoia**, (BALEY, 1960; LITTLE, 1979).

A la especie Pino oregón se le atribuyen las siguientes variedades:

Var. anguina nobis

Var. brevifolia Masters

Var. fastigiata (Knight) Sud.

Var. frestsii (Beissner) Rehder

Var. caesia (Schwerin) Rehder	Var. candida (Henry) Dallimore
Var. pendula (Engelman) Rehder	Var. pumila (Beissner)
Var. revoluta Hort	Var. stairii Hort
Var. standishii (Masters) Dall	Var. suberosa Lemmon
Var. variegata (Forbes) Dallimore	

Según DALLIMORE y JACKSON (1961) y JACKSON (1955) en BUCAREY (1968)

2.1. 1 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE.

En América del Norte, pino oregón es un árbol forestal de enormes dimensiones, que alcanza generalmente una altura de 50 a 60 m. y ocasionalmente los 90 m de altura y diámetros a la altura del pecho entre 2 y 4,5 m. (DALLIMORE Y JACKSON, 1961; BROCKMANN, 1979; HOSIE, 1969; LITTLE, 1979). Pino oregón es una especie monoica, vale decir, presenta flores masculinas y femeninas en el mismo pie. El ciclo reproductivo se extiende a lo largo de 17 meses en su hábitat natural (SPURR y BARNES, 1980).

El fuste es recto, cilíndrico y levemente cónico y está coronado por una copa de forma piramidal con ramas horizontales dispuestas en verticilos. En los árboles jóvenes la copa llega hasta el suelo.

En cuanto a las acículas, éstas son de un color verde amarillento o azulado, planas y lineales. Forman un pecíolo corto enangostándose hacia la base. Por el haz, presentan dos bandas estomáticas separadas por la vena media y, por el envés, 2 canales resiníferos superficiales. El follaje molido desprende un fuerte olor a tolmentina (DALLIMORE y JACKSON, 1961).

La corteza es delgada y de color gris, la cual se encuentra cubierta de bolsas resiníferas. En la medida que el árbol envejece, se vuelve de un color café-rojizo, agrietada, gruesa y esponjosa, conteniendo alrededor de un 30% de extraíbles como taninos, ceras y otras sustancias químicas y entre 20 y 50% de tejido suberoso (ISAAC y DIMOCK, 1958).

Los conos tienen forma de péndulo de color café con escamas tectrices exertas y trífidas. Bajo las brácteas ovulíferas se ocultan 2 semillas café-rojizas (KANNEGIESSER, 1988).

Dentro de su distribución natural se obtienen, de esta especie, trozas de grandes dimensiones libres de nudos. La madera de pino oregón norteamericano se caracteriza por ser dura, pesada, alta resistencia mecánica, de grano recto, textura fina y anillos de crecimiento claramente definidos. Además es fácil de trabajar y acepta bien barnices y pinturas (BUCAREY, 1968).

La albura es de color blanco-amarillento. El duramen, en árboles de crecimiento diametral rápido, es de color café-rojizo y textura gruesa. En etapas de crecimiento más lento el duramen se torna de un color café-amarillento. Este último es resistente a la acción de ácidos orgánicos y minerales reducidos y a la pudrición. Asimismo opone resistencia a la penetración del agua, lo que hace dificultosa la inyección de cualquier preservante para la madera de esta especie. La vida útil de esta madera en EE.UU. utilizada para durmientes y que no tenga ningún tratamiento, es de 6 a 9 años (KANNEGIESSER, 1988).

Las características antes mencionadas hacen de la madera de pino oregón muy apropiada para su uso en obras de construcción como puentes, embarcaciones, viviendas así como en elementos estructurales en general.

Otros usos de esta madera, son en la industria de madera aserrada y elaborada, tableros, chapas, marcos de puertas y ventanas, tonelería, durmientes, embalaje, pallets, acueductos, revestimientos de interior y exterior, postes, cajas y cajones, rodrigones, pilotes, pulpas y ceras.

2.2 AUTOECOLOGÍA DE LA ESPECIE. Los Factores del medioambiente.

Entre los factores que definen el medioambiente o factores del hábitat o del sitio, el suelo y el clima son determinantes en la estructuración y características de la vegetación (DONOSO, 1982). Tomando en cuenta lo anterior, la presente sección se referirá a los factores antes mencionados, realizando además una breve descripción acerca de la distribución natural de pino oregón y la ecología del mismo, considerando las especies con que se asocia en su hábitat natural.

2.2.1 DISTRIBUCIÓN NATURAL.

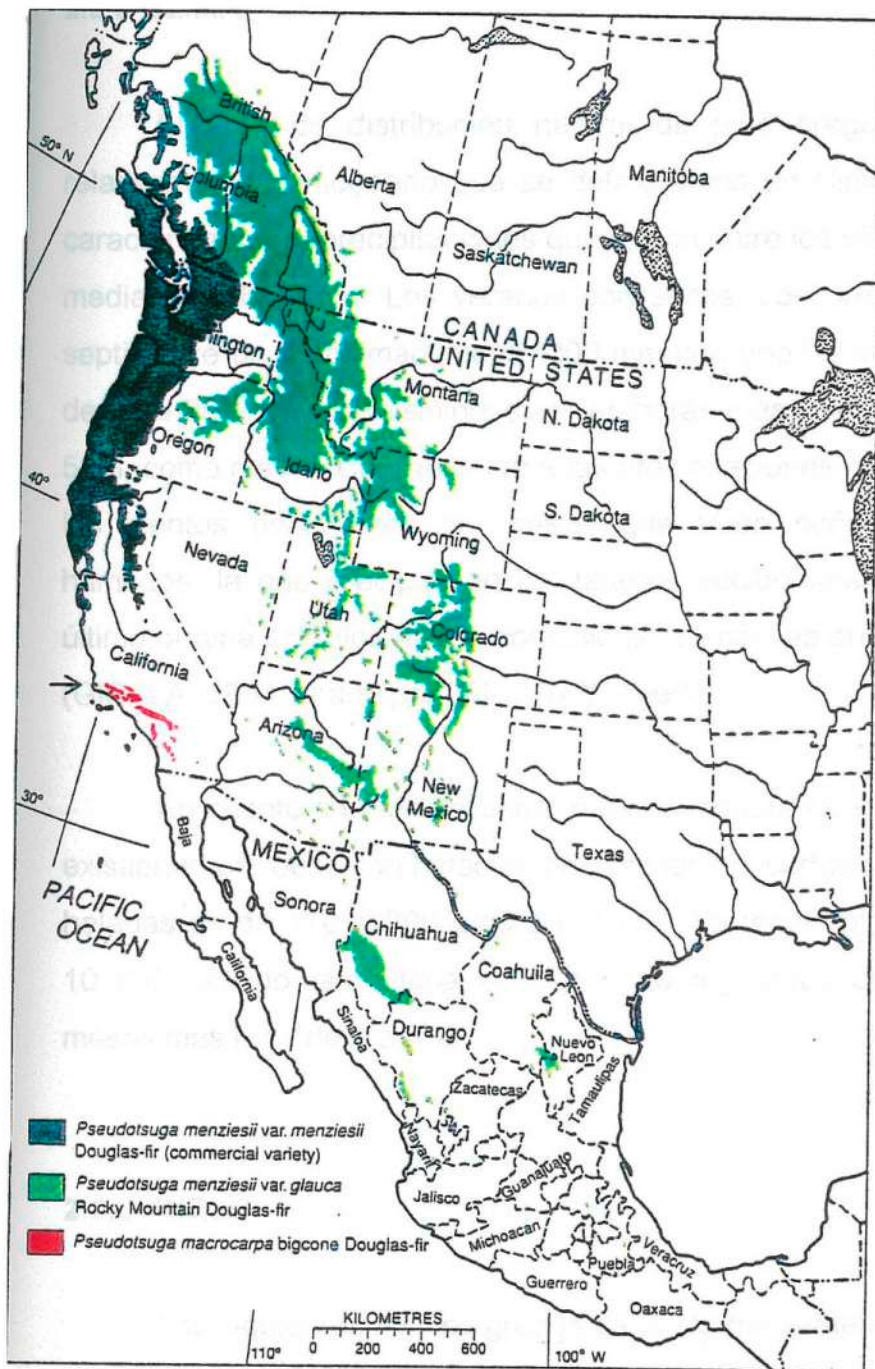
Los bosques naturales de pino oregón se distribuyen desde los 55° LN, correspondiente a Columbia Británica en Canadá, hasta los 20° LN, que corresponde al estado de Hidalgo en el norte de México (BURSCHEL y HUSS, 1987). Desde su límite norte hasta aproximadamente los 36° LN, se extiende en forma continua, abarcando la zona comprendida entre el Océano Pacífico y la ladera este de las Montañas Rocallosas, ocupando los estados de Washington, Oregon y el norte de California, por la costa y los de Alberta (Canadá), Montana, Idaho, Utah, Colorado, Arizona Texas, Nuevo México y algunas manchas en México, por el continente (KANNEGIESSER, 1988; BUCAREY, 1968).

Entre las variedades costeras y montañosas, aparecen diferencias muy marcadas en cuanto a su desarrollo y su hábitat y por ende en la forma de los árboles, influyendo en la calidad de la madera, características del follaje e incluso en los conos. Este dimorfismo, ha llevado a algunos investigadores a considerar dichas variedades como especies distintas (BUCAREY, 1968).

La variedad **menziesii** se distribuye en forma restringida a lo largo de la costa del Pacífico desde el estado de Columbia Británica (53° 30' LN) atravesando los estados de Washington y Oregon hasta California central (36° LN). El límite oriental lo conforman las altas cumbres de Sierra Nevada y las Cascadas.

Altitudinalmente esta especie se encuentra desde el nivel del mar (var. **Menziesii**) alcanzando los 2000 m.s.n.m. en la frontera norte del estado de California (42° LN) (FOWELS, 1965; ISAAC y DIMOCK, 1958).

Para tener una visión general de lo anteriormente descrito, se presenta a continuación un mapa ilustrativo de la distribución natural del pino oregón.



CROQUIS 1. Distribución natural de *Pseudotsuga menziesii*. (según LITTLE, 1971 en CELIS, 1996)

2.2.2 CLIMA.

El área de distribución natural de pino oregón, presenta un clima relativamente homogéneo que se define como un clima templado y húmedo, caracterizado por precipitaciones que varían entre los 900 a 2.500 mm, con una media de 1.660 mm. Los veranos son secos, con precipitaciones de abril a septiembre de aproximadamente 300 mm con una humedad relativa que varía de 80 a 90%, la cual disminuye en las horas más secas del día llegando a un 55%, como media. Con respecto a las precipitaciones, se ven influenciadas por los vientos dominantes del oeste, que traen consigo vientos templados húmedos, la que precipita en las laderas occidentales de las montañas. Lo último origina cambios en las condiciones climáticas en la dirección éste-oeste (GISELA, 1954, citado por BUCAREY, 1968).

En cuanto a la temperatura, ésta es moderada en el transcurso del año, existiendo períodos con heladas, pero en lapsos cortos de tiempo. El tiempo sin heladas es de 170 a 200 días en el año. La temperatura media anual es de 10.3° C., siendo esta última, en el período vegetativo, de 12.8 a 16° C y en los meses más fríos de 3 a 6° C.

2.2.3 SUELO

Los siguientes son los grupos de suelo que sintetizan de alguna forma la pedología del pino oregón, según estudios realizados por la Forest Soil Committee of the Douglas Fir Region: Pardos podsólicos; suelos pardos; pardos lateríticos; pardos litosólicos y pardos forestales (BUCAREY, 1968). Todos ellos están caracterizados por suelos francos en las Cascadas y francos arenosos relativamente pedregosos, estando las arenas muy generalizadas. En

los valles predominan los suelos aluviales, siendo la estructura de ellos muy variada. En la zona costera pino oregón se establece sobre suelos francos y francos arcillosos o suelos pardos lixiviados (BUCAREY, 1968).

Sin considerar los extremos físicos ni químicos, como exceso de arenas o agua, suelos altamente calcáreos, pino oregón es relativamente plástica en lo que respecta al suelo (HOFFMANN, 1949; TARRANT, 1949).

Los suelos relativamente profundos, compuestos de arcillas, arcillas arenosas y arcillas limosas, con un sustrato areno-riposo en las laderas y terrazas, así como los suelos con una apropiada capacidad de retención de agua, buen drenaje y aireación, son aquellos en los cuales se establece de preferencia el pino oregón. Por el contrario, los suelos poco profundos compuestos por arenas con gredas pesadas y arcillas ripiosas, no son favorables. En general evita los suelos pesados tanto minerales como orgánicos (BUCAREY, 1968).

2.2.4 ECOLOGÍA.

Con respecto a la ecología de pino oregón, se caracteriza por ser una especie pionera luego de ocurrido incendios. Soporta la semisombra e incluso la sombra en su juventud. Forma bosques puros, sin embargo, cuando por muerte y posterior caída de un individuo adulto deja claros, éstos son colonizados por **Thuja plicata**, **Tsuga heterophylla**, **Abies grandis**, **Taxus brevifolia**, entre otros (WEAVER y CLEMENTS, 1944; SPURR, 1964).

La regeneración natural tiende a formar manchones puros y densos, llamados renovales, que con el tiempo son enriquecidos con otras especies de

la zona. De esta forma, las diferentes zonas de crecimiento típicas, donde pino oregón aparece como especie dominante o co-dominante, formando clímax o sub-clímax de la asociación, según WEAVER y CLEMENTS (op. cit.), son:

- Zonas típicas de **Pseudotsuga**.
- Zonas de bosque de **Chamaecyparis lawsoniana** y **Pseudotsuga**.
- Zonas boscosas al sur del estado de Oregon.
- Zonas de bosques al norte del estado de Washington (Puget Sound).
- Zonas de bosque de **Pseudotsuga** y **Pinus contorta** al norte del monte olímpico.
- Zonas de bosques submontanos.

A partir de los 10 a 15 años de edad, pino oregón comienza a ser un gran productor de conos y semillas (ISAAC, 1943). Esta producción se ve incrementada con la edad, alcanzando su máxima expresión entre los 200 y 300 años. En su hábitat natural, esta especie produce semillas anualmente en forma abundante en períodos que se interrumpen por 2 a 11 años (ISAAC, 1943; ALLEN y OWENS, 1972). La producción de conos y semillas es muy variable en cada árbol y de año a año (KANNEGIESSER, 1989).

2.3. SITIO Y RENDIMIENTO.

La especie en estudio, tiene su potencial de desarrollo en el oeste de los estados de Oregon y Washington, en suelos principalmente de origen sedimentario con intrusiones de roca volcánica, volcánicos y glaciales, con pH que varían entre 5 y 5.5 pertenecientes a las series Melbourne, Olympic y Astoria. Son restrictivos los suelos con drenaje restringido y suelos que poseen una capa impermeable cerca de la superficie (var. **menziesii**). En el caso de la

var. **glauca**, ésta se desarrolla principalmente sobre suelos limosos o graníticos, entre los 600 y los 2900 m.s.n.m, prefiriendo las laderas norte y sombreadas en el extremo inferior de su distribución altitudinal y las laderas soleadas y secas en su extremo superior.

Con respecto a los rendimientos de la especie en nuestro país, cabe mencionar que en INFOR (1996) se obtuvo información específica en relación a incrementos en diámetro, volumen y altura para plantaciones de oregón ubicadas en la provincia de Valdivia. En dicha publicación se citan algunos estudios como el de ROCUANT (1967), donde establece incrementos medios anuales en DAP de 1,07 a 1,16 cm y 0,7 a 0,75 m. en altura para la provincia de Valdivia. Estos últimos fueron tomados como datos referenciales, que sirvieron sólo para ser comparados con los datos obtenidos en el presente estudio. Esto último debido a la temprana edad del rodal en el momento en que se realizó el estudio, si se considera que la culminación del incremento diamétrico es a los 20 años, del volumen a los 40 años, el área basal a los 25 y la altura a los 15 años (BRUN, 1963).

De todos los estudios sobre crecimiento en pino oregón, el realizado en rodales de mayor edad corresponde al de CONTRERAS (1982). Este trabajó con bosques de 69 años, con una densidad de 200 árb/ha , DAP medio de 53 cm, una altura media de 39 m y un volumen por hectárea de 630 m^3 . Para estos rodales el autor establece incrementos en diámetro de 0,77 cm al año y 0,57 m en altura. El mismo autor establece para rodales de 36 años, con una densidad de 1950 árb/ha , DAP medio de 23 cm, altura media de 23 m y un volumen de 630 m^3 , incrementos en diámetro y altura de 0,64 y 0,63 cm al año respectivamente. Estos últimos datos son similares a los que establece ROCUANT (1967) en plantaciones de edad similar a la anterior con 2400 árb/ha e incrementos medios de 0,55 m. para altura y 0,54 cm para DAP.

2.4. CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA.

2.4.1. DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA.

Cuando se observa un corte transversal de una troza de pino oregón, se diferencia claramente la albura del duramen. De esta forma el duramen presenta un color café claro amarillento levemente anaranjado que forma un color uniforme. La albura es de color blanco amarillento. En ambos, los anillos de crecimiento están claramente delimitados y por lo tanto son muy notorios. La mayor proporción de madera es ocupada por la madera temprana, dándole de esta forma el color al duramen o a la albura. La madera tardía del anillo de crecimiento es de un color café oscuro, muy denso y duro. A un mayor ancho de anillos, la zona de transición entre la madera tardía y la madera temprana es menos diferenciada. Por las características antes expuestas se puede decir que la madera presenta un veteado pronunciado, presentando un floreado del duramen con matices dorados y rojos. En cuanto a su textura, ésta es mediana y homogénea. La madera de pino oregón es fácil de partir y ligeramente resinosa, presentando nudos muy apretados, los cuales permanecen fuertemente ligados incluso después de la aplicación de secados intensos (Díaz-Vaz et.al, 1989; BRUN, 1963).

2.4.2. PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MADERA.

La madera de esta especie tiene un peso moderado, presentando una densidad aproximada de 450 kg/cm^3 y una contracción volumétrica de 14%, no conociéndose ningún antecedente de ser afectada por colapso. La dureza de la madera es de 270 kg con resistencias mecánicas medianas. La resistencia a la

compresión es de 40 N/cm², a la flexión estática de 80 N/cm² y al cizalle de 8 N/cm².

En cuanto al secado artificial, éste presenta mediana dificultad, recomendándose que la temperatura utilizada durante el proceso no exceda de 65 °C. Una vez realizado el secado, la madera de pino oregón es dimensionalmente estable. Por otro lado, si se desea realizar un secado natural, se requiere que las piezas estén dimensionadas de 1 pulgada de espesor y con un contenido de humedad entre un rango de 25 y 35%. La duración del secado natural es de 1 año, debiendo estar la madera encastillada.

La durabilidad natural que presenta la especie en nuestro país es de 1 a 5 años en usos exteriores y mayor cuando se trata de elementos estructurales de interior, que no estén en contacto con el suelo orgánico. La madera de esta especie es considerada como no resistente, cuando se ve enfrentada a ataque específico de hongos.

Con respecto a la preservación, pino oregón alcanza absorciones cercanas a 30 l/m³ en el duramen y 180 l/ m³ en la albura, presentando una baja absorción cuando se le realizan tratamientos de inmersión. Cuando se le aplica algún preservante, la penetración es irregular.

A continuación se presenta un cuadro que resume los grupos de resistencias (E2>E3.....>E7) de algunas especies nativas y exóticas en estado seco, de modo de poder comparar las propiedades físico-mecánicas (Díaz-Vaz et.al, 1989).

CUADRO 1. Agrupación por resistencia de especies existentes en Chile estado seco.

GRUPO	ESPECIE
E2	Eucalipto.
E3	Aromo australiano, Ulmo.
E4	Araucaria, Coigüe, Raulí, Roble, Renoval de Raulí.
E5	Alerce, Canelo, Cipres de la Cordillera, Cipres de las Guaitecas, Lenga, Lingue, Laurel, Mañío, Pino, Olivillo y Tapa.
E6	Pino radiata y Sequoia.
E7	Alámo.

FUENTE: INFOR, 1990. Propiedades y usos de especies madereras de corta rotación.

2.5 IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA ESPECIE.

Las características propias de pino oregón anteriormente mencionadas, como su fácil propagación por medio de semillas, su plasticidad en relación a los factores medioambientales, su rápido crecimiento, la alta calidad de la madera y la producción de importantes volúmenes comerciales, han promovido el interés de muchos países en establecer esta especie. A continuación se presenta una breve reseña de las existencias de bosques de pino oregón en el mundo.

Pino oregón se extiende en Norteamérica en una superficie equivalente al 6,4 % del total de bosques comerciales constituyendo aproximadamente 12,5 millones de hectáreas, de los cuales un 60% está representado por árboles con DAP mayores a 48 cm. El volumen neto estimado sin corteza, que equivale a la superficie mencionada, se estima en 2.648 millones de m³, lo que representa el

8% de las reservas de madera en E.U.A. En relación a la variedad **menziesii**, esta ocupa una superficie de 6,5 millones de hectáreas en Norteamérica. La siguiente figura representa la distribución de superficie ocupada por la variedad **menziesii**.

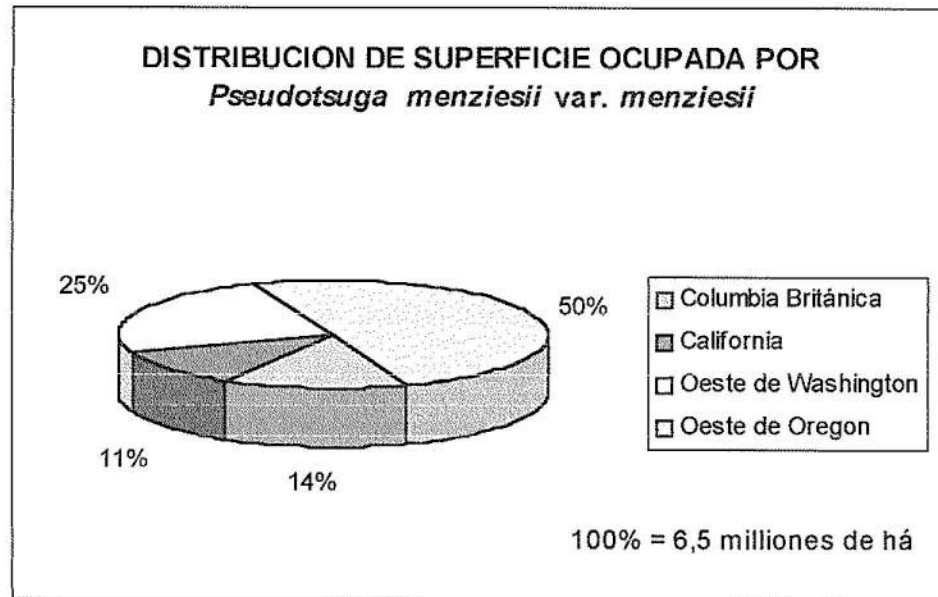


FIGURA 1. Superficie ocupada por la variedad **menziesii** en Norteamérica.

En Canadá **Pseudotsuga menziesii** se encuentra distribuido en una superficie de 910.000 há generando un volumen aproximado de 721 millones de m³, representando al 3% del volumen total producido en este país (ESPINOZA, 1996; KANNEGIESSER, 1988). Sin embargo, a pesar de no tener una representación importante en la producción total, es la especie más explotada. Esto último por la alta calidad de los bosques y por la existencia de poderes compradores (SUTTON, 1978).

Después de **pino radiata**, pino oregón es la segunda especie en importancia en Nueva Zelanda, con una superficie estimada de 60.000 ha. En Australia existen plantaciones de pino oregón sólo a nivel experimental en las

regiones de Tasmania y en Nueva Gales de Sur (SUTTON, 1985; JAMES y BUNN, 1978 en KANNEGIESSER, 1988).

En Europa se han establecido plantaciones de oregón en muchos países. En Francia es la principal especie destinada a la reforestación; anualmente se plantan entre 10 y 15 mil ha representando un 28% del total reforestado. Actualmente se estima una superficie de más de 220 mil ha. representadas únicamente por la variedad **menziesii**. Al sudoeste de Alemania existen aproximadamente 7 mil ha. de bosques estatales, estimándose que será en el futuro la conífera de segunda importancia en el país, desplazando a **Pinus sp.**. Holanda posee aproximadamente 15 mil ha. de pino oregón regularmente manejadas. La especie ha tenido éxito en países como Polonia y Dinamarca, y en España los volúmenes netos sobrepasan los 6,5 millones de m³ con corteza (UNECE- FAO EFC, 1985 en KANNEGIESSER, 1988).

En Latinoamérica la especie no se ha plantado en la forma que lo han hecho los países anteriormente nombrados, sin embargo es importante mencionar que a la fecha del presente estudio existen en nuestro país 12.300 ha plantadas con pino oregón, de las cuales aproximadamente un 30% están regularmente manejadas. Esto último deja a la especie en el cuarto lugar en importancia en Chile, después de pino radiata y 2 especies de eucaliptus. La superficie podría aumentar si se considera su adaptabilidad óptima demostrada en zonas determinadas para el desarrollo de esta especie, la alta calidad de la madera y las demás características demostradas (GROSSE, 1996; ESPINOZA, 1996; INFOR, 1996; BUCAREY, 1963; KANNEGIESSER, 1988; CELIS, 1996).

2.5.1 ANTECEDENTES DE MERCADO DE PRODUCTOS DE PINO OREGÓN EN CHILE Y OTROS PAÍSES.

Dentro de todos los productos transados en el mercado nacional, el pino oregón presenta un bajo porcentaje (INFOR, 1996). Sin embargo, tanto el mercado nacional como el internacional, muestran precios crecientes para productos de esta especie, siendo la calidad de la madera la variable de mayor incidencia. En Estados Unidos se llega a valores que fluctúan significativamente en el caso de la madera aserrada seca en horno (GROSSE, 1996). Lo anterior se demuestra en los siguientes cuadros:

CUADRO 2. Precios de exportación para tablones de pino oregón (^{US\$ FOB}/m³)

PAIS DESTINO	1989	1990	1991	1992	1993	1994
ARGENTINA	108	109	191	143	163	178
REP. DOMINICANA	96	106	103	106	140	139
JAPÓN	-	154	171	166	223	209
REINO UNIDO	106	128	129	140	146	194
BÉLGICA	-	138	95	-	276	-
ESPAÑA	107	-	118	-	-	-

Fuente: CABRERA, 1994 en GROSSE, 1996

En Estados Unidos ocurre algo similar con los precios internos, lo que se demuestra en el siguiente cuadro:

CUADRO 3. Precios para madera aserrada de pino oregón (^{US\$}/m³)

AÑO	SELECCIÓN C *	ESTRUCTURAL **
1982	275	120
1984	292	106
1986	308	102
1988	393	126
1990	524	129
1993	507	217

Fuente: WARREN, 1994

* representa la madera de mejor calidad en el mercado Norteamericano

** representa una calidad media en el mercado Norteamericano

En el caso de la X Región los precios para madera elaborada y dimensionada puesta en barraca, bordearon los 220 $\text{US\$}/\text{m}^3$ durante 1996. Este valor alcanzó en algunos casos valores cercanos a los 300 $\text{US\$}/\text{m}^3$, registrándose incluso valores “spot” que superaron los 500 $\text{US\$}/\text{m}^3$.

Dadas las características tanto fisiológicas como económicas anteriormente descritas, la especie pino oregón debería consolidarse como una de las alternativas de mayor importancia en materia de plantaciones exóticas, alcanzando rotaciones entre 30 y 40 años, como se demostrará a continuación mediante la presente evaluación económica.

3. MATERIAL Y MÉTODO

3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS RODALES ESTUDIADOS.

La presente investigación se basó en los resultados obtenidos del inventario realizado en predios pertenecientes a la empresa Forestal Valdivia S.A. y que a continuación se describen:

CUADRO 4. Descripción básica de los predios estudiados de pino oregón en el Valle Central

PREDIO	SUPERFICIE (ha)	AÑO PLANTACIÓN	RODAL
PUTRAIQUE-3 lote C	19,5	1977	1
EL DUERO	91,8	1973	1
LO SUÁREZ	24,3	1973	1
PUTRAIQUE-1	3,5	1976	1 y 4
REMEHUE lote A	31,8	1977	1
REMEHUE lote A	47,7	1977	2
REMEHUE lote A	19,1	1977	3

FUENTE: Sistema de Información Silvícola Forestal Valdivia S.A (1996).

Mediante el uso del Sistema de Ordenamiento de la Tierra (S.O.T.) (Schlatter *et. al.*, 1995), al cual se hará mención más adelante, se realizó una caracterización de la zona de crecimiento donde se desarrollan los rodales, determinando así que estos últimos se ubican en el valle central ó zona de crecimiento 2, como lo describen los autores.

Los rodales estudiados tienen edades que fluctúan entre 19 y 23 años, diferenciándose estos en exposición y pendiente.

3.1.1 CARACTERIZACION DEL SITIO.

Como un modo de establecer los sitios antes mencionados, se utilizó el Sistema de Información Geográfico (S.I.G.) de la empresa Forestal Valdivia S.A.. El S.I.G. se compone de la información cartográfica de los rodales estudiados, sin embargo no cuenta con información acerca de los factores del sitio en los cuales se encuentran. Para esto se agregó al S.I.G. la información contenida en el Sistema de Ordenamiento de la Tierra (S.O.T), desarrollado por Schlatter *et.al.* (1995), para la provincia de Valdivia. Este permite aplicaciones relacionadas a diversos temas en el sector forestal, el cual a su vez requiere de subdivisiones geográficas que estén en función de los factores del sitio. Dicho sistema entrega información acerca de: macroclima, clima local y suelo (características y propiedades físicas y químico-nutricionales). De esta forma se obtuvo la información requerida para explicar de cierta forma las diferencias en crecimiento de los rodales estudiados.

Con el fin de ejemplificar lo anteriormente descrito, se presentan en sección de anexos, la cartografía de los predios El Duero y Lo Suárez, donde se observan las plantaciones de pino oregón, obtenida del S.I.G. y los límites de las zonas de crecimiento establecidas por el S.O.T.

3.2 INVENTARIO y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS.

Para la materialización de la evaluación económica en las plantaciones estudiadas fue necesario obtener volúmenes pulpables y aserrables, fijándose un índice de utilización para el producto pulpable de 10 cm y para el producto aserrable de 20 cm. En ambos casos se consideró el mercado actual (INFOR, 1995). De esta forma fue necesario, en primer término, realizar un inventario de

los 8 rodales en estudio. El tipo de muestreo utilizado fue del tipo aleatorio simple, utilizando parcelas de 250 m², determinándose en ellas las variables: diámetro a la altura del pecho (DAP) de todos los individuos de la parcela, altura total de 10 árboles medidos al azar en la parcela, número de árboles, exposición y pendiente. Las variables antes mencionadas fueron determinantes en el uso del modelo de ahusamiento, al que se hará referencia más adelante.

Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa Excel 5.0 para Windows. El proceso incluyó como primera etapa una depuración de los datos que consistió en la eliminación de todos aquellos individuos con DAP menor o igual al índice de utilización antes mencionado. Esto último, debido a que se consideraron como árboles suprimidos y con posibles malformaciones en el fuste que determinarían una mala sanidad y forma, lo que fue comprobado en terreno. Además dichos individuos no son relevantes en la evaluación económica, por no aportar con volúmenes aprovechables para los productos considerados.

3.2.1 DETERMINACIÓN DE LAS ALTURAS TOTALES Y COMERCIALES.

Como fue mencionado anteriormente, se les midió la altura total a 10 árboles en la parcela, de forma tal, que fue necesario ajustar un modelo que permitiera la estimación de las alturas restantes de las parcelas. La base de datos que permitió el ajuste del modelo mencionado, consistió en 800 árboles a los que se les midió el DAP y la altura. Con el fin de elegir el modelo apropiado, se probaron cuatro modelos, de los cuales se seleccionó el mejor. La prueba realizada a los modelos consistió en comparar los resultados de las estimaciones, con las alturas medidas. Luego, en forma gráfica se eligió aquel modelo que mejor se ajustó a los valores reales. El programa utilizado para

probar los modelos fue Systat. Los resultados de los modelos se observan en los anexos en la figura 37. A continuación se presentan las funciones tratadas con sus respectivos índices de correlación (%) y el error estándar de la estimación (m). Estos últimos se utilizaron como criterio para seleccionar el mejor modelo:

Función 1:

$$h = 1,3 + \left(\frac{d}{(b_0 + b_1 d)} \right)^2$$

$$r^2 (\%) = 73,9$$

$$\text{ESE} = 0,764$$

Función 2:

$$h = e^{\left(b_0 + b_1 * \left(\frac{1}{d} \right) \right)}$$

$$r^2 (\%) = 35,2$$

$$\text{ESE} = 0,305$$

Modelo Chile-1:

$$h = b_0 + b_1 * \left(\frac{1}{(d + 10)} \right)$$

$$r^2 (\%) = 44,5$$

$$\text{ESE} = 5,054$$

Modelo Curter :

$$h = b_0 + b_1 * \ln(d)$$

$$r^2 (\%) = 47,0$$

$$\text{ESE} = 4.93$$

donde :

h = altura total

d = diámetro a la altura del pecho

b₀ y b₁ = coeficientes del modelo

El modelo elegido para estimar las alturas fue la función 1, por presentar el coeficiente de correlación más alto y un error estándar de la estimación bajo. Una vez obtenida la altura total de todos los árboles, fue necesaria la estimación de la altura a la cual se encuentran los índices de utilización. Para esto se utilizó la función de Coffre, la cual entrega una altura dada (h_i) a un diámetro dado (d_i). Una vez obtenido los resultados de esta estimación, se observó en algunos casos una altura negativa, la cual se originó en aquellos árboles cuyas variables medidas, se encontraban fuera de los rangos de estimación del modelo; por ejemplo: árbol con DAP cercano a 10 cm y con altura sobre 10 m. Estos individuos fueron eliminados de la base de datos.

3.2.2 DETERMINACIÓN DE VOLÚMENES.

En forma seguida se procedió a la estimación de volumen mediante el modelo de ahusamiento de Bruce (1968), el cual se presenta a continuación.

$$Y_B = b_0 * X_{b1} + b_1 * X_{b2} + b_2 * X_{b3} + b_3 * X_{b4} + b_4 * X_{b5} + b_5 * X_{b6}$$

donde:

Y_B	volúmen total
X	$= ((HT - H_i) / (HT - 1,3))$
Y_B	$= (D_i / DAP)^2$; volúmen
X_{b1}	$= X^{3/2}$
X_{b2}	$= (X_b - X^3) * DAP$
X_{b3}	$= (X_b - X^3) * HT$
X_{b4}	$= (X_b - X^{3/2}) * HT * DAP$
X_{b5}	$= (X_b - X^{3/2}) * HT^{1/2}$
X_{b6}	$= (X_b - X^{4/3}) * HT^2$
b_i	= parámetros del modelo

Una vez obtenido los resultados de volúmenes, tanto pulpable como aserrable, fueron proyectados a futuro como se detallará a continuación.

3.3 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA.

Como se detallará más adelante, la información obtenida se utilizó para realizar la proyección de volúmenes mediante dos métodos. Un método se basó en la información de incrementos diamétricos extraída de tarugos de incremento y el uso del modelo de crecimiento de Chapman Richards (1959). El segundo método consistió en el uso del Stand Projection System (S.P.S.), que es un simulador norteamericano capaz de simular crecimientos para la especie pino oregón.

3.3.1 ESTIMACIÓN DE INCREMENTO EN DAP POR MEDIO DE TARUGOS DE INCREMENTO.

Es necesario mencionar, en primer lugar, que la información obtenida para utilizar este método debió separarse en tres áreas de estudio. La primera se refiere al análisis sobre la historia del rodal, desde la edad de plantación hasta la actualidad. Dicho análisis lo compone la información extraída de los tarugos incrementales y cuya metodología será descrita a continuación. Luego se realizó una proyección del desarrollo del rodal, por medio de la función de crecimiento de Chapman Richards, en base al área basal obtenida del análisis antes mencionado. Utilizando la información señalada anteriormente, se dio paso a la proyección de volumen que permitió el desarrollo de la evaluación económica, objetivo final del presente estudio.

3.3.1.1 OBTENCIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS TARUGOS.

La información de los tarugos incrementales fue obtenida de seis rodales ubicados en la precordillera de la costa, los cuales fueron seleccionados en forma aleatoria. La edad de los rodales fluctúa entre 19 y 23 años.

La metodología utilizada para la selección de los árboles de los cuales se extrajeron los tarugos incrementales, fue la planteada por CEFOR (1996), la que establece lo siguiente: se seleccionan los 2 árboles de mayor DAP en la parcela, el árbol de menor DAP y 2 árboles seleccionados aleatoriamente como los dos más cercanos al centro de la parcela. Se excluyeron árboles bifurcados o con otros defectos que afectan de alguna forma el desarrollo normal del árbol.

Los tarugos mencionados fueron montados en molduras de madera y luego lijadas, siguiendo los procedimientos propuestos por Stokes y Smiley (1968). Una vez procesados, los tarugos fueron medidos utilizando la convención establecida por Schulmann (1956). Por último es necesario mencionar que las cronologías correspondientes, se realizaron mediante el uso del programa ARSTAN (Cook y Holmes, 1984).

Una vez obtenidos los resultados, se observó la falta de anillos en muchos de los tarugos extraídos lo que obligó a prescindir de un grupo importante de muestras. Este hecho ocurrió en la mayoría de los casos, ya que el tarugo no pasó por el centro del árbol, entre otros. La exclusión de estas muestras disminuyó la variabilidad que se pretendía con la metodología propuesta por el CEFOR (1996). De esta forma se eliminaron la mayoría de los predios como base de información para la posterior proyección de volúmenes y se utilizó, para estos efectos, únicamente la información extraída del predio Lo

Suárez. De dicho predio se obtuvo información completa (del año 1 al año 23) de seis parcelas, lo que significa un total de 30 árboles muestrados. Los predios eliminados para ser proyectados según esta metodología, se utilizaron para ser simulados por el S.P.S.

Luego de validada la información, se promedió el registro de los árboles por parcela y por rodal. El promedio calculado sirvió para la generación de un gráfico de incremento periódico anual. Luego, de la misma forma, se calculó el incremento medio, en base a los promedios anteriormente mencionados con los cuales se construyó un gráfico de incremento medio anual para el predio Lo Suárez. Una vez obtenidos los gráficos, se observó una tendencia normal de crecimiento en diámetro lo que otorgó seguridad respecto de los datos utilizados y lo que permitió estimar el desarrollo futuro del rodal con un buen grado de certeza.

3.3.1.2 PROYECCIÓN DEL ÁREA BASAL.

Para la proyección de volúmenes, se utilizaron dos variables que serán descritas a continuación. Como se mencionó anteriormente, se utilizó el modelo de Chapman Richards para la simulación del crecimiento. Dicho modelo es capaz de proyectar el crecimiento futuro de un individuo, utilizando como variable de estado la información extraída de los tarugos de incremento en relación al volumen y el área basal, entre otros. En la presente investigación, se utilizó esta última, que según Bruce y Schumacher (1965) es útil en la predicción del crecimiento de rodales coetáneos y que ha sido utilizada para bosques de pino oregón en el noroeste de los Estados Unidos. El modelo exigió ingresar la capacidad máxima de carga en área basal que podría llegar a tener el rodal inalterado a una edad determinada. En la actualidad, no se

cuenta con esta información en nuestro país para pino oregón, sin embargo existe información acerca de pino radiata, la cual sirvió como referencia para realizar la proyección. Según datos proporcionados por Forestal Valdivia de predios de la misma empresa y de Forestal Arauco, un rodal de pino radiata podría llegar con una carga de 130 m² de área basal a los 70 años, para un sitio similar.

Luego, para la obtención de los volúmenes, se utilizó la variable diámetro medio recomendada por DAVIS (1943). A la edad actual el rodal tiene un diámetro promedio de 26,03 cm antes del raleo y aumentó a 30,58 cm después de la intervención. En el caso de haber raleo, no se obtuvo información acerca de tasas de incremento después del manejo realizado, de modo que fue necesario asumir 3 tasas, que permitieron obtener un rango amplio de escenarios y así poder sensibilizar la posterior evaluación económica. Es necesario mencionar que se establecieron además 3 criterios para realizar los raleos consideradas adecuadas para los fines de este estudio. A continuación se presentan los cuadros 5 y 6, que detallan lo anteriormente mencionado.

CUADRO 5. Tasas de crecimiento después de los raleos.

	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3
1 ^{er} Raleo	+ 15%	+ 30%	+50%
2 ^{do} Raleo	+5%	+ 15%	+ 30%
3 ^{er} Raleo	- 2%	- 2%	- 2%

CUADRO 6. Criterios utilizados que determinaron la oportunidad del raleo.

	CRITERIO A	CRITERIO B	CRITERIO C
% de área basal recuperada.	80%	90%	100%

En forma seguida se presentan las edades en que serán realizados los raleos, bajo los supuestos de tasas de incremento y los criterios de raleo antes mencionados, para un período de 80 años:

CUADRO 7. Edades de intervención bajo las diferentes tasas de incremento después de los raleos y los criterios utilizados para realizar las intervenciones.

<i>Opción de crecimiento</i>	<i>Edad en que se efectúa el raleo</i>								
	<i>OPCIÓN 1</i>			<i>OPCIÓN 2</i>			<i>OPCIÓN 3</i>		
<i>Criterio de raleo</i>	<i>80</i>	<i>90</i>	<i>100</i>	<i>80</i>	<i>90</i>	<i>100</i>	<i>80</i>	<i>90</i>	<i>100</i>
RALEO 1	36	41	46	35	38	43	33	37	40
RALEO 2	55	61	66	52	57	62	48	53	57

NOTA: La edad inicial es de 23 años.

Una vez obtenidos los diámetros medios con las tasas descritas en el cuadro 8, se utilizó el modelo de Bruce, mencionado en la sección 3.2.2, determinándose de esa forma los volúmenes correspondientes para cada año y para cada producto.

3.3.1.3 PROYECCIÓN DE LOS VOLÚMENES.

Respecto de la proyección de volúmenes cabe mencionar que se basó principalmente en la información extraída del análisis de los tarugos incrementales. Dicha información concuerda con los resultados obtenidos de una serie de estudios específicos sobre crecimiento en plantaciones de oregón, como se mencionó en la sección 2.3.

Con los antecedentes descritos, se realizaron las proyecciones, cuyos resultados se encuentran dentro de los rangos determinados por otras investigaciones para la misma zona y que permitieron establecer las existencias futuras permitiendo el desarrollo de la evaluación económica.

Es necesario mencionar además que se realizó una proyección del rodal sin intervenciones. El rango de proyección estuvo determinado por un análisis de homología entre el S.P.S. y las estimaciones de crecimiento obtenidas a partir del análisis de incremento por medio de tarugos de incremento. De esta forma se obtuvo una estimación de la mortalidad, la cual no pudo ser determinada de investigaciones específicas de la especie en nuestro país. Esto último motivó el uso del simulador de crecimiento para pino oregón que dio resultados que se consideraron sólo como referenciales.

3.3.2 PROYECCIÓN POR MEDIO DEL S.P.S.

Al no contar con la información de los tarugos incrementales para los restantes predios, como se mencionó en la sección 3.3.1.1, se utilizó el simulador Stand Projection System (SPS) versión 85.1 desarrollado por ARNEY, 1985. El SPS fue diseñado para simular crecimientos de plantaciones y bosques naturales de las áreas de crecimiento en el Noroeste- Pacífico (Pacific Northwest) y Noroeste-Interior (Inland Northwest) de los Estados Unidos y para las siguientes especies según el área de crecimiento:

Área de crecimiento Noroeste - Pacífico:

- Pino oregón - Western Cedar
- Red Alder - Noble Fir

Área de crecimiento Noroeste - Interior:

- Pino oregón - Western Larch
- Grand Fir - Ponderosa Pine
- Lodgepole Pine

El ingreso de parámetros se realiza en función de un menú inicial el cual es detallado en el anexo 3, esquema 3. Como se describe en dicho esquema el SPS trabaja con unidades Norteamericanas, de modo que se realizaron tablas que permitieron la transformación de dichas unidades tanto para las variables de ingreso como para las variables de salida. A modo ilustrativo se presenta en el anexo 3 una tabla de salida y la respectiva tabla de transformación de unidades.

El SPS realiza las proyecciones según los crecimientos establecidos en Norteamérica, de tal forma que fue necesario ajustar el simulador para obtener resultados similares a los encontrados en nuestro país. Dichos ajustes se basaron principalmente en variaciones con respecto al índice de sitio y densidades de los rodales estudiados.

El ajuste antes mencionado se realizó utilizando un índice de sitio de 90 pies (27 metros) para una edad clave de 50 años cuando se evaluó el bosque adulto y 115 pies (35 metros) para el caso de la plantación con una densidad inicial de 1600 árboles por hectárea. Para el caso de los bosques adultos se trabajó con densidades resultantes del primer raleo, como en el caso del predio Lo Suárez, es decir con 980 árboles por hectárea aproximadamente. El volumen extraído en el raleo también se consideró en la evaluación final.

3.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA.

La evaluación para el predio Lo Suárez se basa en los resultados obtenidos de las proyecciones del DAP, determinadas a partir de un análisis de incremento por medio de tarugos. Las estimaciones de crecimiento se realizaron bajo los supuestos de ralear o no ralear el bosque actual. Por último, se complementa lo anterior con un análisis de costos e ingresos percibidos durante y al final de la rotación. Para los restantes predios se evaluó además tres alternativas de uso del suelo una vez cosechado el bosque actual, utilizando las especies pino oregón, pino radiata y eucaliptus globulus. Para ello se utilizaron simuladores de crecimiento y estimaciones realizadas bajo supuestos de crecimiento en volumen. A continuación se presentan los aspectos más relevantes de la evaluación mencionada.

3.4.1 MARCO DE LA EVALUACIÓN.

La evaluación económica realizada recogió los aspectos más relevantes de la evaluación realizada por INFOR (1996), como costos y precios nacionales de los productos pulpable y aserrable. A lo anterior se sumaron otros escenarios que permitieron sensibilizar la evaluación, en torno a la tasa de interés, etc.

Los costos totales inherentes a la evaluación del predio Lo Suárez, se descomponen en costos de manejo, costos de administración y costos de cosecha, los cuales se detallarán más adelante. A los restantes predios se incluyeron además los costos de establecimiento al momento de evaluar las alternativas de plantación. Los ingresos por su parte correspondieron a la venta de los productos obtenidos de los raleos y las cosechas finales.

3.4.2 INDICADORES ECONÓMICOS.

Los indicadores económicos son métodos ampliamente utilizados en evaluación de proyectos, como medios de comparación entre diversas alternativas de inversión y como medidores del retorno de una inversión, entre otros (Illanes, 1993). La utilización de uno u otro indicador, dependerá del tipo de proyecto propiamente tal, del horizonte establecido para el proyecto, de los componentes del flujo, etc.. La presente evaluación se basó en el uso de los indicadores comúnmente utilizados por las empresas forestales y de otros rubros para la evaluación de sus proyectos, los cuales se describirán brevemente a continuación.

3.4.2.1 VALOR NETO PRESENTE (VNP).

El valor neto presente o valor actual neto se define como el valor actualizado (presente) de los flujos de todos los ingresos futuros menos el valor actualizado de los costos de un proyecto determinado, utilizando para su cálculo una tasa de descuento determinada. La particularidad de este indicador es que considera el valor del dinero en el transcurso del tiempo utilizando como tasa de descuento, la mínima tasa atractiva de inversión para la aprobación de un determinado proyecto. Es necesario mencionar, que además de ser útil en el cálculo de la rentabilidad, es usado para determinar la edad óptima de cosecha. Este indicador no considera el valor de la tierra, considerándolo como sin un uso alternativo, de forma tal que es sólo un valor neto presente típicamente financiero. Lo anterior se describe en la sección de resultados. A continuación se presenta la expresión matemática del indicador.

$$VNP = \sum_{t=0}^{t=T} \frac{(I_t - C_t)(1+i)^{T-t}}{(1+i)^T}$$

Donde:

t = tiempo (años)

i = tasa de descuento

I_t = ingreso en el año t

T = edad de cosecha

C_t = costo al año t

Este indicador se utilizó para la evaluación del predio Lo Suárez y la primera etapa de la evaluación de los predios El Duero, Remehue 1 y Putraique 1 y 3.

3.4.2.2 VALOR POTENCIAL DEL SUELO (VPS).

El VPS o valor esperado del suelo fue propuesto por Faustmann a mediados del siglo pasado (1849) y su uso en el sector forestal se masificó en la primeras décadas del presente siglo al ser utilizada en el avalúo de los suelos forestales en la época en que el gobierno norteamericano expropió tierras forestales para destinarlas al uso agrícola, por lo que tenía como objetivo, determinar el máximo valor a pagar por aquellos suelos. Sin embargo con el tiempo, este indicador fue adoptado por los forestales para ser usado como herramienta para determinar la edad óptima de corta (NEWMAN en SALINAS 1995).

El VPS incorpora el costo de oportunidad del valor del suelo considerando infinitas rotaciones, no considerando la compra ni venta del suelo. Corresponde, por lo tanto, al máximo valor que un inversionista estaría

dispuesto a pagar por un terreno si lo dedica en forma indefinida a la producción forstal. Lo anterior se expresa matemáticamente a través de la siguiente expresión:

$$VPS = \sum_{t=0}^{t=T} \frac{(I_t - C_t)(1+i)^{T-t}}{(1+i)^T - 1}$$

Donde:

T = edad de cosecha
 I_t = ingreso al año t
 C_t = costo al año t
t = tiempo (años)
i = tasa de interés

Este indicador, en conjunto con el VNP se utilizó para determinar la mejor opción de uso posterior del suelo y edad óptima de cosecha tanto para el bosque actual como para su uso posterior. A continuación se presenta la expresión que explica lo anterior:

$$VT = VNP_o + \frac{VPS_{r/o/e}}{(1+i)^T}$$

Donde:

VT = valor total
VNP = valor neto presente
VPS = valor potencial del suelo
r = pino radiata
o = pino oregón
e = eucaliptus
t = tiempo (años)
i = tasa de interés

3.4.2.3 ANÁLISIS MARGINAL.

Otra forma de determinar la edad óptima de cosecha fue mediante la utilización de un análisis marginal. La metodología utilizada es similar a la propuesta por Chang (1984). Básicamente se refiere a una relación entre el ingreso marginal y el costo de oportunidad del vuelo que difiere de la forma original de Chang en que en esta última se agrega al costo de oportunidad del vuelo, el costo de oportunidad del suelo. Este análisis se desarrolló sólo para la metodología descrita en la sección 3.3.1, donde fue de utilidad al comprobar ciertas edades óptimas de cosecha.

3.4.3 COSTOS

A continuación se indican y describen los costos que se utilizaron en el desarrollo de la presente evaluación:

- Costos de establecimiento: este ítem considera los costos de roce, desbroces, cortafuegos, preparación del suelo, cercado, control de malezas pre y post-plantación, plantación y fertilizantes. Además se incluyen algunos insumos como las plantas, herbicidas, materiales para el cercado y productos químicos para el control de lagomorfos. (Se consideró sólo para el cálculo del VPS).
- Costos de manejo: este costo lo componen tanto la mano de obra, como los materiales e insumos para llevar a cabo las distintas actividades de manejo tales como desbroces, raleos comerciales y fertilizaciones correctivas.
- Costos de cosecha: el costo de cosecha está compuesto del volteo, del madereo con Skidder y de la construcción de campamentos. No se consideró la

construcción de caminos, ya que estos habían sido construidos con anterioridad. Sin embargo es un costo que se podría asumir por m³ de madera cosechada.

- Costos de administración: se consideraron en este ítem las labores de vigilancia, supervisión y mantenciones en las cuales se destinaron 4 jornadas por hectárea al año. A lo anterior se le sumó un costo de seguro contra incendio cuyo valor promedio se fijó en \$3.246 por hectárea, que según INFOR (1996), es la tasa promedio que pagan los privados.

3.4.4 SUPUESTOS BÁSICOS.

A pesar de ser el sector forestal el segundo en importancia en la economía nacional, según su aporte al Producto Interno Bruto (P.I.B), nuestro país ocupa un lugar relativamente discreto en lo que se refiere a la economía forestal a nivel mundial, aportando un 1% al total exportado en el año recién pasado. Por otro lado, la economía de dicho sector es considerada como fluctuante, ya que está afecta a constantes cambios en los precios internacionales. Es así como en el caso de la celulosa, variaciones fuertes de precios han puesto en duda la factibilidad de proyectos de gran envergadura y que por ende inducen a una reorganización en las estructuras de dichos proyectos. Las fluctuaciones de precios antes mencionadas se ilustran en los anexos, para los productos de mayor importancia en nuestro país.

Como una forma de visualizar los posibles escenarios en los cuales se pueden desarrollar los proyectos forestales, se recurre al establecimiento de una serie de supuestos, de modo que la o las personas encargadas de aprobarlos, tengan en consideración las posibilidades de éxito o fracaso en

cada uno de dichos escenarios. A continuación se describen los supuestos establecidos para la presente evaluación.

3.4.4.1 VALOR DE LOS PRODUCTOS.

El valor de los productos es una de las variables a sensibilizar en la evaluación del predio Lo Suárez. En cuanto a valores en pino oregón, no se encontró información, ya que no existe un sondeo seriado de precios de trozas, de tal forma que se utilizó el procedimiento empleado por INFOR (1996), donde, con el fin de estimar la variable antes mencionada, se aplicó el método de homología comparando los valores en pino radiata en el producto más transado, cuyo mercado era conocido INFOR (1995).

Dicho lo anterior, se presenta a continuación el siguiente cuadro, con los precios para los distintos productos en pino oregón.

CUADRO N° 6. Precios estimados para producto pulpable y aserrable de pino oregón a orilla de camino.

PRODUCTO	PRECIOS (\$/m ³)		
	Pesimista	Probable	Optimista
PULPABLE	8.705	10.363	12.020
ASERRABLE	15.457	19.009	22.561

FUENTE: INFOR (1996).

Como se aprecia en el cuadro recién expuesto, se proponen 3 escenarios. El primero de ellos consideró los precios más bajos transados en el mercado, lo que hizo presumir un resultado tendiente a la baja al término de la evaluación. El escenario probable es aquel cuyo valor es similar a la media del precio actual, atribuido a los productos pulpable y aserrable. Por último, el escenario optimista en relación a los precios, estuvo representado por los

precios más altos obtenidos según el análisis expuesto en el párrafo anterior. En relación a ello, es necesario mencionar, que a pesar de haberse registrado, en el presente año, una fuerte baja en los precios de algunos productos forestales como la celulosa (38%), en relación al año anterior, los valores de los productos utilizados en la evaluación económica son representativos y lo serán al menos hasta fines del próximo año, ya que se prevé un alza en los precios que podría alcanzar un valor cercano a un 20% en relación al presente año.

3.4.4.2 TASAS DE CRECIMIENTO DESPUÉS DE LAS INTERVENCIONES.

En primer lugar es necesario mencionar que este supuesto sólo se utilizó al momento de evaluar el predio Lo Suárez ya que para los predios restantes se proyectó por medio del simulador S.P.S. Como se mencionó en la sección sobre proyecciones de los rodales, se utilizaron como medio para sensibilizar la evaluación económica mediante tres tasas distintas de incremento en área basal después de los raleos. De esta forma y dejando como variable fija al sitio, se pudo ampliar la información de la evaluación a distintos escenarios de crecimiento. De la forma como se mencionó anteriormente, se estableció un primer escenario pesimista en el cual los árboles residuales responden al primer raleo con un incremento en la tasa de crecimiento de un 15%. En cuanto al escenario probable, se estimó que el incremento en la tasa de crecimiento era de un 30%. Con respecto a lo anterior, se asumió la máxima repuesta fisiológica que podría tener una plantación después de un raleo es de un 50% para un período determinado, por lo tanto en el caso del escenario probable, se utilizó una tasa intermedia y para un escenario optimista se realizaron las proyecciones utilizando la tasa máxima de crecimiento mencionada.

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

La sección de resultados se compone de dos partes. La primera detalla los resultados obtenidos en la evaluación al predio Lo Suárez incluyendo datos de crecimiento en DAP, área basal y volumen además de la evaluación económica expuesta a los diferentes supuestos de precios, opciones de raleo, tasas de crecimiento después de las intervenciones y tasas de interés.

Por último se presenta la segunda parte que incluye los predios El Duero, Remehue 1 y Putraique 1 y 3 exponiéndose los mismos resultados anteriores además de una evaluación de un uso alternativo de la tierra luego de cosechado el bosque actual.

4.1 ZONAS DE CRECIMIENTO DE LOS RODALES ESTUDIADOS.

Con la metodología descrita en la sección 3.1.1, se obtuvo la siguiente información acerca de los sitios donde se encuentran los rodales en estudio (Schlatter *et. al.*, 1996):

- Zona de crecimiento en el valle central: suelos derivados de cenizas volcánicas modernas, sedimentadas sobre sustratos de origen fluvioglacial, excepcionalmente de roca metamórfica. La topografía es de lomas y cerros ondulados a quebrados. Los suelos son profundos a muy profundos y poseen un drenaje interno moderado a rápido. Las limitantes principales son el secamiento superficial y pie de arado, determinándose para esta zona y para la especie estudiada, una calidad de sitio media a buena. Lo anterior, explica los altos rendimientos volumétricos obtenidos que se detallan más adelante.

4.2 PARTE 1. ANÁLISIS DE RODALES EN EL PREDIO LO SUÁREZ.

4.2.1 ESTIMACIÓN DE DATOS DASOMETRICOS.

4.2.1.1 DETERMINACIÓN DE INCREMENTO EN DAP.

La base que sirvió para la proyección de los parámetros estimados, la constituyó el análisis de los tarugos incrementales. Como se detalló en la sección 4.3.1, la base de información estuvo conformada por muestras extraídas de 30 árboles. Los resultados obtenidos se promediaron, obteniéndose un diámetro medio para la edad actual de 26 cm, similar al observado en el diámetro medio determinado a partir del inventario del mismo predio con un valor de 25 cm. En cuanto al diámetro medio cuadrático, establecido por medio del área basal, coincidió exactamente con el diámetro medio establecido a través de los tarugos. Los resultados obtenidos se representan gráficamente a continuación:

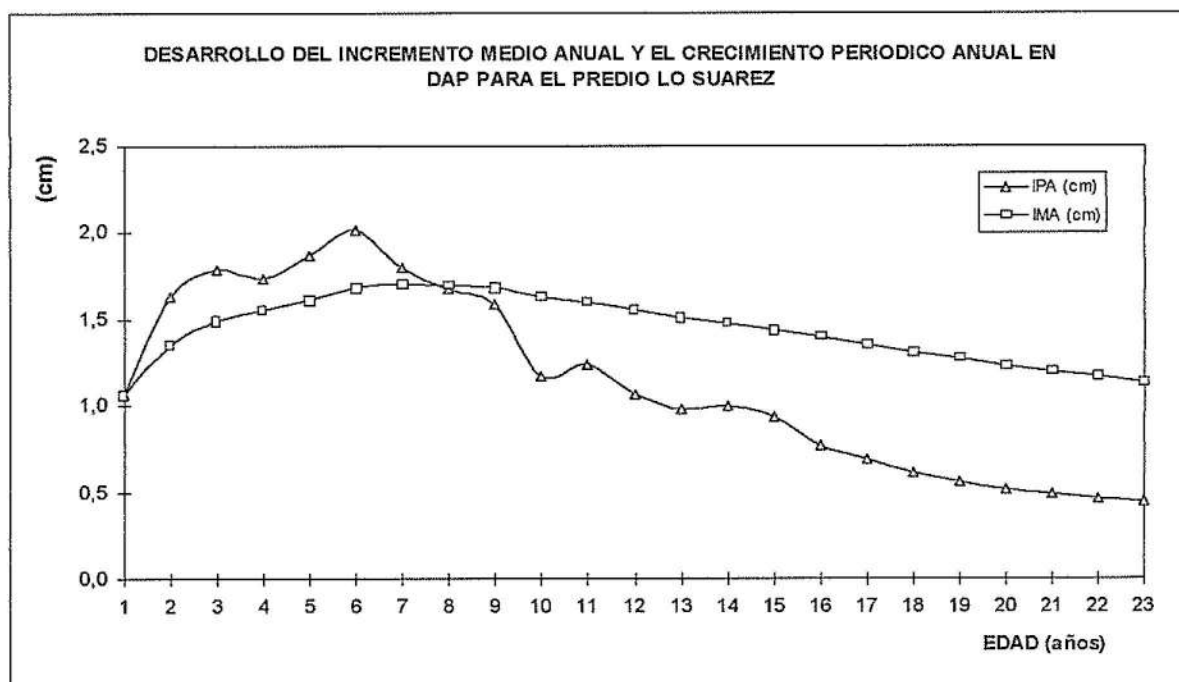


FIGURA 2: Comparación entre el desarrollo del IMA y el IPA para el predio Lo Suárez hasta la edad actual.

Como se observa en la figura, el momento óptimo para realizar el primer raleo debió haber sido según el criterio de máximo IPA a los 6 años ó a los 8 años si se considera el criterio cuando se cruzan las curvas de IPA e IMA. Estos valores coinciden con los estudios realizados en el área de intervenciones para esta especie. En relación al diámetro acumulado, éste muestra en la figura 3:

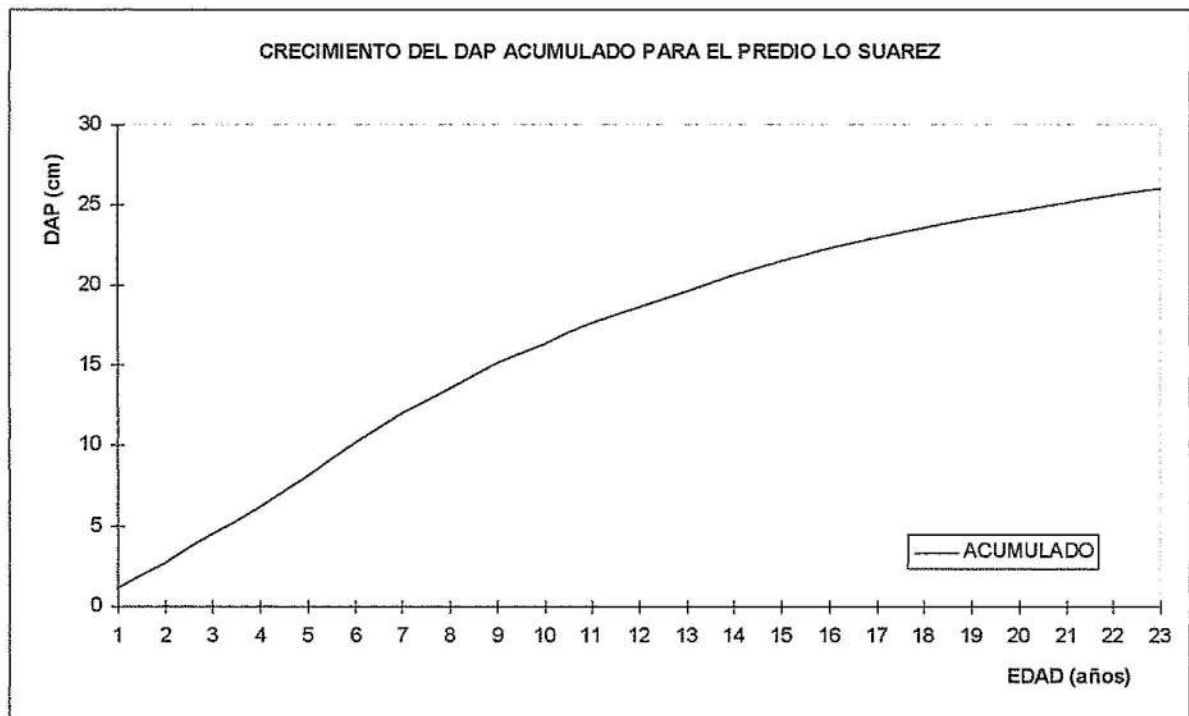


FIGURA 3: Crecimiento del DAP acumulado para el predio Lo Suárez, hasta la edad actual.

4.2.1.2 INVENTARIO

Luego de las estimaciones realizadas para cada parámetro requerido en el presente estudio, se desarrollaron las tablas de rodal que indican dichos parámetros para cada clase diamétrica. Lo anteriormente descrito se presenta en los anexos (cuadros 11-14) para la totalidad de los predios que abarcó el inventario, y para el predio Lo Suárez en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 7. Tabla de rodal para el predio Lo Suárez a la edad actual (23 años).

Intervalo (Li-1 - Li)	Marca de C. Yi DAP (cm)	Frecuencia N N° arb/há	Area Basal (m²/há)	Altura (m)	Media (vol/árbo) (m³)	Total Volumen m³/há
8 - 10	9	20	0,13333	8,9	0,000333	0,0007
10 - 12	11	27	0,28933	13,4	0,0014750	0,0393
12 - 14	13	40	0,60200	12,9	0,0061833	0,2473
14 - 16	15	53	0,94400	13,9	0,0114375	0,6100
16 - 18	17	113	2,73200	15,9	0,0305471	3,4620
18 - 20	19	147	4,36533	17,1	0,0536591	7,8700
20 - 22	21	227	8,30733	18,6	0,0892706	20,2347
22 - 24	23	200	8,68000	19,9	0,1293800	25,8760
24 - 26	25	313	16,05133	20,7	0,1782170	55,8413
26 - 28	27	340	20,11467	21,4	0,2304255	78,3447
28 - 30	29	187	12,82933	21,8	0,2909250	54,3060
30 - 32	31	193	15,25000	23,0	0,3717034	71,8627
32 - 34	33	107	9,19333	22,9	0,4166438	44,4420
34 - 36	35	47	4,58333	23,9	0,5140714	23,9900
36 - 38	37	13	1,47267	26,5	0,6568000	8,7573
38 - 40	39	27	3,22800	27,1	0,7342932	19,5812
40 - 42	41	7	0,88000	27,8	0,8431306	5,6209
TOTAL		2060	109,656		0,204410691	421,086023

De la tabla expuesta, se aprecia un valor considerable de volumen para la edad del rodal, lo que se explica por la zona de crecimiento en que se desarrolla, como se mencionó en la sección 4.1. El IMA en volumen alcanza un valor de 18,3 m³/ha/año lo que concuerda con plantaciones en un sitio similar descritas en INFOR(1996). En lo que se refiere a la distribución diamétrica, se observa una ordenación normal, concentrándose la mayor densidad en las clases diamétricas medias, disminuyendo hacia los extremos. Esto último se aprecia de mejor modo en el siguiente figura:

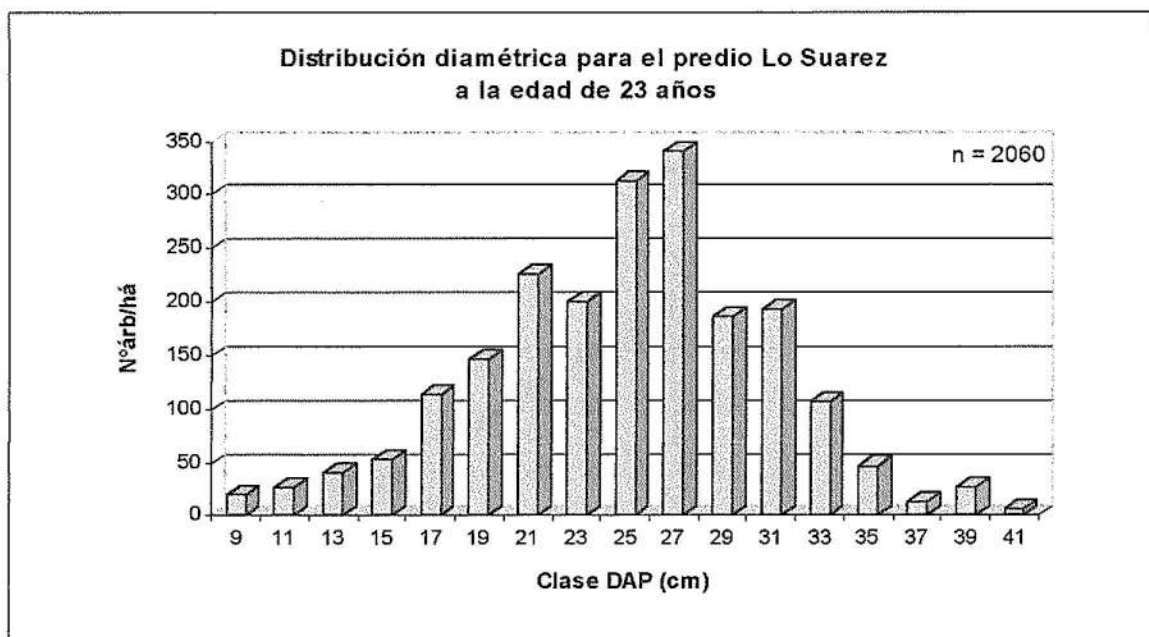


FIGURA N° 4. Distribución diamétrica en el predio Lo Suárez.

4.2.1.3 RALEOS Y PROYECCIONES DE ÁREA BASAL Y VOLUMEN.

Tal como se explicó en la sección 3.3.1.2, se establecieron 3 escenarios de crecimiento del rodal, afectados cada uno de ellos, por diferentes tasas de crecimiento después de las intervenciones realizadas. Además se utilizaron 3 criterios distintos de intervención, lo que dio como resultado una amplia gama de posibles escenarios futuros del rodal en estudio.

Como se mencionó en la metodología, en base a los resultados obtenidos de los tarugos, se realizaron las proyecciones del área basal, las cuales originaron las respectivas proyecciones del volumen basándose en el diámetro medio. De esta forma, se presenta a continuación un gráfico de edad $\%$ área basal para un determinado escenario de crecimiento:

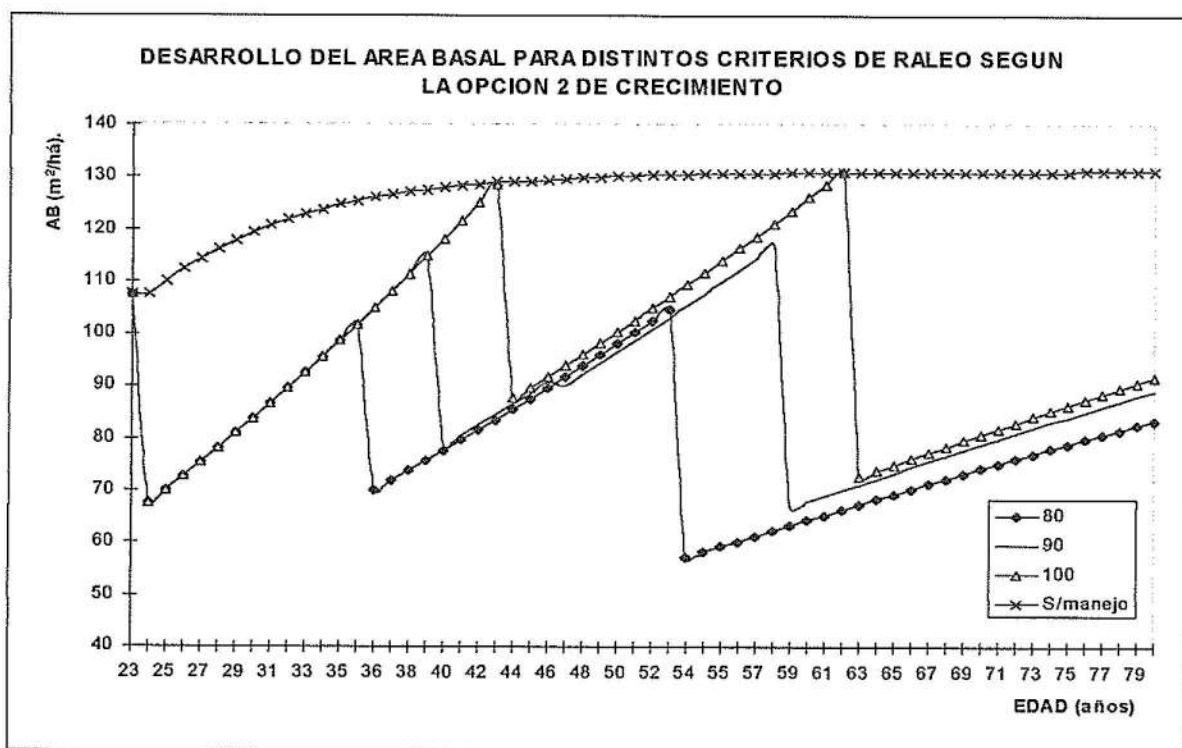


FIGURA 5. Crecimiento del área basal para una determinada opción de crecimiento.

De esta forma se conformaron 9 escenarios distintos que describen diferentes estados de desarrollo del rodal estudiado. Los resultados de la simulación enfrentados a los escenarios antes mencionados se graficaron para apreciar las diferencias inherentes a cada una de las situaciones generadas. A continuación se presenta la figura 6 que representa lo anteriormente expuesto.

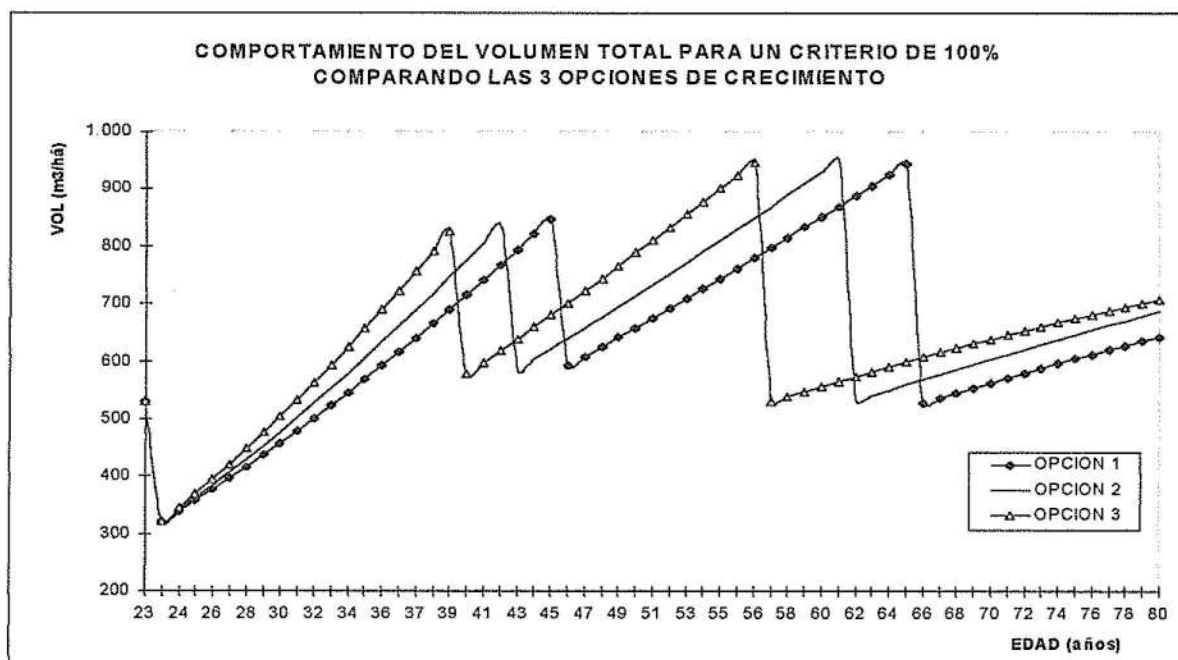


FIGURA 6. Desarrollo del rodal desde el punto de vista volumétrico, hasta una edad de 80 años bajo distintas opciones de crecimiento, manteniendo constante el criterio de raleo.

En la figura anterior se observa una clara diferencia en las oportunidades de raleo, para las diferentes opciones de crecimiento, dando como resultado para el segundo raleo edades que fluctúan entre los 39 y los 45 años para la opción de crecimiento mayor y menor respectivamente (16 y 22 años después del primer raleo al año 23). El tercer raleo, se efectuaría según los resultados obtenidos entre los 56 y 65 años de edad para la opción mayor y menor respectivamente. Estas diferencias se observan de igual forma cuando se comparan los distintos criterios de raleo como se aprecia a continuación:

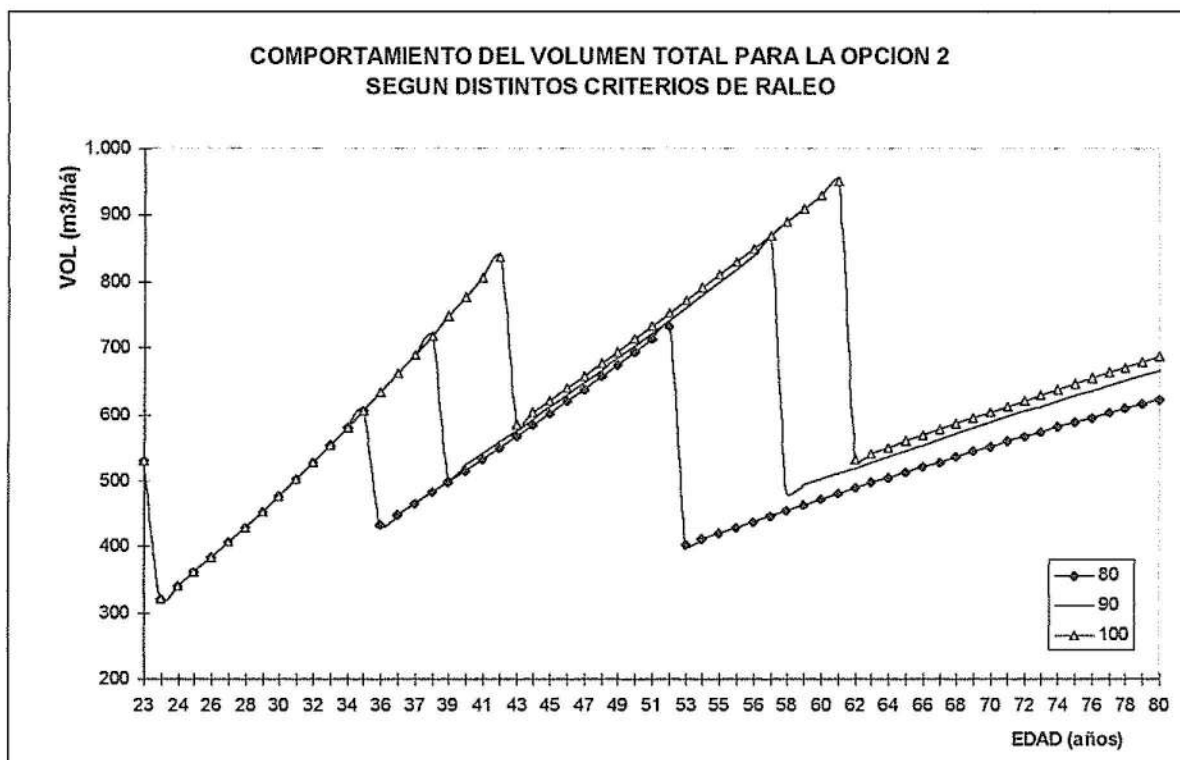


FIGURA 7. Desarrollo del rodal desde el punto de vista volumétrico, hasta una edad de 80 años bajo distintos criterios de raleo, manteniendo constante la opción de crecimiento.

Al igual que en la figura anterior, se observa una diferencia marcada en la edad a la cual ocurren los raleos, lo que se explica por el tiempo que requiere el rodal para recuperar el área basal exigida según sea el criterio de raleo empleado. En el anexo se presentan las situaciones restantes en los cuadros 18 al 20, donde logran los mismos resultados ya expuestos.

Las diferencias obtenidas de las proyecciones bajo diferentes escenarios de crecimiento e intervenciones, tuvo implicancias en la evaluación con un mayor grado en algunas situaciones que en otras, como se describirá más adelante.

En cuanto a los volúmenes por producto (pulpable y aserrable), se observaron diferencias para ambas situaciones. A continuación se presentan

las figuras 8 y 9, donde se muestra el desarrollo volumétrico para ambos productos:

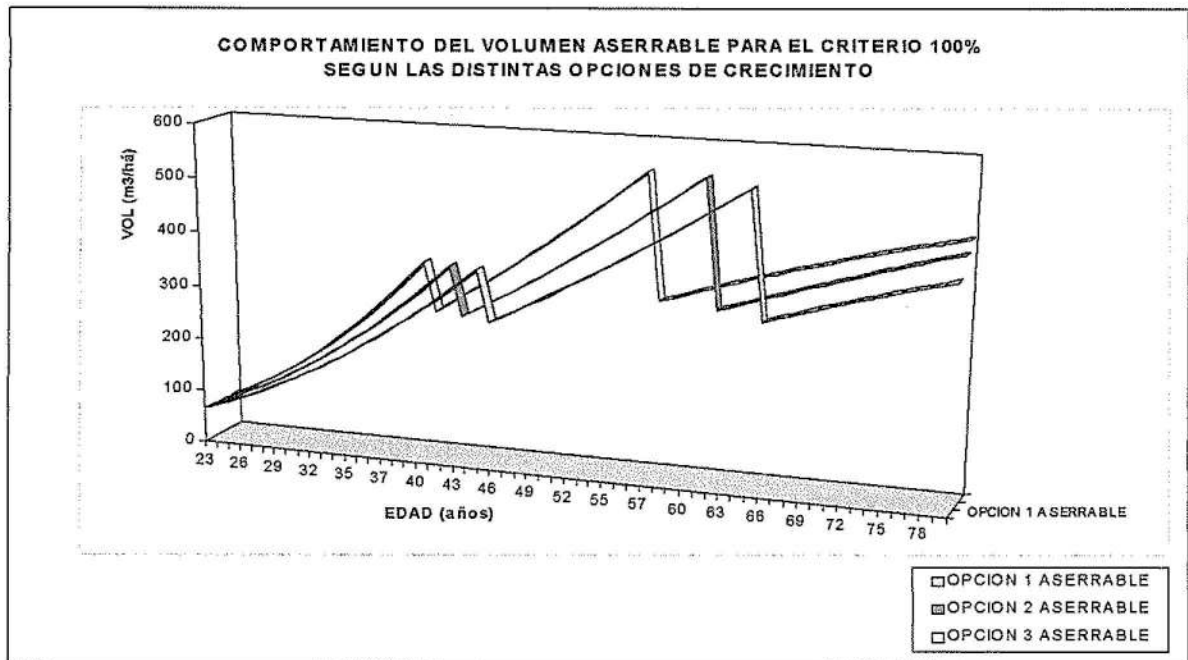


FIGURA 8. Desarrollo del volumen aserrable bajo distintas opciones de crecimiento para un criterio de raleo determinado.

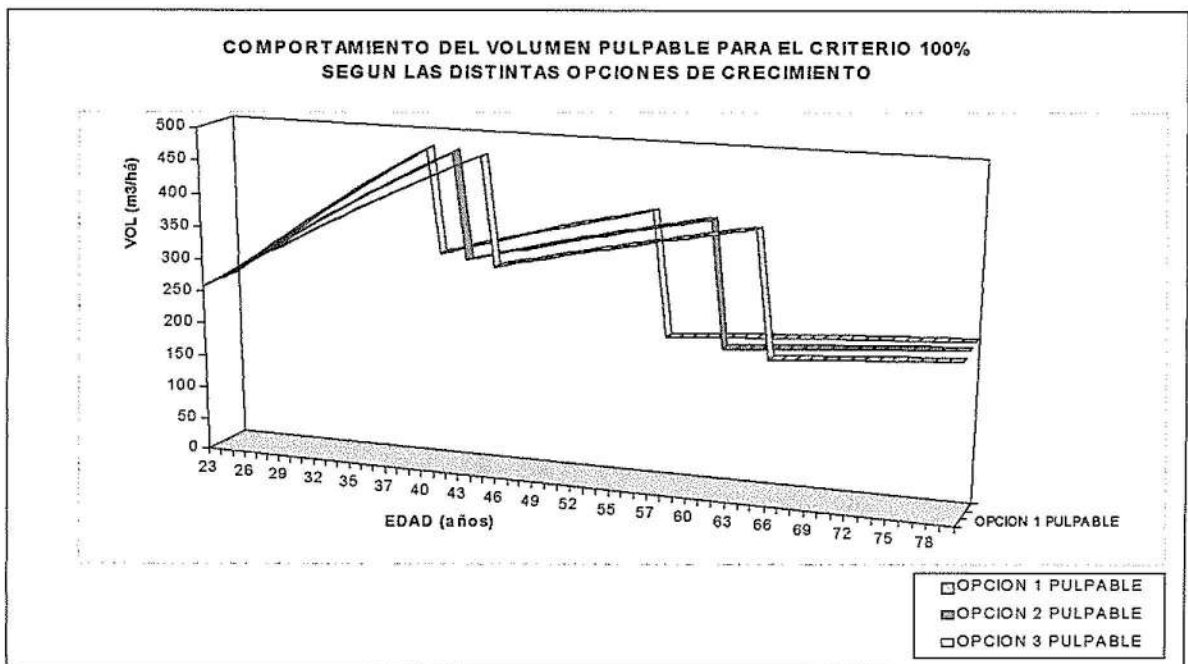


FIGURA 9. Desarrollo del volumen pulpable bajo distintas opciones de crecimiento para un criterio de raleo determinado.

De ambas figuras se desprende una mayor influencia de los distintos crecimientos en los volúmenes aserrables, lo que se explica por el aumento de participación de éste, a medida que aumenta el diámetro, lo que sucede en mayor proporción en la opción 3. Entre las distintas opciones en el producto aserrable, existe un diferencial de 35 m^3 como promedio, mientras que para el producto pulpable existe un diferencial promedio de 12 m^3 . Esto último provocó diferencias al evaluar económicamente las distintas situaciones a las cuales se hará referencia más adelante.

Como se detalló en la metodología, se realizó una simulación hasta los cuarenta años del rodal sin manejo. Los resultados obtenidos se compararon con los distintos escenarios antes expuestos, graficándose los que demostraron mayores diferencias.

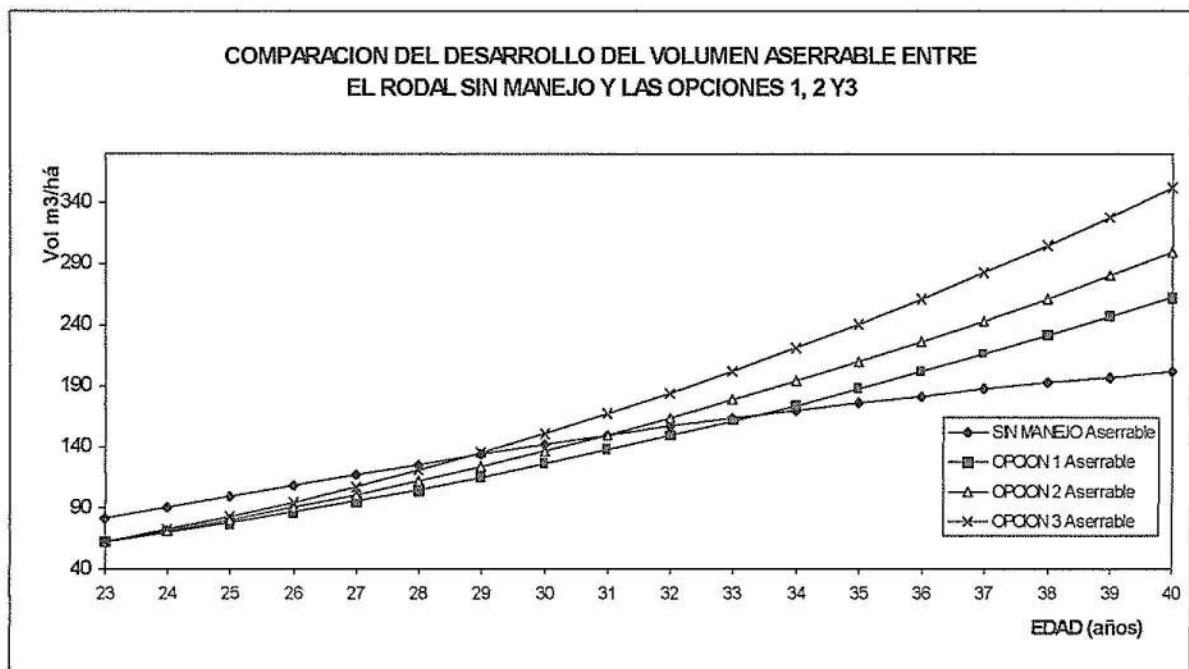


FIGURA 10. Comparación del desarrollo de los volúmenes aserrables para una situación con manejo y las opciones 1,2 y 3..

En la figura se aprecia una diferencia de volumen en la edad inicial entre la opción sin manejo y las demás opciones, lo que se explica ya que en las últimas está incluido el primer raleo. La recuperación del volumen aserrable es más rápida a medida que aumenta el incremento diamétrico después de los raleos. Lo anterior tuvo una estrecha relación con los resultados obtenidos en la evaluación económica, los que se detallarán más adelante. Esto no ocurrió para el volumen pulpable lo que se demuestra en la siguiente figura:

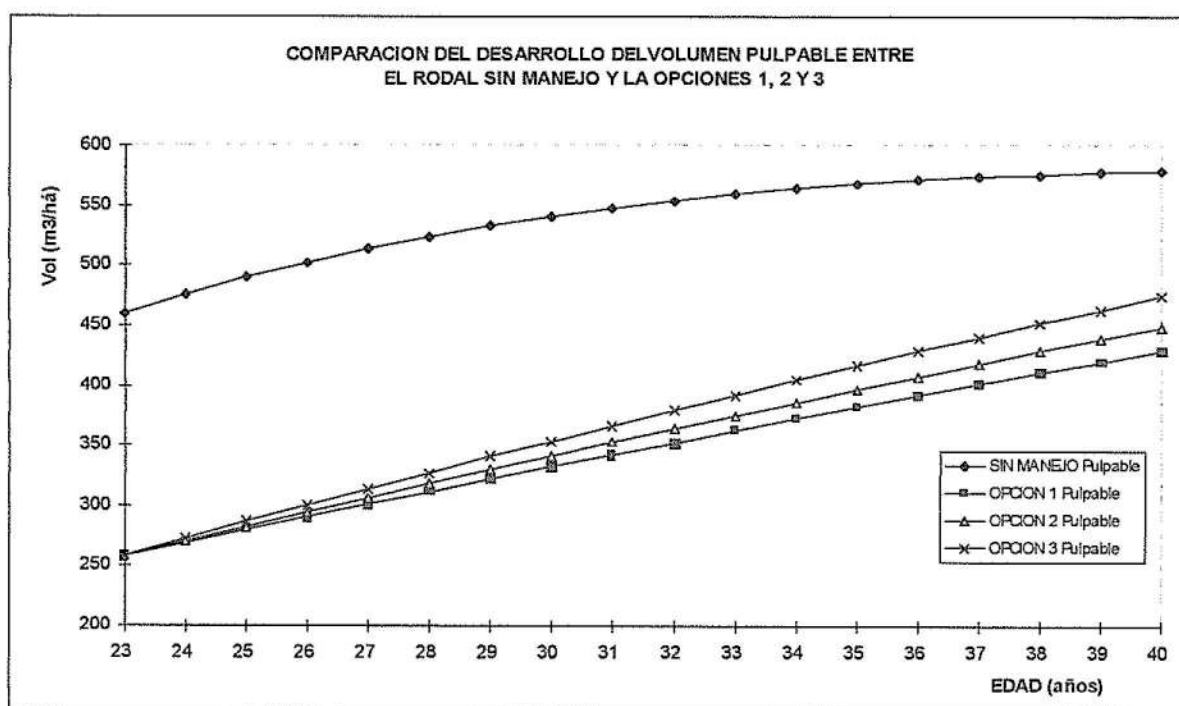


FIGURA 11. Comparación del desarrollo de los volúmenes pulpables para una situación con manejo y las opciones 1,2 y 3.

Al igual que para el caso anterior, la diferencia en el comienzo de la proyección se debe a que en las opciones 1, 2 y 3 están incluidos los raleos. Como se aprecia en la figura 11, hasta los cuarenta años, el rodal bajo intervenciones no alcanza a recuperar el volumen del rodal sin intervenciones. Lo anterior se debe principalmente a la alta densidad del rodal sin manejo, lo que reduce el crecimiento en diámetro con respecto a las otras opciones. Esto

último aumenta la proporción de madera pulpable, disminuyendo el producto aserrable, contrario al caso anterior, cuando se trata de comparar los volúmenes aserrables.

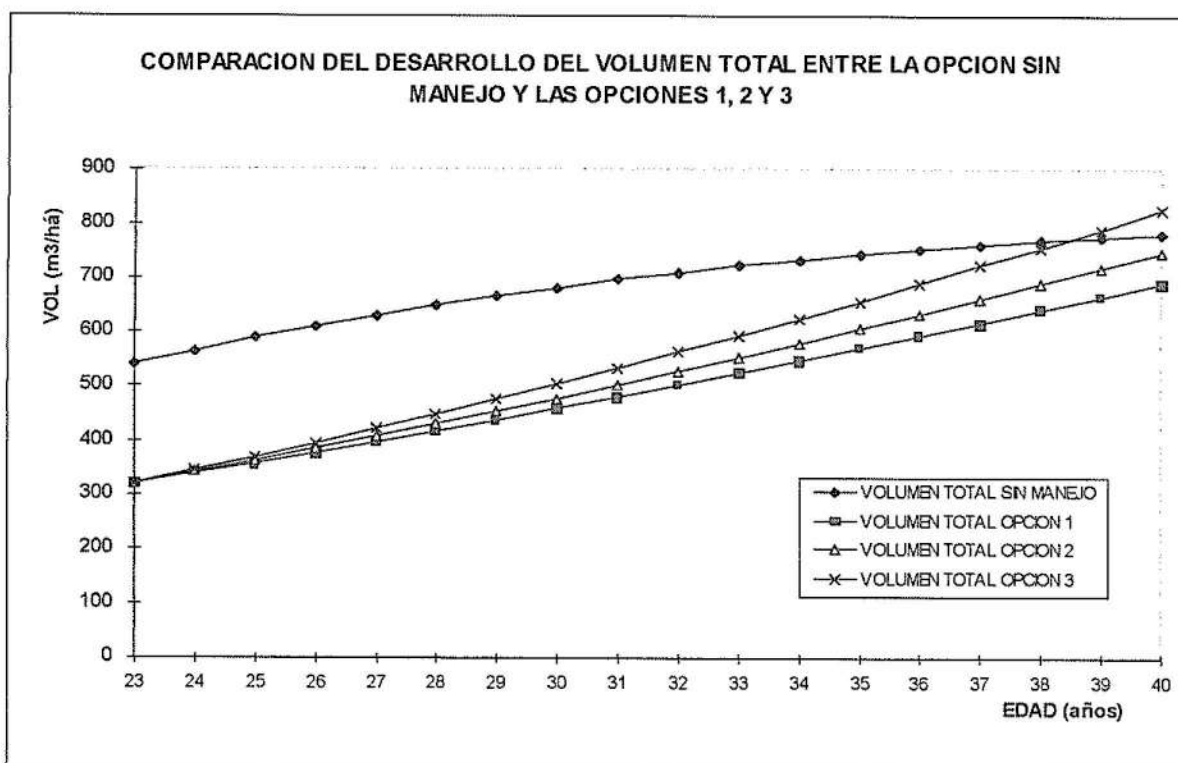


FIGURA 12. Comparación del desarrollo de los volúmenes totales para una situación con manejo y las opciones 1,2 y 3.

Para la mejor opción de crecimiento, el volumen total se recupera al cabo de 8 años, sin embargo se debe mencionar que el volumen de los rodales manejados tiene mayor valor, incluso en la opción 3 de crecimiento. Esto último se demostrará en la evaluación económica que se describe a continuación.

4.2.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA.

La situación de los rodales de pino oregón de Forestal Valdivia S.A. es un tanto atípica en relación a las otras plantaciones exóticas existentes en el país. Esta situación se basa principalmente en los costos de establecimiento, que como se mencionó en la sección 3.4.3, se consideraron como históricas. Al momento de la adquisición de los predios que contenían plantaciones de pino oregón y pino radiata por parte de la empresa, se valoraron sólo las plantaciones de la última especie y a los bosques de oregón ó a los bosques nativos se les dio un valor cero. De esta forma los valores arrojados en la presente evaluación son altos ya que se consideraron como costos sólo los costos de raleo, cosecha y administración anual y los ingresos correspondieron a los raleos y la cosecha final. Al incluirse en la evaluación agentes de sensibilización como los ya mencionados, se obtuvo una gran cantidad de resultados, los que no pudieron ser expuestos en su totalidad, de tal forma que se presenta en el anexo 1 (cuadros 18 - 21), los cuadros resumen que incluyen todos los resultados obtenidos en los 4 escenarios propuestos.

A continuación se detallarán los resultados de la evaluación económica para cada una de las opciones de crecimiento enfrentadas a diferentes criterios de raleo, escenarios de precios y tasas de descuento.

4.2.2.1 OPCIÓN 1 DE CRECIMIENTO.

Esta opción considera el crecimiento más lento del rodal después de las intervenciones. En primer lugar, se evaluó esta opción con respecto a los distintos criterios de raleo lo que se representa gráficamente mediante la siguiente figura:

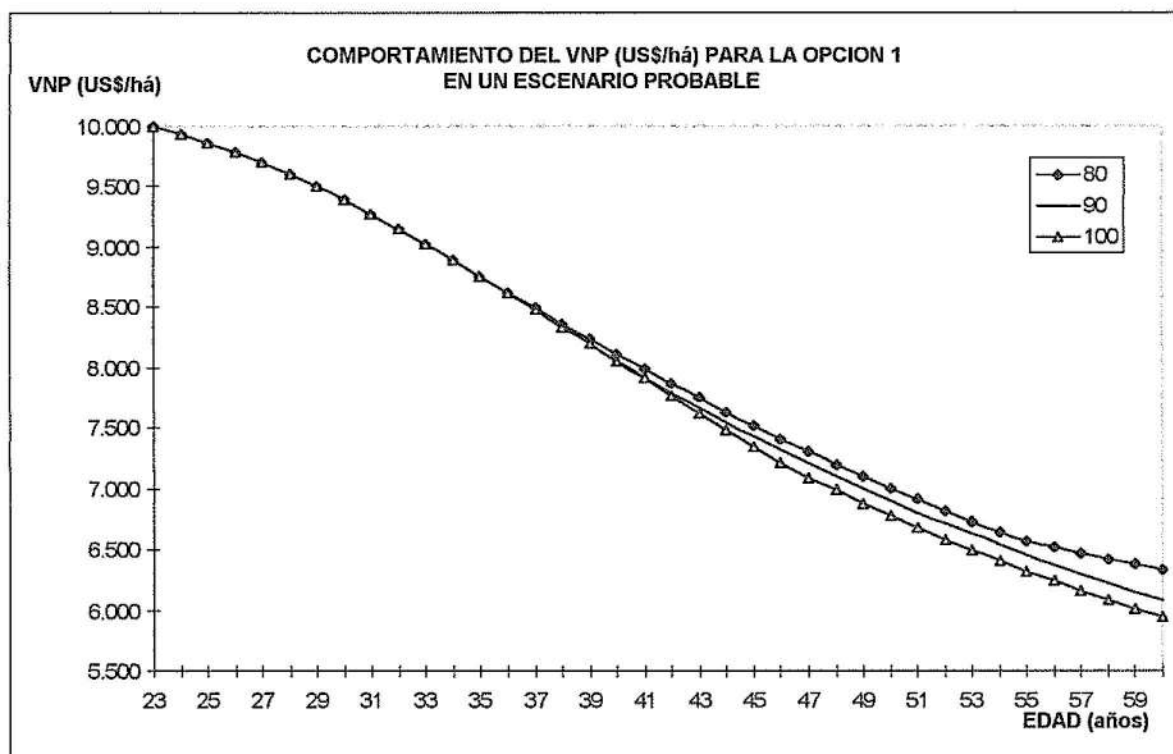


FIGURA 13. Comportamiento del VNP para la opción 1 de crecimiento a una tasa de descuento del 10% en un escenario probable.

Como se observa en la figura, no existen mayores diferencias dentro de la misma opción para distintos criterios de raleo, manteniendo el interés constante. Lo anterior se repitió para las demás opciones y por lo tanto no se harán más referencias al respecto.

Otra forma de sensibilización empleada en el presente estudio fue la utilización de diferentes tasas de descuento. Se utilizaron tasas del 6, 8 y 10%.

Al aplicar estas tasas de descuento, se lograron resultados disímiles para una misma situación, los cuales son presentados a continuación :

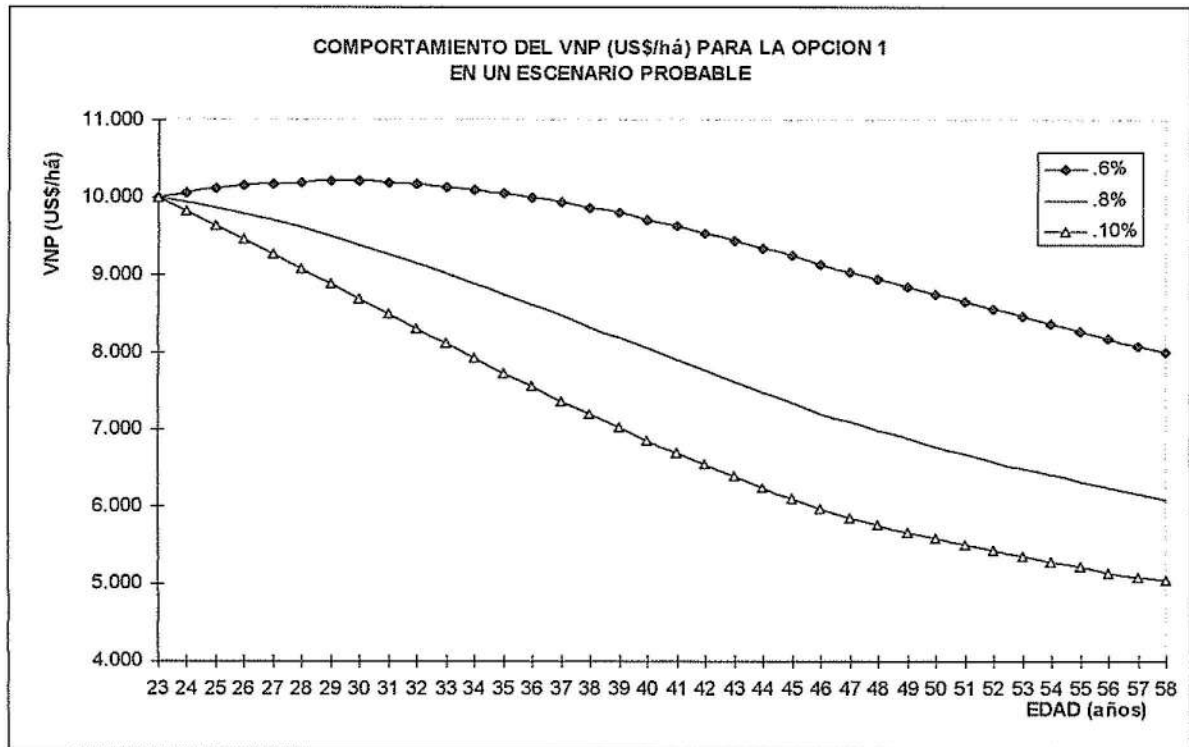


FIGURA 14. Comportamiento del VNP a distintas tasas de interés dejando constante el criterio de raleo (criterio 100%) en un escenario probable.

Las distintas tasas de descuento son utilizadas según el inversionista, de este modo un pequeño inversionista utilizará, probablemente, una mayor tasa para evaluar un determinado proyecto y un gran inversionista empleará una tasa menor. Para el presente caso, como se observa en la figura, con una menor tasa de descuento aumenta la edad óptima en que el productor percibe mayores ingresos por concepto del manejo y cosecha del bosque. Para el caso recién expuesto la edad óptima ocurre a los 29 años con un VNP de 10.206 ^{US\$}/ha, para una tasa de descuento de un 6%. Para tasas más altas, la edad óptima es la edad actual con un VNP de 9.995 ^{US\$}/ha. Esto último indica que el dejar crecer un año más el bosque después de la edad óptima, significa dejar

de percibir mayores ingresos. Para la tasa más baja, esto ocurre después del año 29. Con respecto a los ingresos marginales cabe señalar que se acentúa a medida que aumenta la tasa de descuento, así para las tasas del 6, 8 y 10%, el margen negativo promedio después de la edad óptima es de 67, 82 y 95 ^{US\$}/ha/año respectivamente. Lo anterior ocurre en forma similar para todos los criterios de raleo, por lo tanto sólo serán expuestos en esta oportunidad. A continuación se explica gráficamente lo ocurrido con los ingresos marginales.

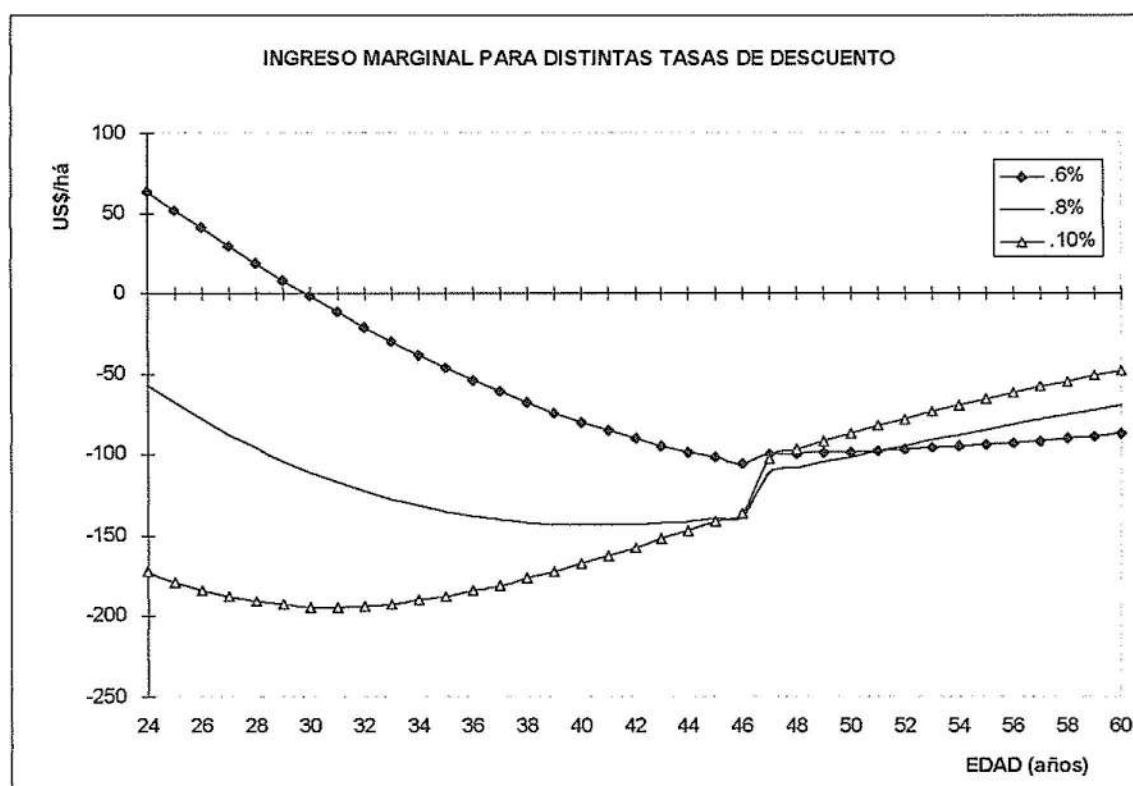


FIGURA 15. Comportamiento del ingreso marginal para distintas tasas de interés en un escenario probable utilizando un criterio de raleo de un 90%.

El último análisis de sensibilidad que se realizó para cada opción de crecimiento fue aquel en que se utilizaron los diferentes escenarios de precios, en el cual, como se detalló en la sección 3.4.4.1, se emplearon tres escenarios

distintos. A continuación se presentará gráficamente el comportamiento del VNP según los escenarios mencionados:

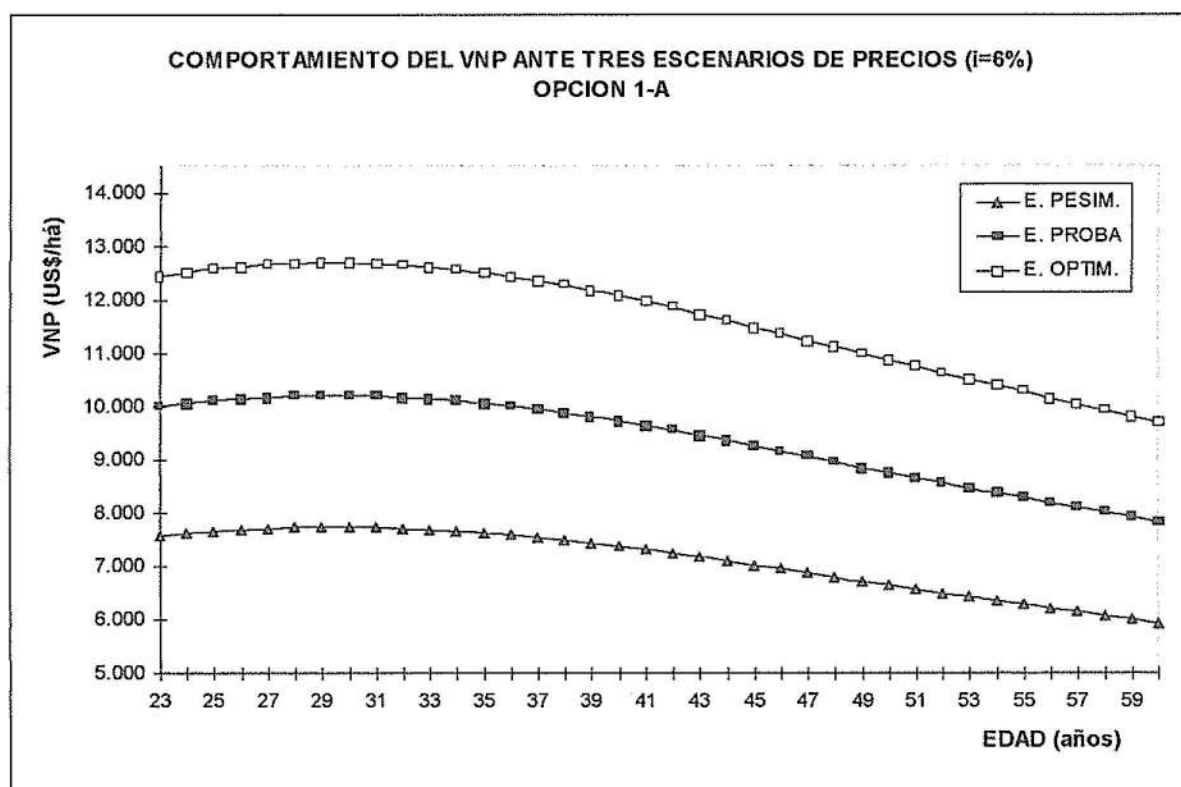


FIGURA 16. Comportamiento del VNP para tres escenarios de precios manteniendo constante la tasa de descuento para un criterio de 100%.

En esta figura se observa una leve diferencia en lo que se refiere a edad óptima de cosecha. Así, en los escenarios optimista y probable dicha edad se presenta a los 29 años, mientras que para el escenario pesimista esto sucede a los 30 años. Donde sí se observan diferencias claras es en los ingresos netos representados por el VNP, los cuales varían para la edad óptima de cosecha entre 7.723 y 12.689 ^{US\$}/ha.

4.2.2.2 OPCIÓN 2 DE CRECIMIENTO.

Con respecto a la sensibilización realizada según los diferentes criterios de raleo, no se observaron diferencias significativas en el comportamiento del VNP y por lo tanto las figuras correspondientes son expuestas en la sección de anexos

En cuanto a los resultados obtenidos de la sensibilización con distintas tasas de descuento, se observaron diferencias claras en cuanto a la edad óptima de cosecha y el ingreso marginal. A continuación se representan gráficamente ambas situaciones:

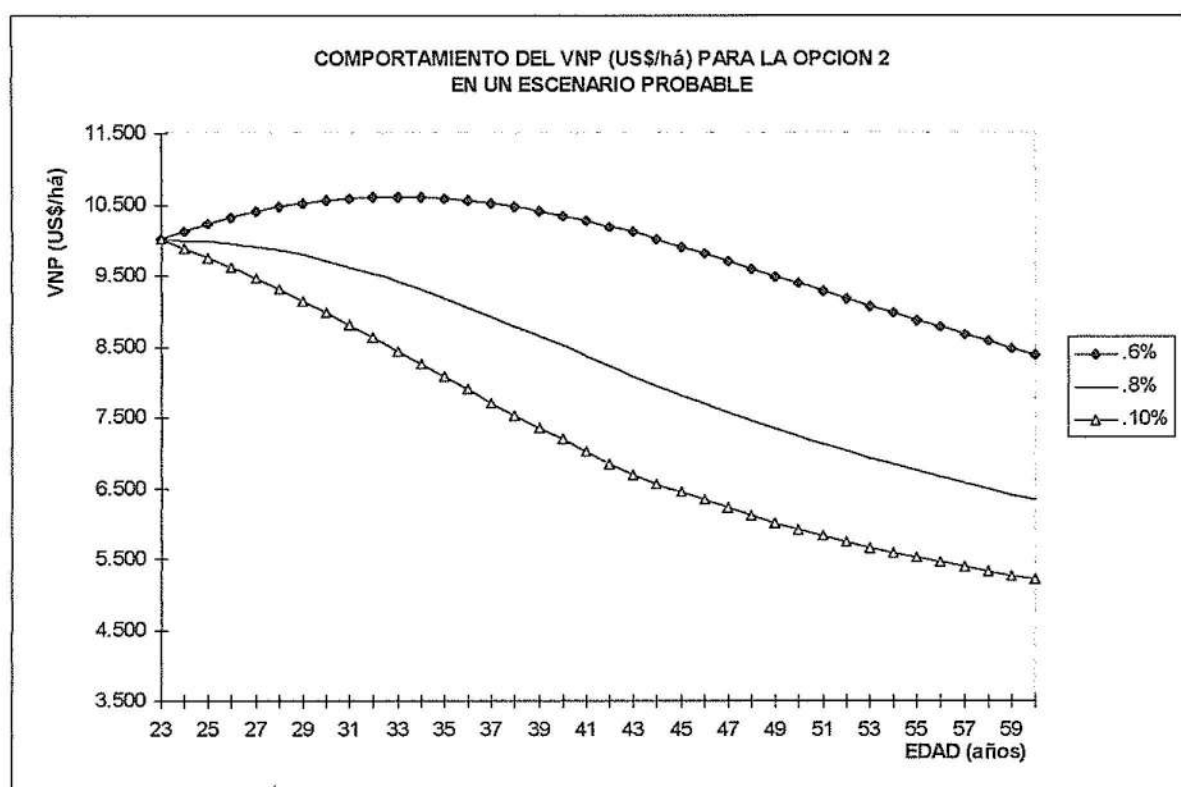


FIGURA 17. Comportamiento del VNP a distintas tasas de descuento dejando constante el criterio de raleo (100%) en un escenario probable.

La edad óptima observada para la situación expuesta, corresponde a los 33 años, para una tasa de descuento del 6%, cuando el VNP alcanza un valor de 10.605 ^{US\$}/ha y para las restantes continúa siendo la edad actual, con un VNP de 9.995 ^{US\$}/ha. Para las otras tasas de descuento, se mantiene la edad óptima pero aumenta el valor de los VNP.

En cuanto a los ingresos marginales también se observaron diferencias con respecto al caso anterior. Estos se presentan en la siguiente figura:

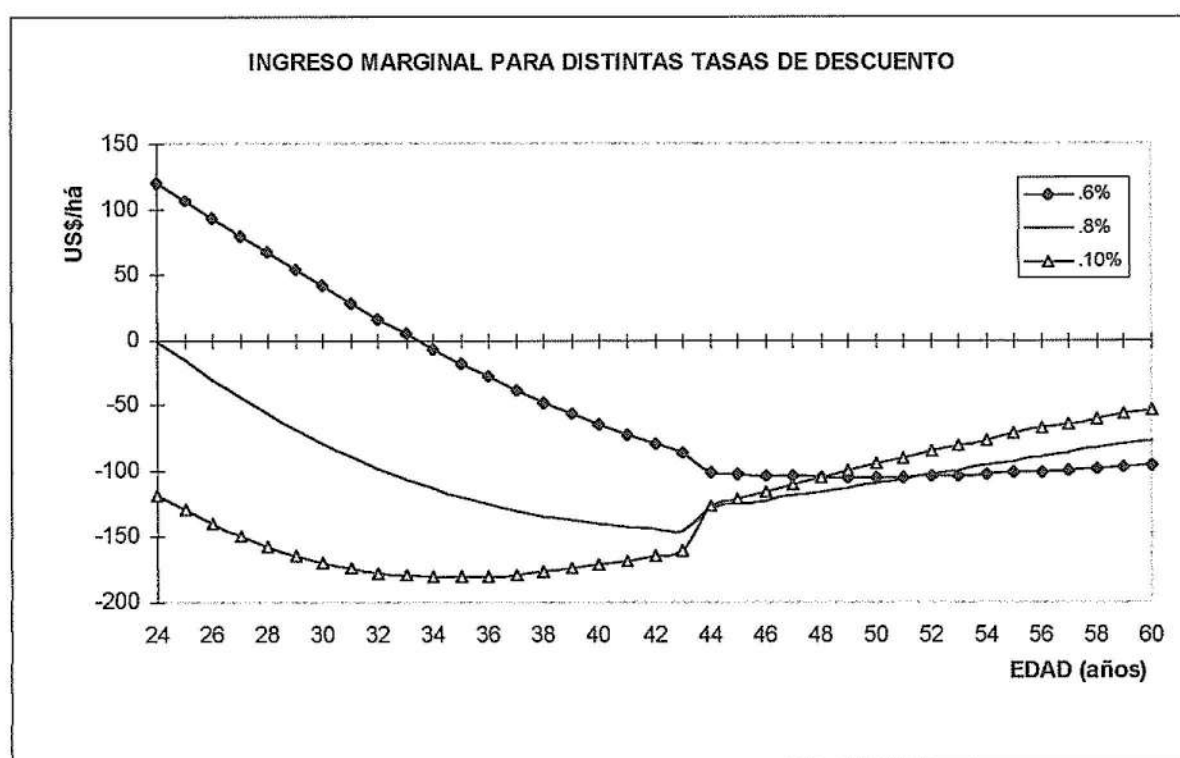


FIGURA 18. Comportamiento del ingreso marginal enfrentado a distintas tasas de descuento en un escenario probable utilizando un criterio de raleo del 90%.

Como se aprecia en esta figura, con respecto al caso anterior, disminuyó el ingreso marginal en general, sin embargo el promedio aumentó para las 3 tasas, siendo de un 82, 99 y 129 ^{US\$}/ha/año para tasas del 6, 8 y 10% respectivamente. Esto último, se debe principalmente a que el costo de oportunidad del bosque aumenta al presentar crecimientos más altos lo que

influye en un mayor valor intrínseco, por la obtención en mayor proporción de volumen aserrable.

Por último corresponde analizar lo referente a escenarios de precios lo que modo que se presenta a continuación:

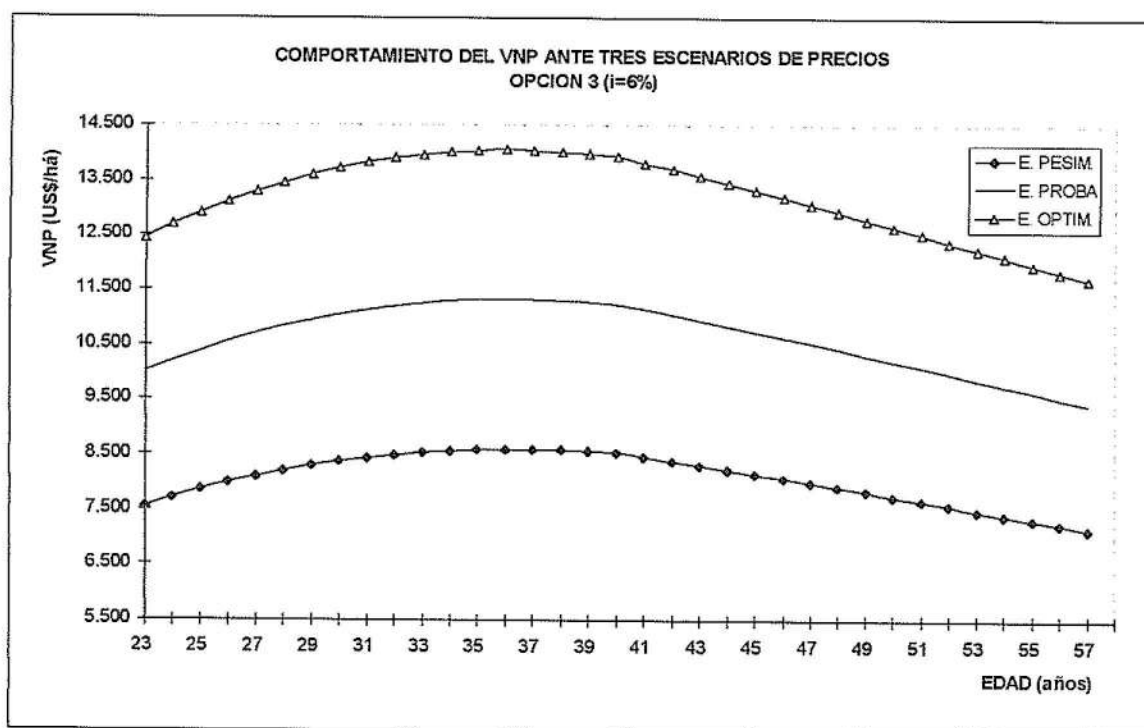


FIGURA 19. Comportamiento del VNP para tres escenarios de precios manteniendo constante la tasa de descuento para un criterio de 100%.

De la figura se desprende un aumento en los ingresos netos en relación al caso anterior, manteniéndose la edad de rotación a los 33 años utilizando la tasa de descuento de un 6% con un VNP que varía entre 8.033 y 13.165 ^{US\$}/ha para los escenarios pesimista y optimista respectivamente. Lo expresado anteriormente, en lo que se refiere al costo de oportunidad del bosque, vuelve a presentarse en este gráfico, reflejándose un mayor ingreso marginal negativo a medida que aumentan los precios.

4.2.2.3 OPCIÓN 3 DE CRECIMIENTO.

Esta opción corresponde a la de mayores incrementos en diámetro después de realizados los raleos, lo que indicaría un mejor repuesta de los árboles residuales a las intervenciones.

El análisis correspondiente a la sensibilización mediante diferentes criterios de raleo presentó diferencias en los comportamientos del rodal cuando se aplica una tasa de descuento de un 6%, como se aprecia en la siguiente figura:

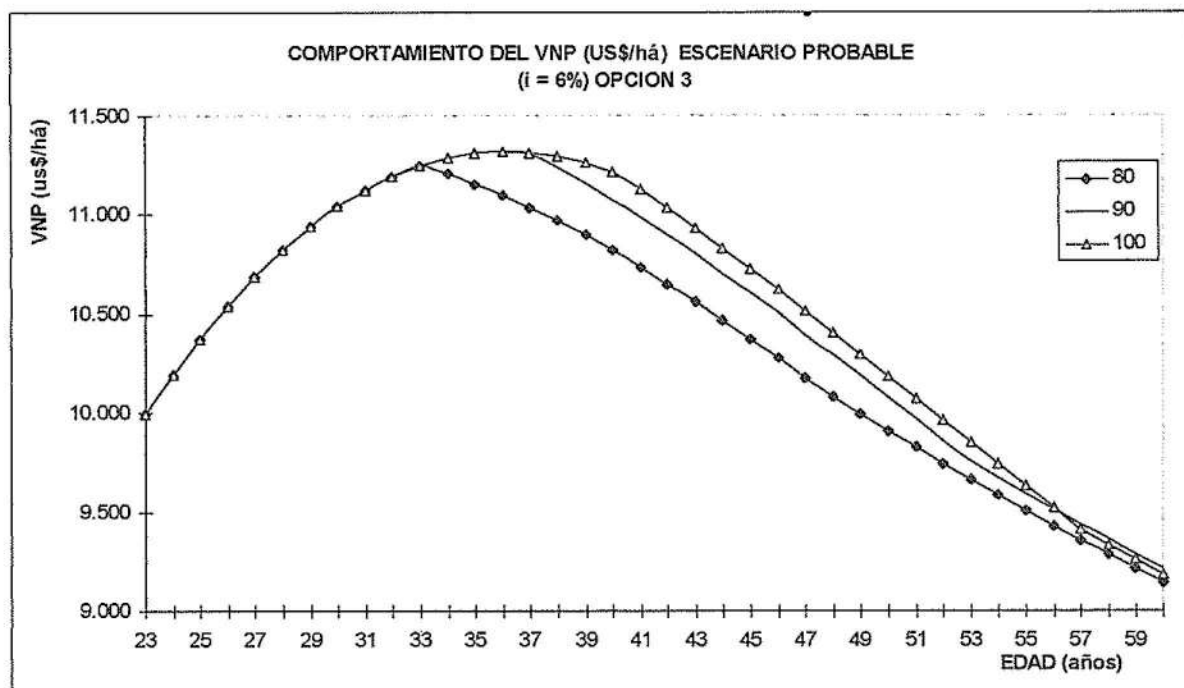


FIGURA 20. Comportamiento del VNP para la opción 3 de crecimiento a una tasa de descuento del 6% en un escenario probable, para los 3 criterios de raleo.

Como se observa en la figura, existen claras diferencias en cuanto a las edades óptimas de cosecha. Los distintos criterios de raleo indican que mientras menor sea el porcentaje de recuperación del rodal (en área basal),

menor será la edad en que se realizará el manejo. De esta forma, el criterio de 80% de recuperación indica que el raleo debe realizarse a la edad de 33 años, correspondiendo al máximo VNP para este criterio, lo que indica la edad óptima de cosecha. Sin embargo el máximo VNP se logra a la edad de 36 años, de modo tal que el criterio 80% es inconveniente. Utilizando cualquiera de los demás criterios, se logra el máximo VNP después de la edad inicial, sin embargo existen diferencias en el ingreso marginal, las que serán discutidas más adelante.

La sensibilización mediante distintas tasas de descuento, permitió la obtención de resultados significativamente diferentes a los observados en los casos anteriores. Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente figura:

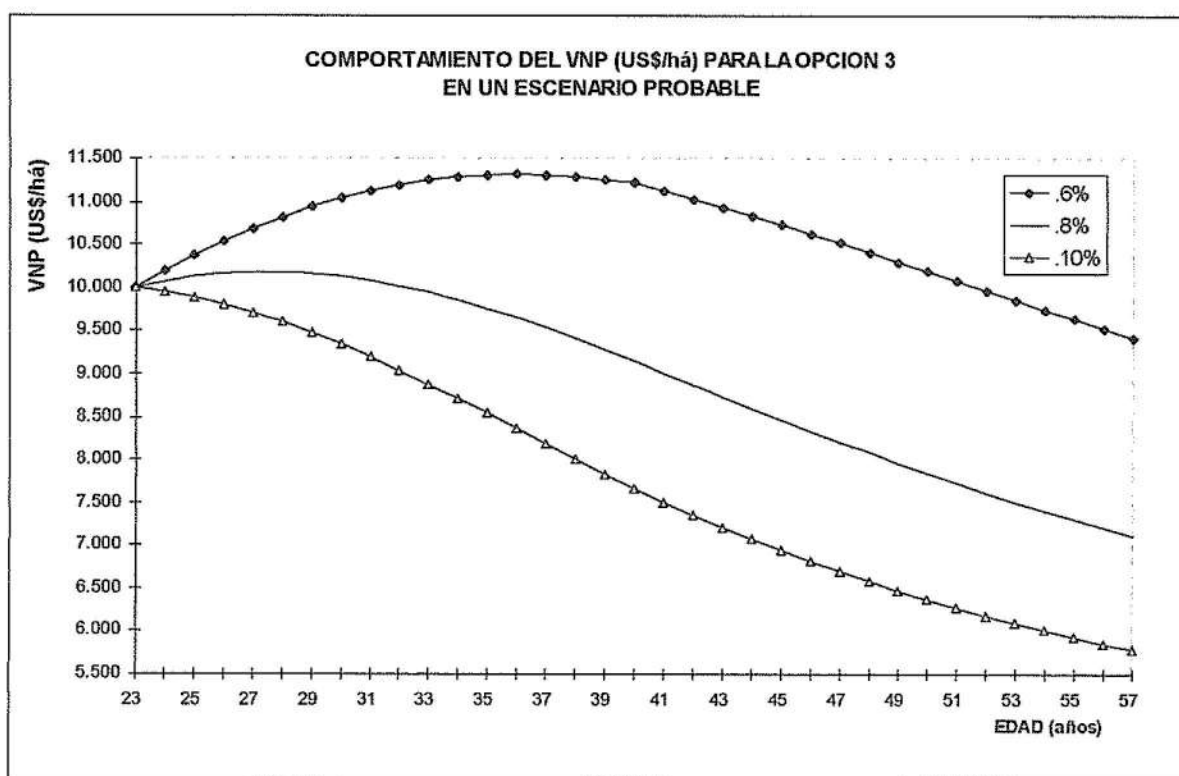


FIGURA 22. Comportamiento del VNP a distintas tasas de descuento dejando constante el criterio de raleo (100%), en un escenario probable para la opción 3.

Las distintas tasas de descuento tienen para esta opción, una mayor incidencia en las edades óptimas de cosecha. Se observa que, utilizando la tasa de un 6%, dicha edad corresponde a los 36 años alcanzando un VNP de 11.316 ^{US\$}/ha. En el caso de emplear una tasa de un 8%, se logra una edad de cosecha óptima de 28 años con un VNP de 10.175 ^{US\$}/ha. El único criterio que no presenta cambios con respecto a los casos anteriores, ocurre cuando se utiliza una tasa de descuento de un 10%. Para este último caso, la edad óptima de cosecha continúa siendo a la edad actual.

Otra forma de observar el comportamiento de los ingresos ha sido a través de los ingresos marginales, que para la opción 3 de crecimiento, presenta diferencias respecto de las otras.

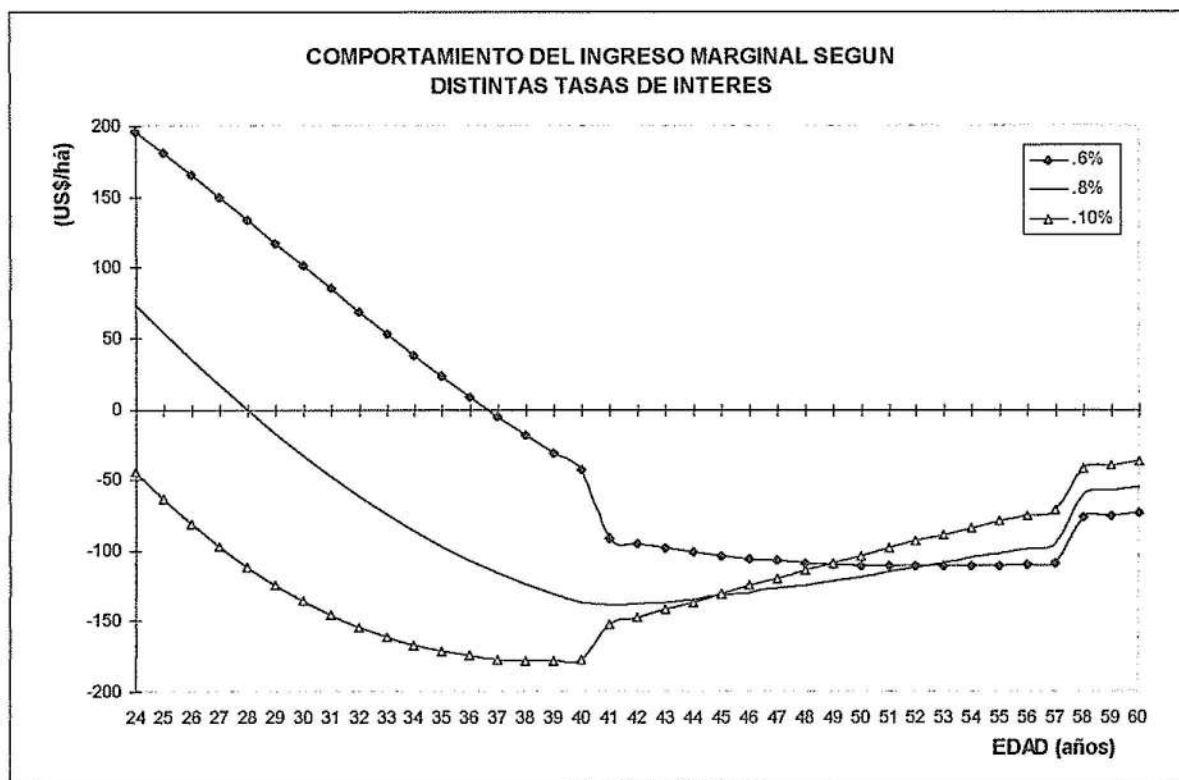


FIGURA 23. Comportamiento del ingreso marginal enfrentado a distintas tasas de descuento en un escenario probable utilizando un criterio de raleo del 90%.

Al igual que en los casos anteriores, se puede observar en la figura que la edad óptima; punto en el cual las curvas cortan el eje X, aumentan. En cuanto al promedio de los ingresos negativos, este volvió a aumentar con respecto a los anteriores, logrando valores 88, 101 y 137 ^{US\$}/ha/año para tasas de un 6, 8 y 10% respectivamente.

Respecto del comportamiento de los ingresos también demostraron cambios con respecto a las otras opciones. Los resultados obtenidos en la sensibilización por medio de diferentes escenarios de precios, se presenta a continuación:

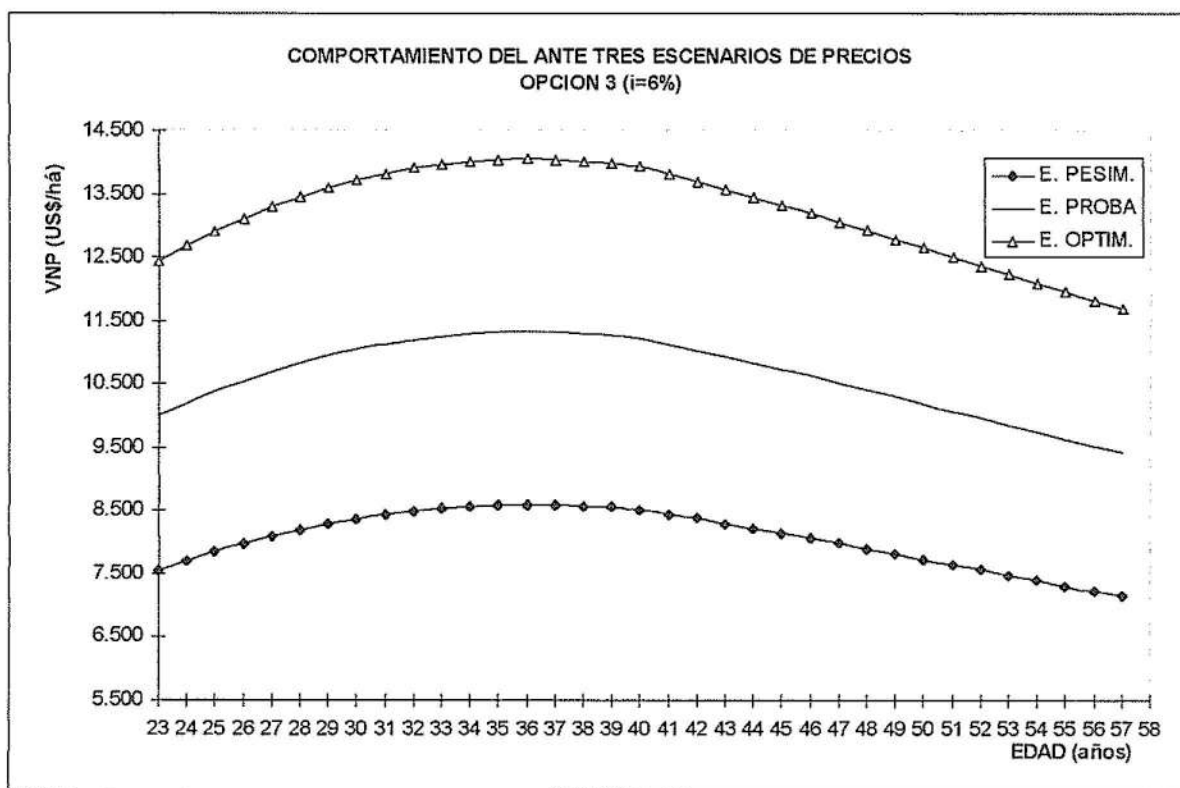


FIGURA 24. Comportamiento del VNP para tres escenarios de precios manteniendo constante la tasa de descuento, para un criterio de 100% de la opción 3.

Se observa claramente un aumento en el VNP a las edades óptimas de cosecha para los tres escenarios presentados. Esta edad se logra para

cualquiera de los tres a una edad de 36 años logrando un VNP máximo de 8582, 11.316 y 14.050 ^{US\$}/ha en un escenario pesimista, probable y optimista respectivamente. El VNP obtenido para esta opción en un escenario optimista, representa el máximo ingreso neto posible de obtener en la presente evaluación. Este valor es un 55% superior al obtenido en la opción 1 de crecimiento, en el escenario de precios más desfavorable.

4.2.2.4 OPCIÓN NO RALEAR.

La opción de no ralear presenta disminución en el crecimiento en diámetro desde la edad de inicio de la evaluación. Esto se refleja claramente en la figura que a continuación se presenta:

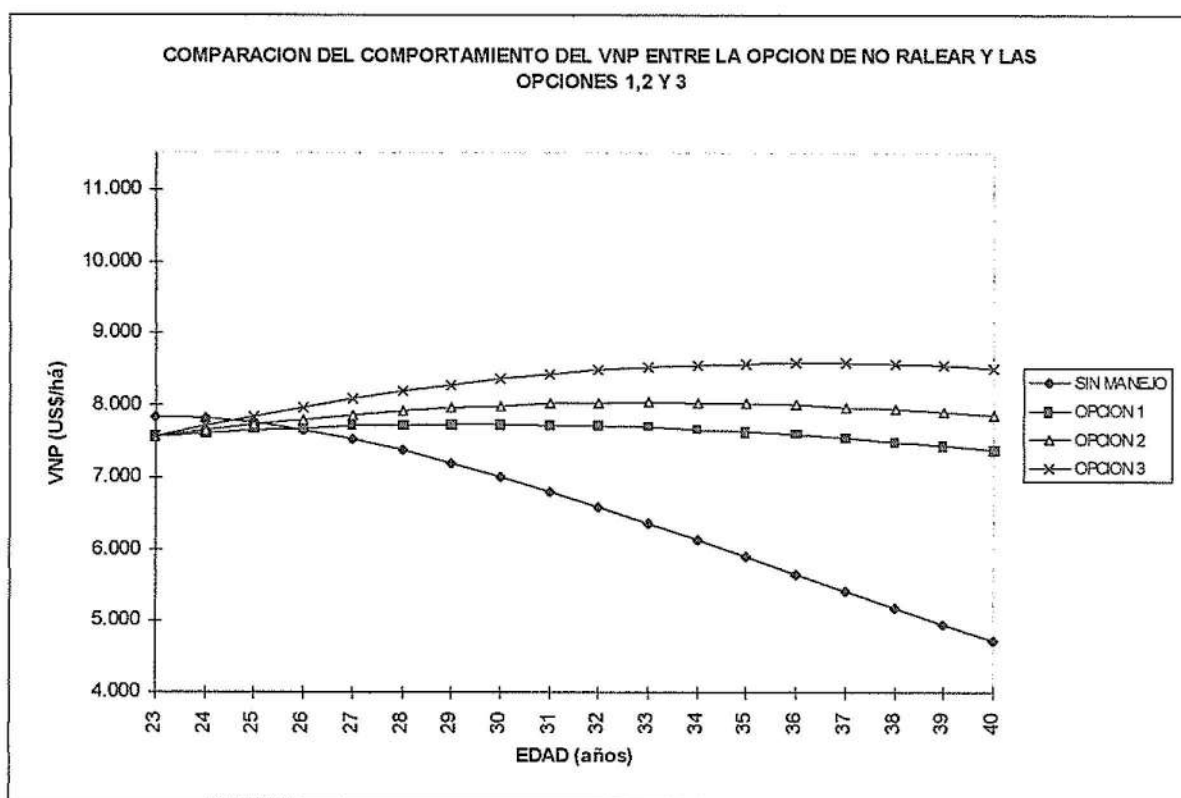


FIGURA 25. Comportamiento del VNP para todas las opciones establecidas en la evaluación.

Como se observa en la figura expuesta, la opción de no realizar intervenciones es inconveniente cuando se considera la opción 3 lo que no ocurre en la opción 1 y 2. La explicación se basa fundamentalmente en lo mencionado en la sección 4.2.3, donde se hace mención del crecimiento del volumen aserrable, lo que aumenta considerablemente el valor del bosque para cualquiera de los escenarios propuestos y para cualquiera de las tasas de descuento utilizadas en el presente estudio. Debido a esto último, se presentó sólo la figura 25 lo que representa la situación de la opción de no ralear. Si bien es cierto que la disminución del VNP para la opción de no intervenir es demasiado abrupta, cuya razón puede deberse a una deficiencia en la proyección como se mencionó en la sección de metodología, esta indica una tendencia a la baja que debe considerarse.

4.3 PARTE 2. PREDIOS EL DUERO, REMEHUE 1, PUTRAIQUE 1 Y 3.

4.3.1 ESTIMACIÓN DE DATOS DASOMETRICOS OBTENIDOS DEL S.P.S.

Como ya se mencionó anteriormente fue necesario realizar una calibración al S.P.S. de forma tal que entregue resultados similares a aquellos obtenidos de otros estudios en nuestro país. Una vez realizada dicha calibración, se obtuvieron tablas de rendimiento desde la edad inicial hasta los 100 años. Los resultados que interesan para el cumplimiento del objetivo de este estudio se encuentran entre los 30 y 40 años aproximadamente, de tal forma que se restringió el período de evaluación hasta la edad de 50 años para dar un margen de seguridad.

Los resultados de incremento diametral obtenidos en el predio Lo Suárez mediante el método expuesto anteriormente, se compararon con los obtenidos de la simulación con el S.P.S. Lo anterior se presenta en la siguiente figura.

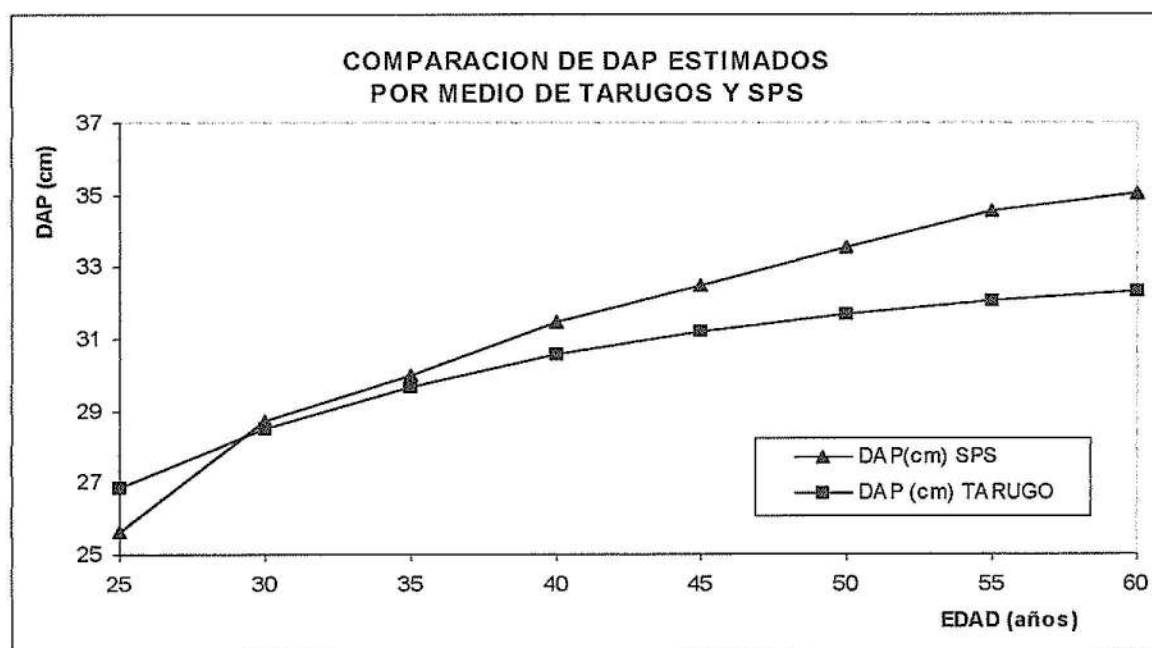


FIGURA 26. Comparación del desarrollo del DAP del predio Lo Suárez proyectado por medio del método de tarugos y el SPS.

Como se observa en la figura 26, los resultados obtenidos del S.P.S. son bastante cercanos a los obtenidos por el otro método habiendo diferencias entre los 30 y 40 años de 0,2 y 0,9 cm respectivamente. Lo anterior se repitió para verificar la simulación del volumen, lo que se observa en la siguiente figura.

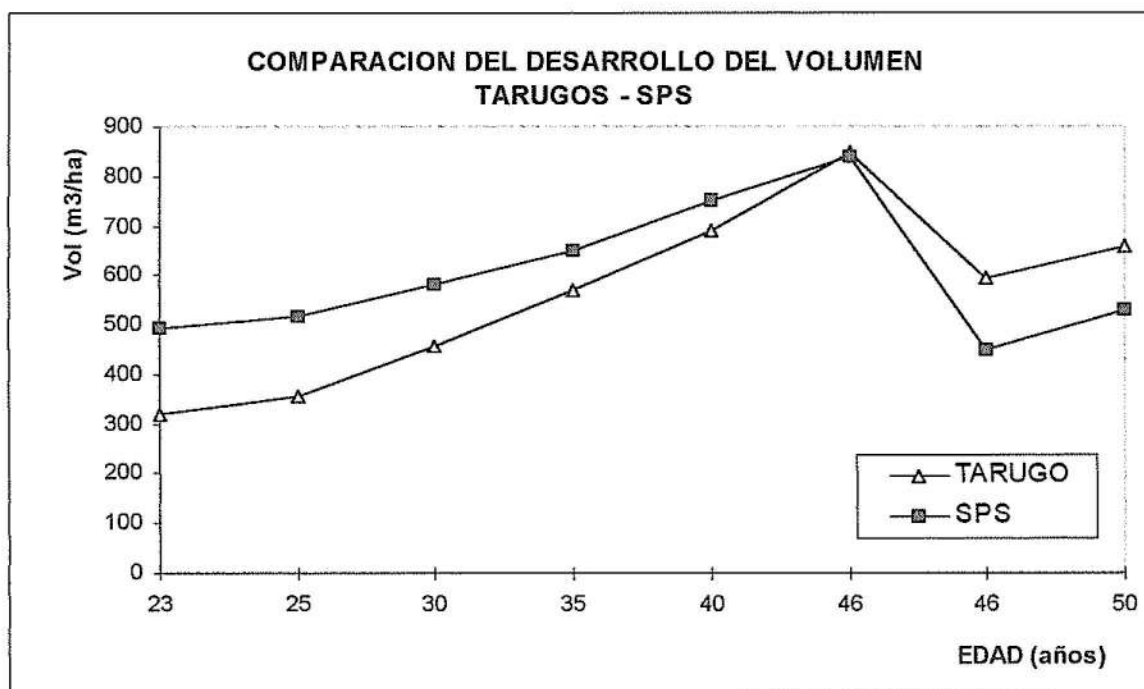


FIGURA 27. Comparación del desarrollo del volumen total del predio Lo Suárez proyectado por medio del método de tarugos y el SPS.

En términos volumétricos el simulador sobrestimó parcialmente hasta realizado el raleo donde aumenta el volumen estimado con el método de tarugos, sobrestimando entre un 20 y 8% entre los 30 y 40 años. Es necesario mencionar que esta situación se presenta cuando el rodal crece con las tasas de crecimiento más bajas establecidas con el método de tarugos (ver sección 4.2.1), lo que varía hasta llegar a sobrestimaciones en un rango de 2 a 10% para el mismo período de años con las tasas más elevadas. Lo anterior otorgó seguridad en los resultados obtenidos por el simulador S.P.S. para la simulación y la posterior evaluación de los predios restantes.

Los resultados de DAP y volúmetrías obtenidas por el S.P.S. se presentan a continuación para los cuatro predios en estudio.

Al igual que en el método anterior se establecieron dos situaciones, una con manejos y otra sin manejo. Esta última situación se presenta a continuación refiriéndose al desarrollo del DAP.

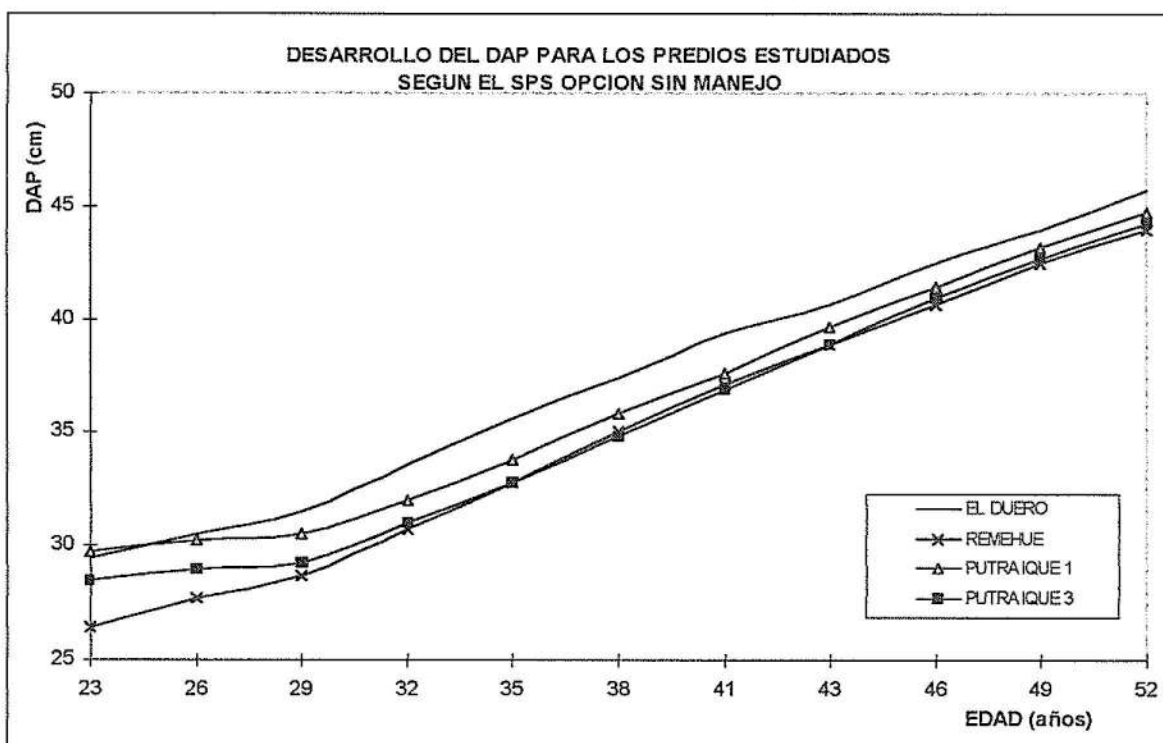


FIGURA 28. Comportamiento del desarrollo del DAP para los predios estudiados bajo la opción sin manejo.

El diámetro a la edad inicial corresponde a la de los árboles residuales después del raleo como se explicó en la sección 3.2. Es necesario mencionar que en la situación sin manejo se debió ingresar al simulador, el rodal con una densidad equivalente a la de un rodal en Norteamérica para la el mismo año sin intervención, ya que de lo contrario el S.P.S. arroja valores ilógicos tanto en DAP como en volumen como respuesta de un ajuste propio del simulador. Dicho lo anterior se observa en la figura 28 el DAP residual, lo que explica los

altos valores. A pesar del raleo efectuado se observa que el incremento continúa deprimido hasta los 29 años desde donde el IPA aumenta de 0,3 a los 28 años a 0,8 a los 31 años. Lo anterior se comprobó al observar la densidad en este período donde se concentró la mayor mortalidad. Lo anterior contrasta con la situación con manejo que se presenta a continuación.

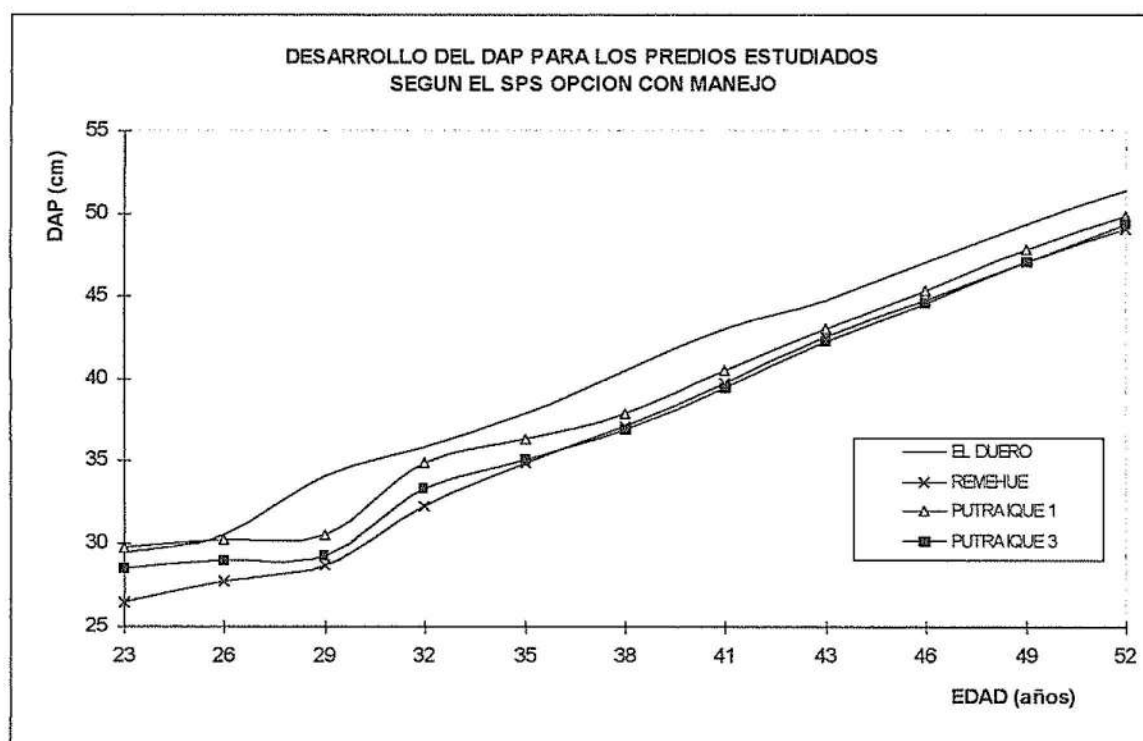


FIGURA 29. Comportamiento del desarrollo del DAP para los predios estudiados bajo la opción con manejo.

Se observa lo mismo ocurrido en el caso anterior hasta el momento previo a la segunda intervención (28 años), desde donde aumenta el IPA de 0,3 cm a los 28 años a 1,4 cm a los 34 años. Esto permite incrementar el diámetro medio para los 40 años de 38,8 cm en la opción sin manejo a 42,2 cm para la opción con manejo. Lo anterior se manifiesta en un mayor o menor grado en los cuatro predios estudiados.

Lo ocurrido en la opción sin manejo se manifiesta de igual forma cuando se analiza el volumen total. A continuación se presenta gráficamente el desarrollo del volumen para los predios en estudio.

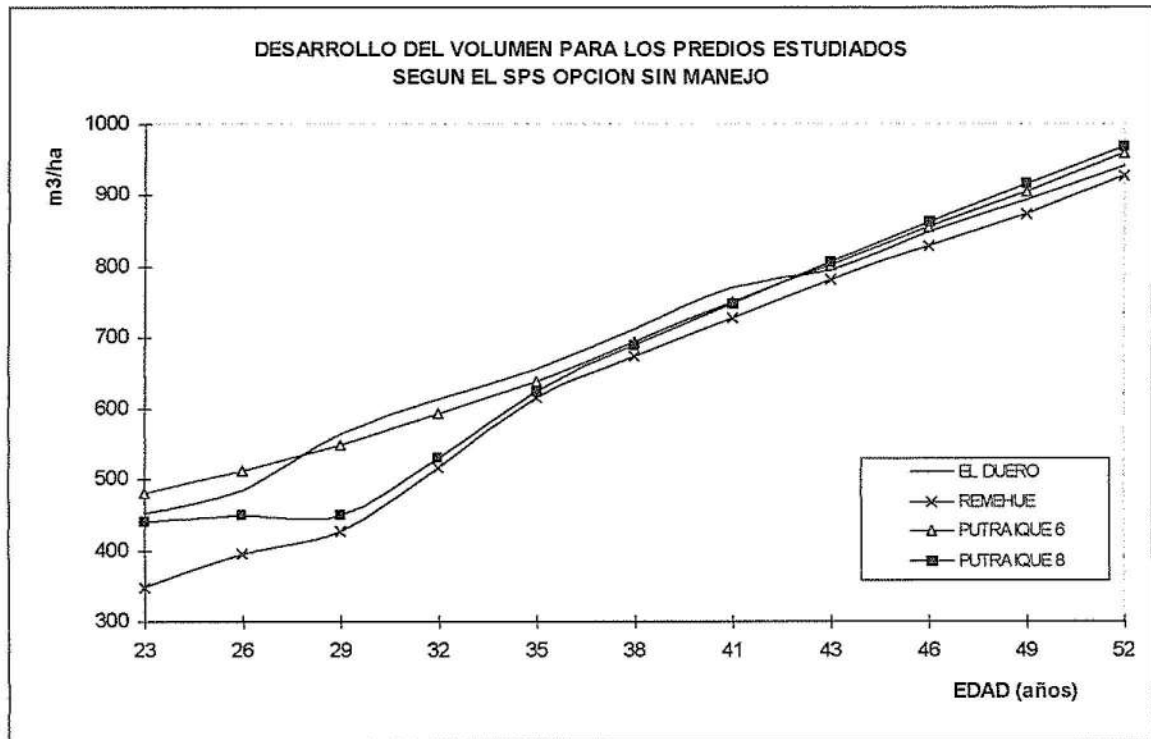


FIGURA 30. Comportamiento del desarrollo del volumen total para los predios estudiados bajo la opción sin manejo.

La mortalidad se manifiesta en mayor grado en los predios Putraique 1 y Putraique 3. En este último el IPA aumenta de $-0,4 \text{ m}^3/\text{ha/año}$ a $31 \text{ m}^3/\text{ha/año}$ entre los períodos 26 - 29 años y 29 - 32 años. En los restantes predios se obtuvieron los resultados similares a los observados en el predio Lo Suárez.

En relación a la opción con manejo, el comportamiento del volumen, al igual que lo sucedido con el DAP, se mantiene hasta antes de realizada la segunda intervención. Comparando el desarrollo del volumen con la opción sin manejo el máximo IPA logrado se encuentra en el período entre los 40 y 43 años con $23 \text{ m}^3/\text{ha/año}$. Es necesario considerar que dicho IPA se encuentra

representado por árboles de mayor tamaño que es el objetivo de la realización de las intervenciones. Lo anterior se representa a continuación por la figura 31.

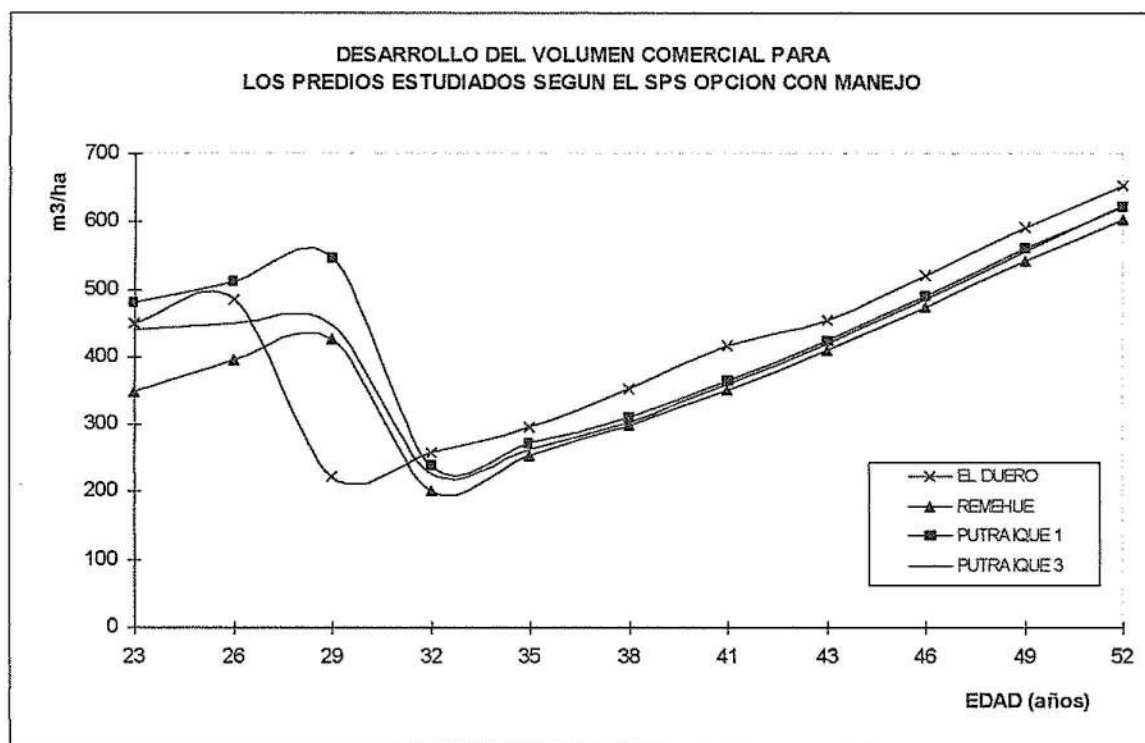


FIGURA 30. Comportamiento del desarrollo del volumen total para los predios estudiados bajo la opción con manejo.

Las tablas de rodal y los gráficos de distribución diamétrica se encuentran en el anexo 1. A continuación se presentan los resultados obtenidos de la evaluación económica.

4.3.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA.

4.3.2.1 CÁLCULO DEL VPS PARA LAS ALTERNATIVAS PINO RADIATA, EUCALIPTUS Y PINO OREGÓN

Los resultados obtenidos para las 3 alternativas de uso posterior del suelo estuvieron enmarcadas dentro de los rangos observados en otros análisis económicos como los desarrollados por la empresa Forestal Valdivia S.A. para pino radiata y CABRERA, 1996 para pino oregón. A continuación se presenta una tabla que resume los resultados antes mencionados.

CUADRO 10. Resumen de los resultados obtenidos en la evaluación económica a tres alternativas de uso posterior del suelo.

Especie	interés (%)	Edad Optima (años)	VPS (US\$/ha)	Objetivo de producción
Pino radiata	8	22	2.558	pulpable, aserrable
Pino radiata	10	19	1.270	pulpable, aserrable
Pino oregón	8	25	1.644	pulpable, aserrable
Pino oregón	10	25	518	pulpable, aserrable
Eucaliptus	8	12	1.382	pulpable
Eucaliptus	10	12	873	pulpable

El resumen de costos se presenta en el anexo 1 (cuadros 15 - 17). Complementando lo expuesto anteriormente se presentan a continuación los resultados del comportamiento del VPS para las distintas alternativas.

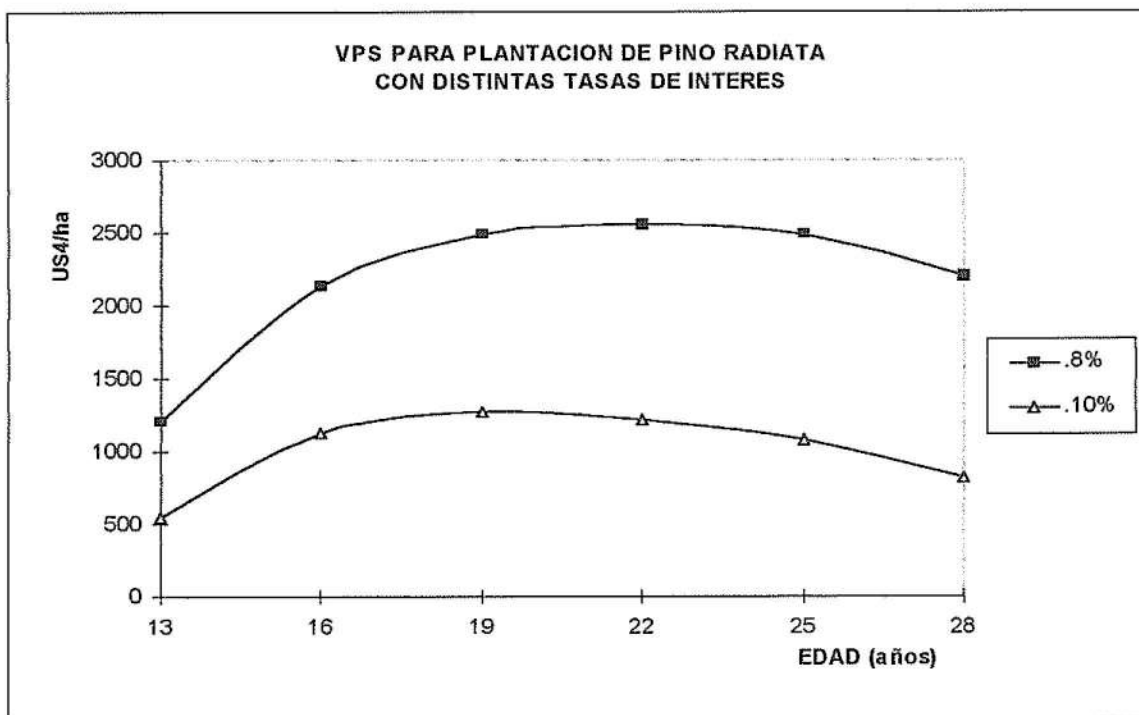


FIGURA 31. Comportamiento del desarrollo del VPS para la alternativa p. radiata.

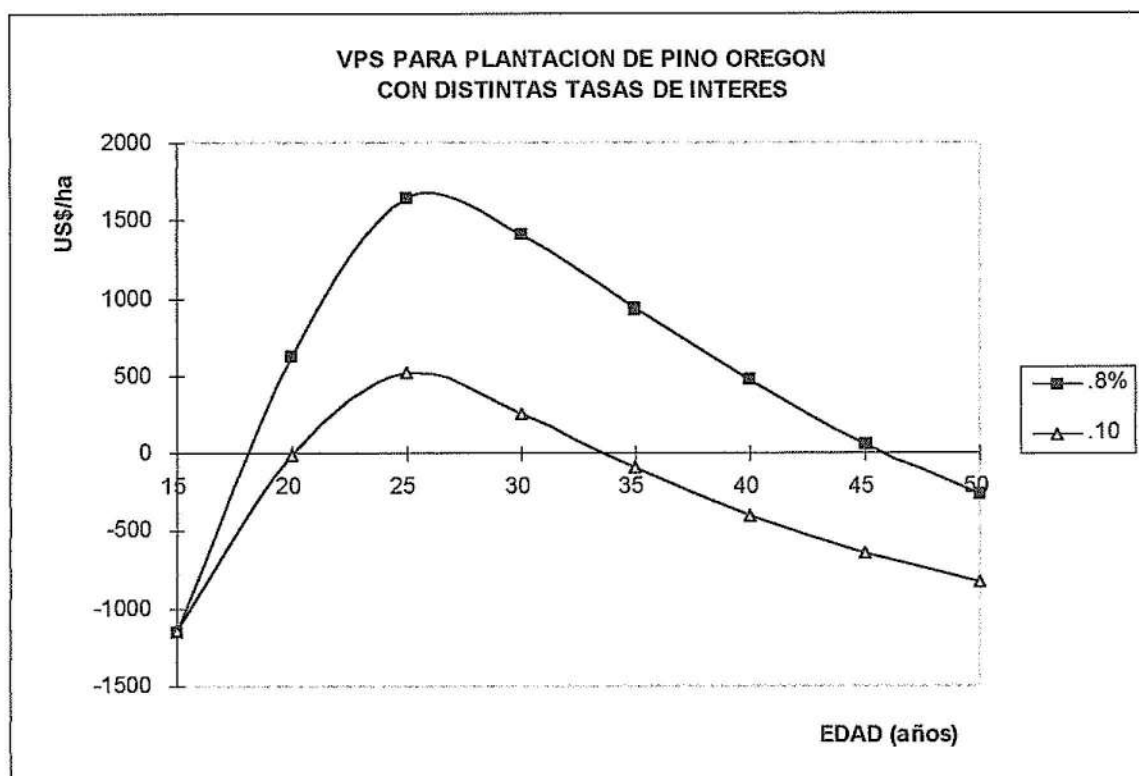


FIGURA 32. Comportamiento del desarrollo del VPS para la alternativa p. oregón.

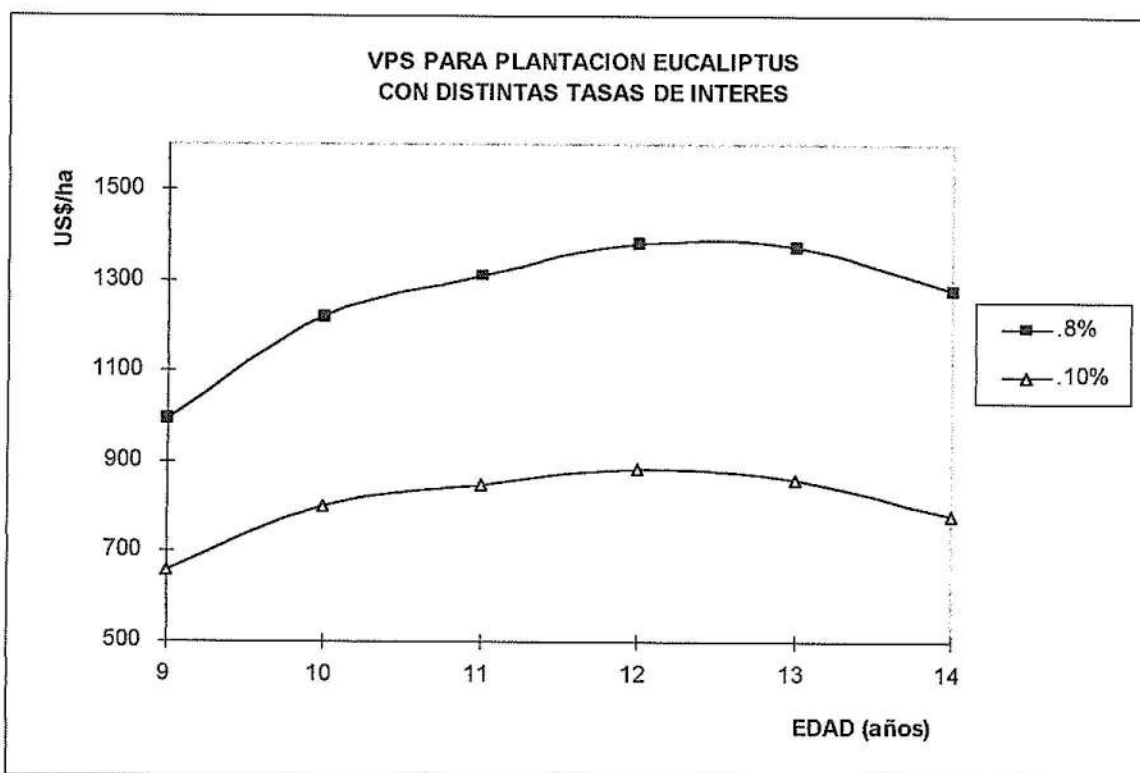


FIGURA 33. Comportamiento del desarrollo del VPS para la alternativa eucaliptus.

Del cuadro y las figuras anteriormente expuestas se observa una diferencia marcada en relación a la diferentes alternativas, presentando un VPS mayor la opción pino radiata con resultados sobre 2500 y 1200 US\$/ha para tasas de interés de un 8 y 10% respectivamente. En relación a los resultados obtenidos en la evaluación de eucaliptus, es importante mencionar que se utilizó en la proyección del volumen un incremento de $20 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$, el cual es conservador. Sin embargo, este último corresponde a la información obtenida en el distrito de crecimiento según el S.O.T (SCHLATTER et. al., 1995). Sin embargo los resultados son aceptables, si se considera que el sitio para esta especie es considerado, en la zona de estudio, como regular. A pesar de obtener un resultado más bajo en relación al pino radiata, es importante mencionar que se trata de retornos más rápidos lo que sin duda afectará la decisión de un determinado productor que desea obtener rotaciones en un menor período de tiempo. Para el caso de pino oregón se observa una

mayor sensibilidad a los cambios en las tasas de interés lo que es normal cuando se consideran proyectos a más largo plazo. La baja rentabilidad de esta alternativa está dada por los altos costos de establecimiento afectado principalmente por el costo de las plántulas cuyo precio medio observado fue de 90 pesos. Sin embargo es una alternativa importante de considerar bajo determinadas circunstancias, como se demostrará en la siguiente sección.

4.3.2.2 RESULTADOS DEL VNP + VPS PARA LOS PREDIOS ESTUDIADOS.

Los resultados de esta sección están separados en las opciones con y sin manejo, los cuales se presentan en forma conjunta para uno de los cuatro predios estudiados debido a la similitud de los resultados obtenidos dentro de cada opción. Por último se presenta al final el cuadro 11 con los resultados de la evaluación para una tasa de interés de un 10% y en el anexo 1 para un 8 % (cuadro 22). Dicho cuadro representa los resultados óptimos para ambas opciones (con y sin manejo).

4.3.2.2.1 OPCIÓN SIN MANEJO

Como ya se mencionó anteriormente los resultados obtenidos no presentaron diferencias significativas cuando se compara la situación de todos los predios, de tal forma que se presentará sólo la situación más representativa y al resto de los predios se hará referencia en los anexos correspondientes.

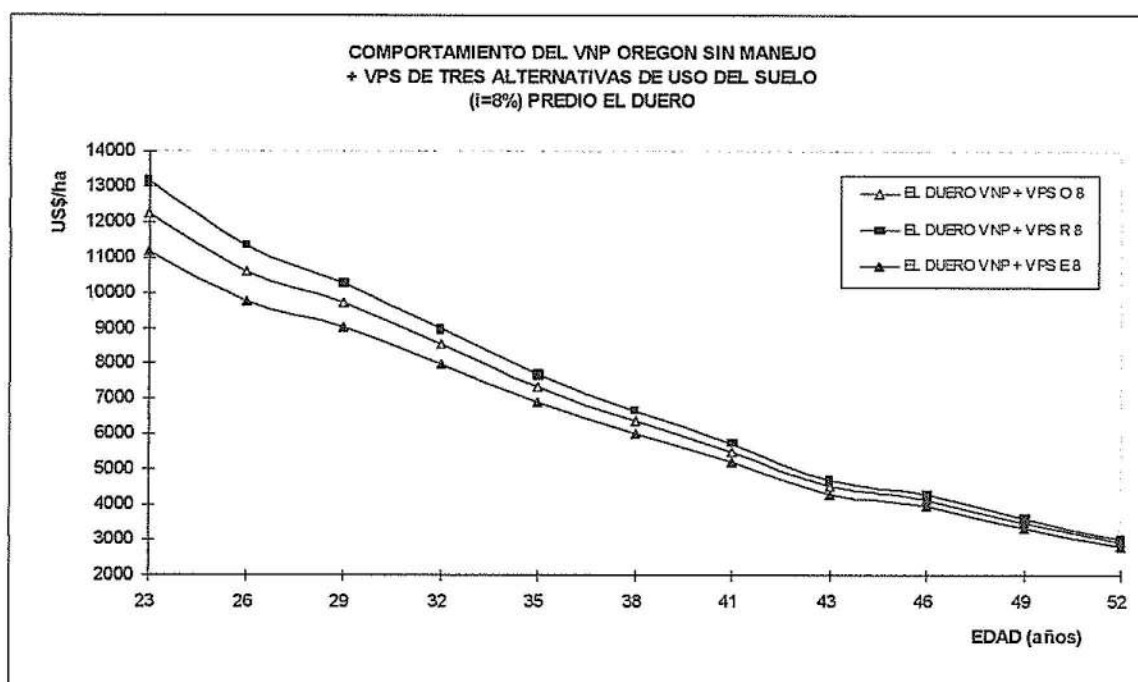


FIGURA 34. Comportamiento del desarrollo del VNP + VPS para el predio El Duero comparando las 3 alternativas de uso del suelo ($i=8\%$).

De la figura anterior se desprende que la mejor opción de manejo para el bosque actual es cosechar a los 23 años (edad actual) y plantar pino radiata, alcanzando valores de VPS que bordean los 2.500 US\$/ha con una tasa de un 8%. Lo anterior se repitió en la totalidad de los predios estudiados, cuyos resultados se presentan en el anexo 1.

Al variar la tasa de descuento a un 10%, se observó un cambio en la segunda mejor alternativa de plantación. Como se mencionó anteriormente la opción pino oregón es más sensible a fluctuaciones en las tasas de descuento. De esta forma, mientras que al 8% esta opción estaba representada por pino oregón, al variar la tasa a un 10% la segunda mejor opción es eucaliptus. Lo anterior se representa gráficamente a continuación.

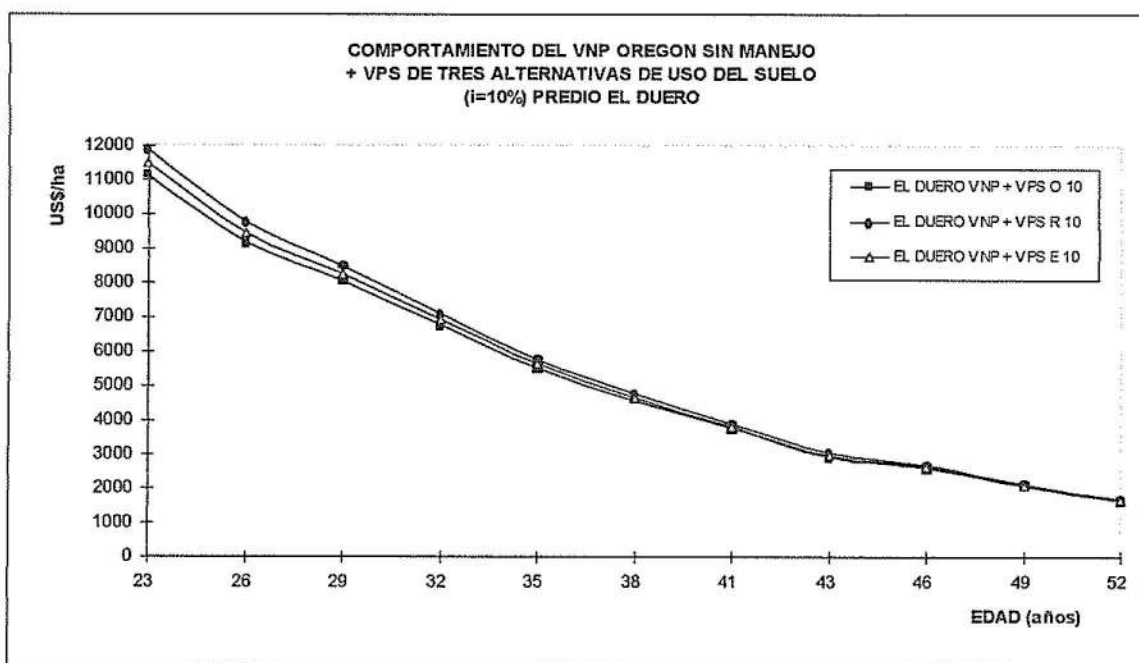


FIGURA 35. Comportamiento del desarrollo del VNP + VPS para el predio El Duero comparando las 3 alternativas de uso del suelo (i=10%) .

A lo anterior se agrega otra diferencia observada, la cual estuvo representada por un margen menor entre las diferentes alternativas. Dicho margen varió de un 15 a un 6% entre la mejor opción y la menos rentable para un 8 y un 10% de interés respectivamente. Lo expresado anteriormente se observa en las figuras 34 y 35. De lo anterior se deduce que los resultados obtenidos podrían variar si se consideran cambios en los rendimientos de eucaliptus, por ejemplo.

4.3.2.2 OPCIÓN CON MANEJO

En términos generales, la opción con manejo no presenta diferencias significativas con respecto a la opción sin manejo, ya que el momento de cosechar el bosque actual de pino oregón continúa siendo la edad actual. En cuanto a la elección de las distintas alternativas se mantiene el orden observado anteriormente con el cambio entre las alternativas pino oregón y eucaliptus al momento de variar las tasas de descuento. Como se mencionó anteriormente se presentará una situación representativa ya que no hubo diferencias importantes en la evaluación de los distintos predios, de modo tal que el resto de los resultados serán expuestos en el anexo 1.

En la figura 36 se observa lo referido a la edad óptima de cosecha para el bosque actual y el comportamiento ante distintas alternativas de uso posterior del suelo.

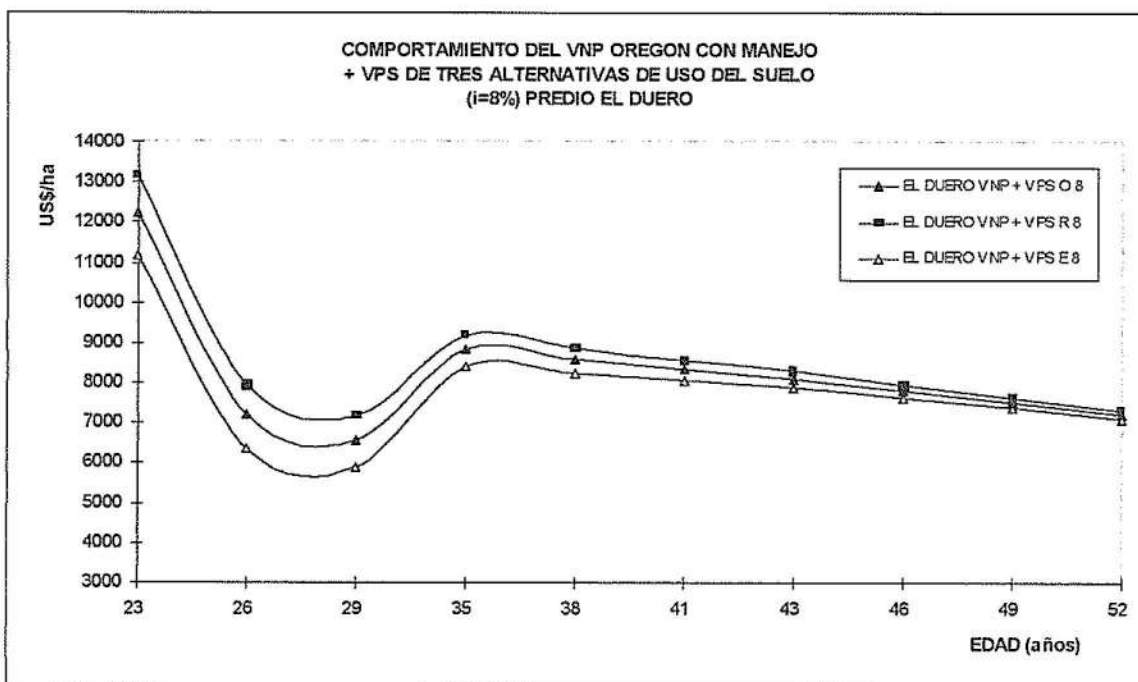


FIGURA 36. Comportamiento del desarrollo del VNP + VPS para el predio El Duero comparando las 3 alternativas de uso del suelo (i=8%).

En la figura se observa una respuesta positiva del manejo efectuado al bosque en términos de rentabilidad, el cual aumentó hasta en un 37% con respecto al período antes del manejo. Sin embargo el alza observada no fue suficiente para lograr un resultado mayor que el obtenido al inicio del período de evaluación, lo que explica que la edad óptima de corta es la edad actual. Los ingresos máximos alcanzados bajo la alternativa pino radiata alcanza valores entre 9.900 y 13.100 US\$/ha para los distintos predios. Como se mencionó anteriormente, al variar la tasa de descuento, ocurre lo mismo que en el opción sin manejo, reduciéndose el margen entre las alternativas y cambiándose la segunda mejor opción de pino oregón a eucaliptus. Lo anterior se aprecia en la siguiente figura.

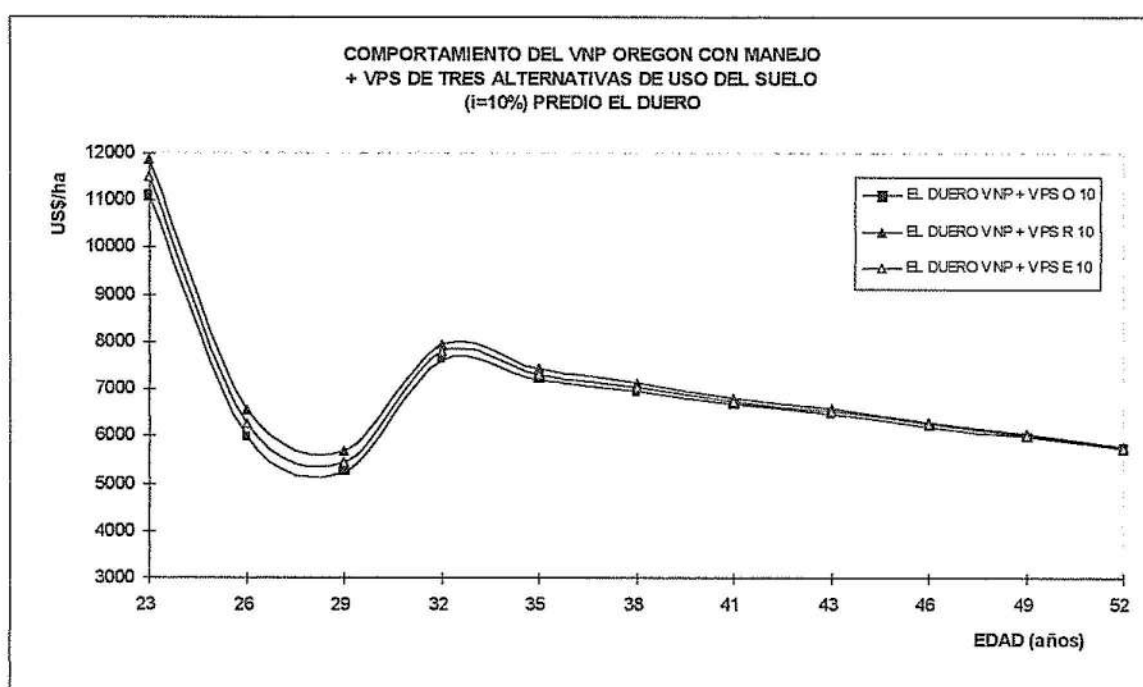


FIGURA 37. Comportamiento del desarrollo del VNP + VPS para el predio El Duero comparando las 3 alternativas de uso del suelo (i=10%).

Al igual que en lo ocurrido en la opción anterior, al ser menor el margen entre las distintas alternativas, mayor es la posibilidad que surja otra de las mismas alternativas como la óptima. Sin embargo a la luz de los resultados

obtenidos por otras empresas es el pino radiata la mejor alternativa de plantación dada las condiciones que presenta esta especie para establecerse en una amplia variedad de sitios. Además es importante considerar que la elección de una especie o un esquema de manejo estará determinado por los objetivos de producción establecidos por las propias empresas.

A continuación se presenta un cuadro resumen con los resultados obtenidos para la totalidad de los predios evaluados para una tasa de interés de un 10 %. El cuadro 11 representa el resultado del VNP + VPS óptimo tanto para la opción sin manejo como la opción con manejo.

CUADRO 11. Resumen resultados VNP + VPS, opciones con y sin manejo (i=10%)

i = 10 %	US\$/ha (EDAD OPTIMA = 23 años)		
RODAL	VNP + VPS O 10	VNP + VPS R 10	VNP + VPS E 10
EL DUERO	11109,5	11861,7	11473,7
PUTRAIQUE 1	11735,1	12487,2	12099,2
PUTRAIQUE 3	10362,9	11115,0	10727,0
REMEHUE	7867,6	8619,7	8231,7

El uso de una serie de elementos de sensibilización en la presente evaluación económica, permitió la obtención de muchos resultados diferentes entre si, lo que es necesario para exponer el proyecto en posibles escenarios. Esto último generó una serie de conclusiones que se detallarán en la siguiente sección.

5. CONCLUSIONES

- Los rodales estudiados se desarrollan en una zona de crecimiento cuyo sitio fue caracterizado como medio a alto para el crecimiento de la especie **Pseudotsuga menziesii**. Esto último explica los altos rendimientos obtenidos, los que además concuerdan con otros estudios para la misma zona.
- Las funciones de altura FUNCIÓN 1 Y COFFRE fueron ajustadas con datos obtenidos de árboles de los rodales estudiados, sin embargo éstas no necesariamente son las funciones óptimas para predecir dicho parámetro. Aún cuando la verificación de lo mencionado no es parte de los objetivos de este estudio, los resultados obtenidos de las estimaciones son útiles para llevar a cabo la evaluación económica. Lo anterior es válido también para el modelo de ahusamiento de Bruce, con la diferencia que este modelo se ajustó con otros datos.
- El hecho de realizar un raleo a los 23 años debe considerarse como tardío y por lo tanto no tendrá un efecto óptimo en los árboles residuales. Esto último se demostró mediante el análisis de tarugos del cual se desprende que el primer raleo debió efectuarse a una edad entre los 6 y los 9 años, lo que concuerda con estudios anteriores.
- La utilización de distintas tasas de crecimiento después de los raleos reflejan resultados muy distintos al momento de la evaluación económica, de tal forma que la elección de uno u otro dependerá exclusivamente del sitio en que se desarrolle la plantación. Por ejemplo si el sitio es regular a malo se utilizarán las tasas más bajas. Los resultados obtenidos variaron entre 10.206 y 11.316 ^{US\$}/ha, para una misma tasa de descuento constante, en el escenario probable definido como probable.

- Los distintos criterios de raleo utilizados no presentaron diferencias importantes en términos económicos dentro de cualquier opción de crecimiento. Sólo se presentaron diferencias en un escenario optimista de precios en la opción 3 de crecimiento y a una tasa de interés de un 6%. En este caso el criterio óptimo de cosecha es el de 100% cosechando a una edad de 36 años.
- Las diferentes tasas de descuento utilizadas presentaron significativas diferencias entre sí, observándose esto último en todos los escenarios de precios, raleo y de crecimientos. Utilizando una tasa del 10% da como edad óptima de cosecha la actual, independiente del escenario establecido. Para una tasa del 8% varía entre la edad actual (opción 1 y 2) y los 28 años (opción 3). En lo que respecta a la tasa de un 6%, esta hace variar la edad de cosecha entre la edad actual (opción 1), 33 años (opción 2) y 36 años (opción 3).
- Dentro de una misma opción de crecimiento los resultados de la evaluación económica pueden variar cerca de un 12%, utilizando distintas tasas de descuento, esto significa una variación entre 9.995 ^{US\$}/ha y 11.316 ^{US\$}/ha, para tasas de un 10 y 6% respectivamente.
- La opción de no ralear es inconveniente al comparar los resultados con las opciones 2 y 3. Sin embargo a pesar de que la opción 1 considera un mayor crecimiento en diámetro que la opción no ralear, esto no es suficiente para cubrir los costos en que se incurre al realizar las intervenciones. Esto último se observó para todas las situaciones propuestas. El VNP máximo para la opción no ralear es de 7.836 ^{US\$}/ha y para las opciones 2 y 3, 8.033 y 8.582 ^{US\$}/ha respectivamente.

- Los resultados obtenidos mediante el uso del simulador S.P.S. no varían con respecto de los obtenidos del método de tarugos de incremento, a excepción de la opción 3 de crecimiento, donde se observan rotaciones a una edad más avanzada. Esta diferencia no descarta la utilización de dicha opción ya que es posible obtener los rendimientos observados en sitios óptimos para el desarrollo de pino oregón.
- El S.P.S. se considera como una herramienta útil y factible de utilizar para realizar proyecciones en pino oregón. Sin embargo es importante la realización de un ajuste óptimo como base para la obtención de resultados acorde con los crecimientos y rendimientos observados en nuestro país.
- La mejor alternativa de plantación es pino radiata que presenta un VPS entre 1.200 y 2.500 US\$/ha para tasas de descuento de un 8 y un 10% respectivamente. Sin embargo es importante considerar las demás alternativas de acuerdo a distintos objetivos de producción y tasas de descuento utilizadas en la evaluación de los proyectos.
- La evaluación económica realizada demostró que no es necesario realizar manejos a los bosques adultos de pino oregón, al menos mayores a los 20 años, excepto cuando la plantación se establece en sitios muy buenos. Lo anterior está dado principalmente por la baja calidad de los productos a obtener ya que no se sometió el rodal a una poda a edades más tempranas, lo que habría provocado la producción de madera libre de nudos, que sin duda habría cambiado los resultados obtenidos. Lo anterior fue observado para ambas metodologías propuestas.
- Las metodologías propuestas para realizar la evaluación económica en plantaciones adultas de pino oregón puede ser usado como una herramienta guía en otros estudios similares abarcando otras zonas de crecimiento y otras especies.

6. RESUMEN

Se presenta una evaluación económica en plantaciones adultas de ***Pseudotsuga menziesii*** Mirb. Franco, en el valle central de la provincia de Valdivia, con el objetivo final de verificar variaciones importantes al tratar la evaluación con tasas de descuento y escenarios de precios diferentes. Además se utilizaron metodologías distintas para proyectar los volúmenes, como medio para comparar la utilidad de ambos en estudios de este tipo. Luego de cosechar el bosque actual, se proponen 3 alternativas de uso del suelo que considera la plantación de pino oregón, pino radiata y eucaliptus globulus. El conjunto permitió establecer los niveles de rentabilidad que posee esta actividad. Los indicadores económicos que se utilizaron fueron el Valor Neto Presente (VNP), para evaluar el bosque actual y el Valor Potencial de Suelo (VPS) en el caso de evaluar las plantaciones.

Las metodologías propuestas son simples de utilizar para lograr el objetivo final y se basa fundamentalmente en un inventario simple, análisis de tarugo y la utilización de funciones ajustadas específicamente para pino oregón ó en caso de usar el Stand Projection System (S.P.S.), un inventario que implica la obtención de variables como DAP, altura y número de árboles.

La evaluación económica se realiza en términos privados. El proceso consta de producir madera en pie y la cosecha hasta orilla de camino, a partir de una edad inicial de 23 años. Los costos involucrados son los de establecimiento, administración, raleos, campamento y cosecha final. En cuanto a los ingresos se consideró como único beneficio la venta de madera a orilla de camino.

Las plantaciones adultas de pino oregón reaccionan positivamente al manejo en términos económicos, cuando se encuentran establecidas en sitios buenos para el desarrollo de esta especie. La edad óptima de cosecha en estos casos se encuentra entre los 29 y 36 años con incrementos medios anuales de 18 m³/ha y utilizando tasas de descuento que varían entre 6 y 8%. Los ingresos máximos esperados para los predios estudiados alcanzan valores entre 8.000 y 13.000 ^{US\$}/ha, considerando las alternativas de plantación posterior a la cosecha.

En el caso de que las plantaciones adultas se encuentren establecidas en sitios de mala calidad y medios y para tasas de descuento superiores es conveniente cosechar en el presente año, lo que ocurre en la mayoría de los casos.

7. SUMMARY

An economic evaluation is analyzed in adult plantations of ***Pseudotsuga menziesii*** (Mirb) Franco, located in the central valley of the Valdivia province, with the final goal of verifying the main variations when evaluating with different discount rates and different prices scenarios. Besides, different methodologies were used to estimate volumes, as a way to compare the profit of both in studies of this type. After harvesting the actual forest 3 alternatives of the use of the site are proposed which considered Douglas fir, Radiata pine and Eucaliptus globulus plantations. All together, allowed to establish the level of profitability that this activity possessed. The economic parameters that were used are the Net Present Value (NPV) to evaluate the actual forest and the Land Expectation Value (LEV) in the case of evaluating future plantations.

The proposed methodologies are simple to utilize, in order to reach the final objective and it is mainly based on a simple inventory, increment of DBH analysis by mean of cores and the utilization of adjusted functions specifically for Douglas fir, or in the case of plantations in using the Stand Projection System (S.P.S.) and an inventory that implies the obtention of variables such as DBH, total high and number of trees per hectare.

The economic evaluation it is done in private terms. The process consist in producing stumpage and harvest to road side, beginning at 23 years of age. The costs considered where establishment, administration, thinnings, and final harvest. With regard to incomes, the only benefit considered was the product by selling the timber beside the road.

The adult plantations of Douglas fir react positively to management in economic terms, when they have been established in good sites for growing this

species. The optimal harvest age for these plantations are between 29 and 36 years of age for the mentioned site, with mean annual increments of 18 m³/há and using a discount rate that varies between 6 and 8%. The maximum income expected for this situations goes up to values between US\$ 8.000 and US\$ 13.000 per hectare considering the alternatives of planting after harvesting.

In the case that adult plantations are established in poor and medium quality sites and for high discount rates, is convenient to harvest the present year, which is also valid in the majority of the cases.

8. BIBLIOGRAFÍA

- ALLEN, G.S. y OWENS, J.N. 1972. The life story of Douglas fir. Canada Forest Service. Ottawa, Canadá. 139 p.
- ARNEY, J.D. 1985. A modeling strategy for the growth projection of managed stands. Can J. For. Res. 15: 511-518.
- BALEY, L.H. 1960. The cultivated conifers in North America comprising the pine family and the taxads. New York, The MacMillan Co. 404 p.
- BROCKMANN, C.F. 1979. Trees of North America. A guide to identification. New York, Golden Press. 280 p.
- BRUCE, D., R.O. CURTIS, and G. VANCOVERING. 1968. Development of a system of taper and volume tables for red alder. Forest Science. 14(3): 339 - 350.
- BRUCE, D. y F. SCHUMACHER. 1965. Medición Forestal. Ed. Herrero. Mexico. 474 p.
- BRUN, W. 1963. Análisis fustal y mecánico de un pino oregón. Tesis Facultad de Ciencias. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 61 p.
- BUCAREY, B. 1963. *Pseudotsuga taxifolia* (Poir.) Britt. en trumaos del cerro Voipir (Villarica). Tesis de grado. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. Valdivia. 101 p.
- BUCAREY, B. 1968. El género *Pseudotsuga*. Publicación Científica N° 12. Facultad de Ingeniería Forestal. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 13 p.

- BURSCHEL, P. und J. HUSS. 1987. Grundriss des Waldbaus. Berlin, Paul Parey Verlag. Parey's Stidentexte 49. 352 p.
- CABRERA, J. 1996. Formulación y Evaluación de un Proyecto Privado de Repoblación con Pino Oregón. 1^{er} Taller de Diversificación Forestal. Asociación de Ingenieros Forestales. Temuco. 12 p.
- CARNEVALLE, J.A. 1968. Arboles Forestales: Descripción, Cultivo y Utilización. 3^{era} ed. Buenos Aires, Hachette S.A. 689 p.
- CEFOR, 1996. Manual para toma de datos de ahusamiento en plantaciones forestales. Documento Interno. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia 15 p.
- CELIS, M. 1996. Modelo de crecimiento en altura y curvas de índice de sitio para *Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia. 91 p.
- CHANG, S. J. 1984. Determination of the Optimal Rotation Age: A Theoretical Analysis. *Forests Ecology and Management*. 8: 137 - 147.
- CONTRERAS, C. 1982. Índices de sitio para pino oregón en la Provincia de Valdivia y sus relaciones con los sitios para pino insigne. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. Valdivia. 52 p.
- COOK, E.R. and R.L. HOLMES. 1984. User's manual for Program ARSTAN. Laboratory of Tree Ring Research, Univerity of Arizona, Tucson. 78 p.
- DALLIMORE, W. and B.A. JACKSON. 1961. A Handbook of Coniferae. 3th ed. London, Arnold Ltd. 686 p.

- DAVIS, D.S. 1943. Empirical Equations and Nomography. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York. 220 p.
- DÍAZ - VAZ, J.E., F. DEVLIEGER, H. POBLETE y R. JUACIDA. 1989. Maderas Comerciales de Chile. 2^{da} Ed. Vol. 4. Editorial Alborada. Valdivia, 156 p.
- DONOSO, 1982. Ecología Forestal: El Bosque y su Medioambiente. Editorial Universitaria. Santiago, 369 p.
- ESPINOZA. M. 1996. Reseña Histórica y características de crecimiento de Pino oregón en su hábitat natural y en la zona sur de Chile. 1^{er} Taller de Diversificación Forestal. Asociación de Ingenieros Forestales. Temuco. Chile. 17 p.
- FOWELLS, H.A. 1965. Silvics of forest trees of the United States. USDA, Agric. Handbook. N° 217. 762 p.
- GROSSE, H. 1996. Propuesta de investigación y desarrollo para la especie Pino oregón. 1^{er} Taller de Diversificación Forestal. Asociación de Ingenieros Forestales. Temuco. 13 p.
- HOFFMANN, J.J. 1949. The natural regeneration of Douglas fir in the Pacific Northwest. USDA. N° 1200. 24 p.
- HOSIE, R.C. 1969. Native Trees of Canada. Can. For. Serv. Ottawa, Queen's Printer. 380 p.
- ILLANES, P. 1993. La Administración del Sistema Empresa. Un Enfoque de la Administración de Empresas. 4^{ta} Edición. Santiago. Chile. 273 p.

- INFOR. 1990. Propiedades y usos de especies madereras de corta rotación. Santiago. Chile. Informe Técnico N° 122. 89 p.
- INFOR. 1985-1995. Boletines anuales estadísticos de exportaciones forestales. Santiago. Chile.
- INFOR. 1996. Monografía del Pino oregón. Santiago. Chile. 127 p.
- ISAAC, L.A. 1943. Reproductive Habits of Douglas fir. US Forest Service. Charles Lathrop Pack Forestry Foundation. Washington. 107 p.
- y DIMOCK, J. 1958. Silvical characteristics of Douglas fir var. menziesii. USDA, For. Serv. PNW Silvical Series N° 9. 124 p.
- JAMES, R.N. and E.H. BUNN. 1978. A review of Douglas fir in New Zeland. FRI Symposium N°15. 455 p.
- KANNEGIESSER, U. 1988. Descripción Básica del Pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*). Ciencia e Investigación Forestal, 2(5):57-64.
- LITTLE, E.L. Jr. 1979. Important Forest Trees of the United States. U.S.D.A. For. Serv., Agric. Handb. N° 519. 70 p.
- RICHARDS, F.J. 1959 A flexible Growth Function for Empirical Use. Journ of Experimental Botany. Vol. 10, N° 29, pp. 290 - 300.
- SALINAS, E. 1995. Análisis Económico de Plantaciones Comerciales de Acacia Melanoxilon R. Br (Aromo Australiano) en Chile: Revisión Bibliográfica. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia. 128 p.

- SCHLATTER, J, GERDING, V y HUBER, H. 1995. Sistema de Ordenamiento de la Tierra. Herramienta para la planificación forestal aplicado a la X Región. Serie Técnica. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 93 p.
- SCHULMAN, E. 1956. Dendroclimatic Changes in Semiarid America. University of Arizona Press, Tucson. 41 p.
- SPURR, H. 1964. Forest Ecology. New York, Ronald. 325 p.
- and B.V. BARNES. 1980. Forest Ecology. 3^{er} ed. New York, Wiley & Sons. 187 p.
- STOKES, M.A. and T.L. SMILEY. 1968. An Introduction to Tree - Ring Dating. University of Chicago Press. Chicago. 28 p.
- SUTTON, W.R.J. 1978. A Selective Review of Douglas fir in North America. Forest Research Institute. Symposium N°15. 455 p.
- TARRANT, R.F. 1949. Douglas fir site quality and soil fertility. Journal of Forestry. 47(9) : 232-241.
- U.S. FOREST PRODUCTS LABORATORY. 1974. Wood Handbook: Wood as an engineering material. U.S.D.A. Agriculture Handbook N° 72. 410 p.
- WARREN, D.D. 1994. Production, Prices, Employment, and Trade in Northwest Forest Industries. Furth Quarter 1993. USDA. Portland. 128 p.
- WEAVER, J.E. y CLEMENTS, F. 1944. Ecología Vegetal. trad. 2^{da} ed. Buenos Aires, ACME. 601 p.

8. ANEXOS

ANEXO 1.
INFORMACION GENERAL

CUADRO 11. Tabla de rodal para el predio El Duero.

Rodal El Duero Nº PARC 23						
Intervalo	Marca de C.	Frecuencia				
	Yi	N	Med(AB)	Med(H)	Med(V_ARB)	VOL
(Li-1 - Li]	DAP (cm)	Nº arb/ha	m ² /ha	m	m ³ /arb	m ³
9 - 13	11	115	1,2904	11,3	0,0022	0,2557
13 - 17	15	247	4,7165	14,4	0,0155	3,8383
17 - 21	19	311	9,1600	17,2	0,0539	16,7739
21 - 25	23	351	15,1583	19,6	0,1270	44,6313
25 - 29	27	374	21,5965	21,5	0,2239	83,7148
29 - 33	31	287	21,8435	23	0,3563	102,2296
33 - 37	35	125	12,0730	23,6	0,4932	61,7583
37 - 41	39	30	3,4974	26,2	0,7045	20,8296
41 - 45	43	5	0,7600	23,4	0,7820	4,0800
45 - 49	47	2	0,3009	23	0,9330	1,6226
TOTAL		1847	90,4			339,7

CUADRO 12. Tabla de rodal para el predio Lo Suárez.

Rodal Lo_Suar Nº PARC 6						
Intervalo	Marca de C.	Frecuencia				
	Yi	N	Med(AB)	Med(H)	Med(V_ARB)	VOL
(Li-1 - Li]	DAP (cm)	Nº arb/ha	m ² /ha	m	m ³ /arb	m ³
<13	11	53	0,5200	11,6	0,0012	0,0647
13 - 17	15	140	2,6581	14,2	0,0154	2,1626
17 - 21	19	293	8,8915	17,3	0,0571	16,7491
21 - 25	23	487	21,1886	19,7	0,1301	63,3279
25 - 29	27	580	33,7960	21,3	0,2238	129,8057
29 - 33	31	387	30,0228	22,6	0,3572	138,1095
33 - 37	35	80	7,7034	24,6	0,5139	41,1098
37 - 41	39	40	4,8632	24,2	0,6667	26,6662
TOTAL		2060	109,6435			417,9965

CUADRO 13. Tabla de rodal para el predio Putraique 3.

Rodal Putra_3 N° PARC 5						
Intervalo	Marca de C.	Frecuencia				
	Yi	N	Med(AB)	Med(H)	Med(V_ARB)	VOL
(Li-1 - Li]	DAP (cm)	N° arb/ha	m2/ha	m	m3/arb	m3
10 - 12	11	40	0,4379	11,1	0,0015	0,0586
12 - 14	13	88	1,2186	12,4	0,0045	0,3941
14 - 16	15	64	1,2090	14,3	0,0144	0,9187
16 - 18	17	112	2,7184	15,9	0,0313	3,5011
18 - 20	19	88	2,5930	17,3	0,0529	4,6510
20 - 22	21	144	5,3386	18,3	0,0891	12,8370
22 - 24	23	192	8,3614	19,1	0,1249	23,9739
24 - 26	25	208	10,6587	19,8	0,1700	35,3633
26 - 28	27	128	7,6403	20,8	0,2265	28,9872
28 - 30	29	184	12,5244	22,3	0,2948	54,2436
30 - 32	31	128	9,8590	23,8	0,3634	46,5152
32 - 34	33	96	8,3371	24,5	0,4416	42,3936
34 - 36	35	48	4,7966	25,9	0,5667	27,2030
36 - 38	37	16	1,7203	26,3	0,6315	10,1038
38 - 40	39	16	1,9610	27	0,7320	11,7120
TOTAL		1552	79,3745			302,8563

CUADRO 14. Tabla de rodal para el predio Putraique 1.

Rodal Putr_1 N° PARC 3						
Intervalo	Marca de C.	Frecuencia				
	Yi	N	Med(AB)	Med(H)	Med(V_ARB)	VOL
(Li-1 - Li]	DAP (cm)	N° arb/ha	m2/ha	m	m3/arb	m3
9 - 13	11	80	0,7840	10,5	0,0008	0,0640
13 - 17	15	147	2,8453	14,7	0,016518182	2,4227
17 - 21	19	320	9,2413	16,6	0,0497875	15,9320
21 - 25	23	333	14,1880	19,5	0,12368	41,2267
25 - 29	27	373	21,9160	21	0,223553571	83,4600
29 - 33	31	307	23,2333	21,8	0,334296652	102,5173
33 - 37	35	120	11,8413	25	0,541522222	64,9827
37 - 41	39	53	6,0493	24,9	0,6333	33,7760
TOTAL		1733	90,0987			344,3813

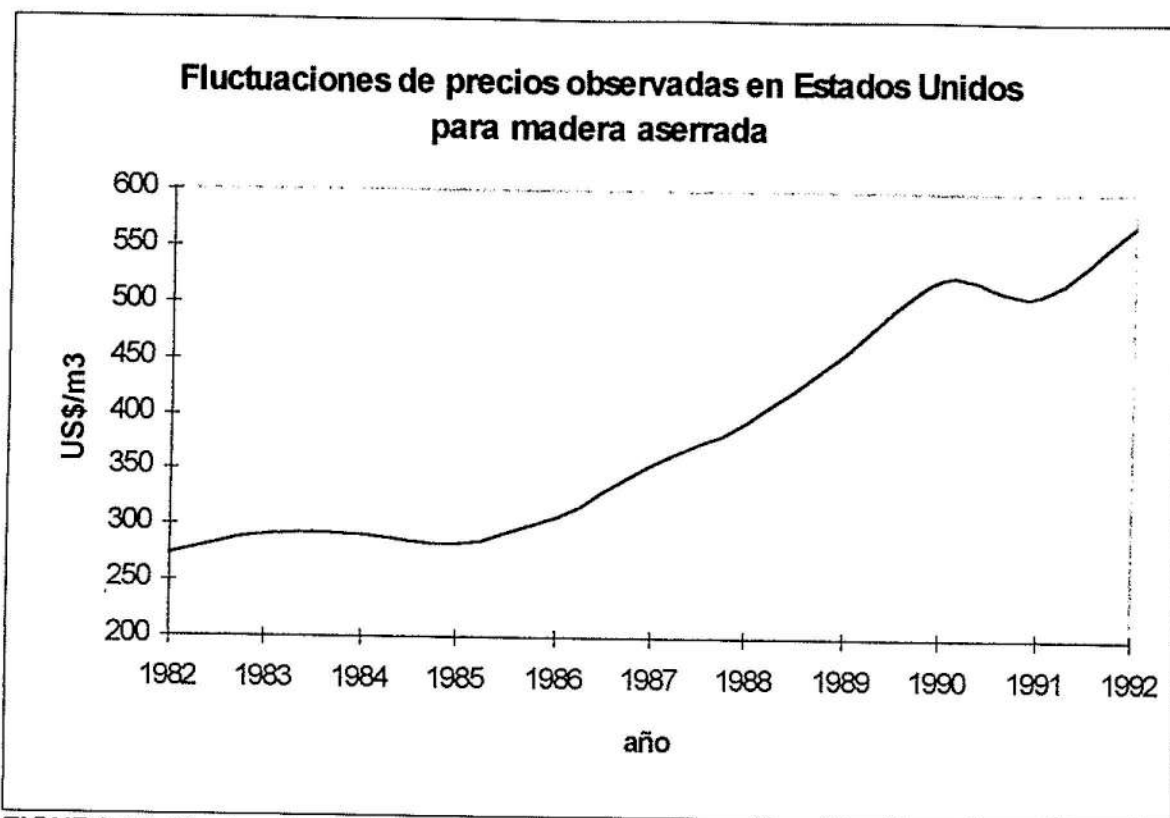


FIGURA 36. Fluctuaciones de precios para madera aserrada en EE.UU

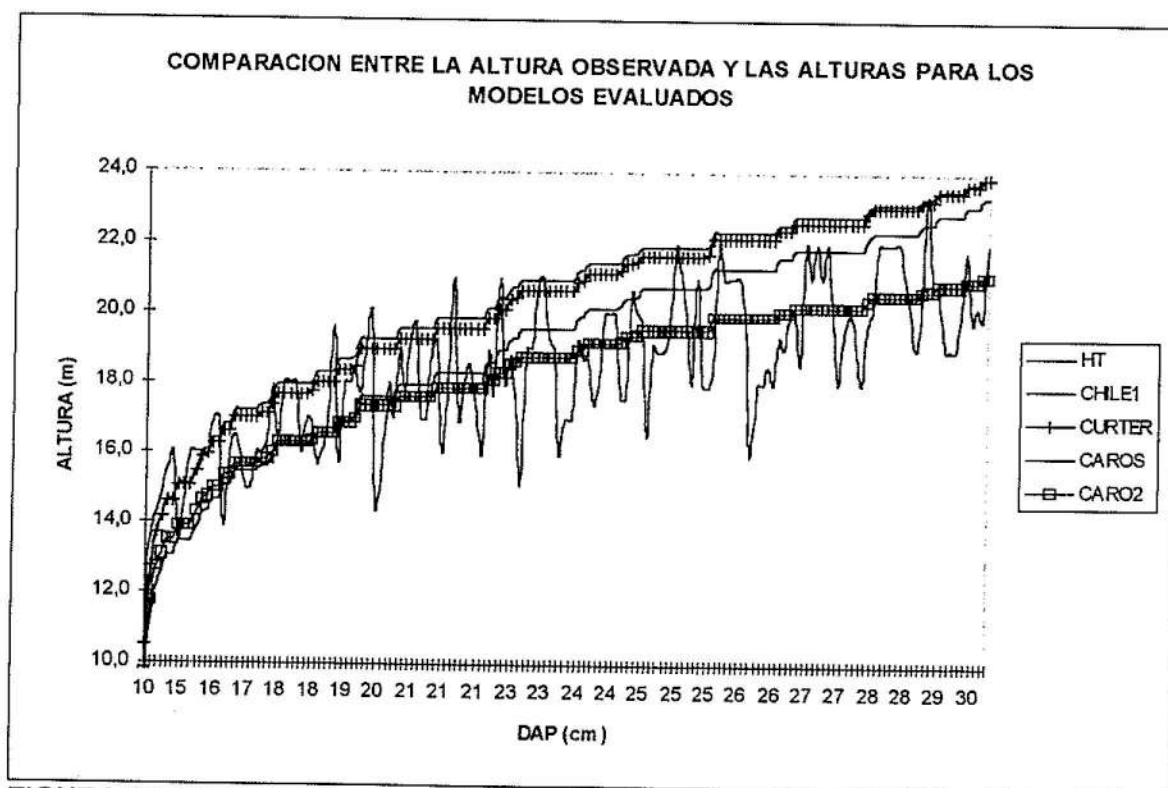


FIGURA 37. Comparación entre altura observada y las alturas estimadas.

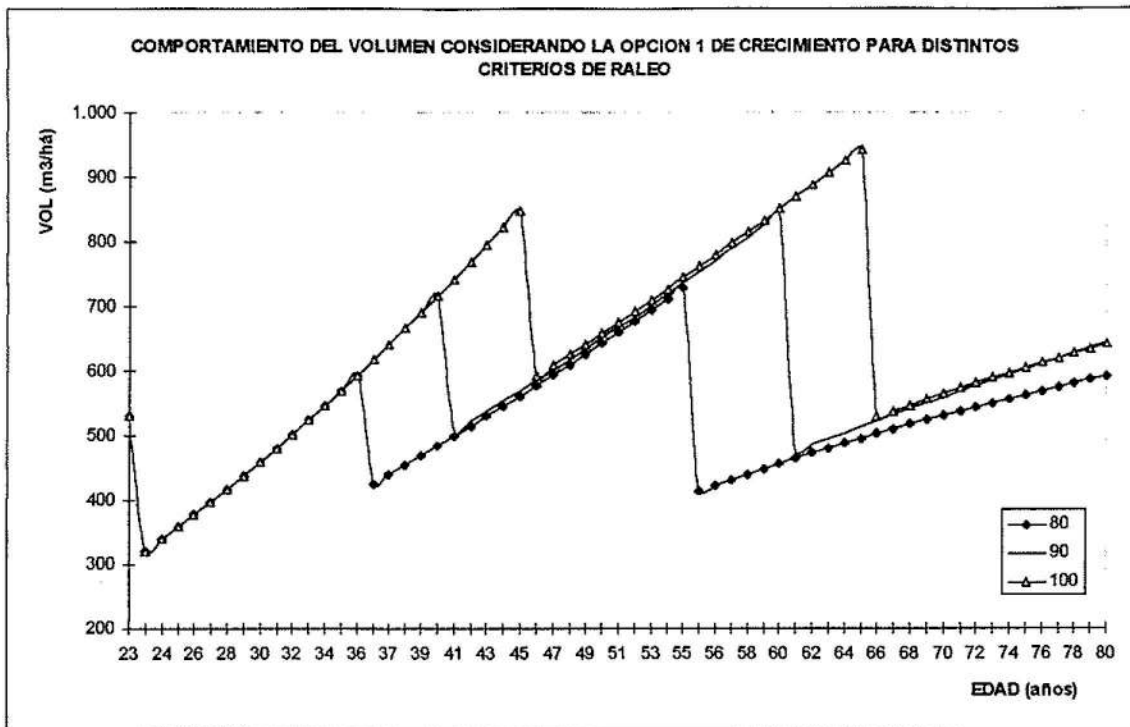


FIGURA 39. Comportamiento del volumen total para la opción 1.

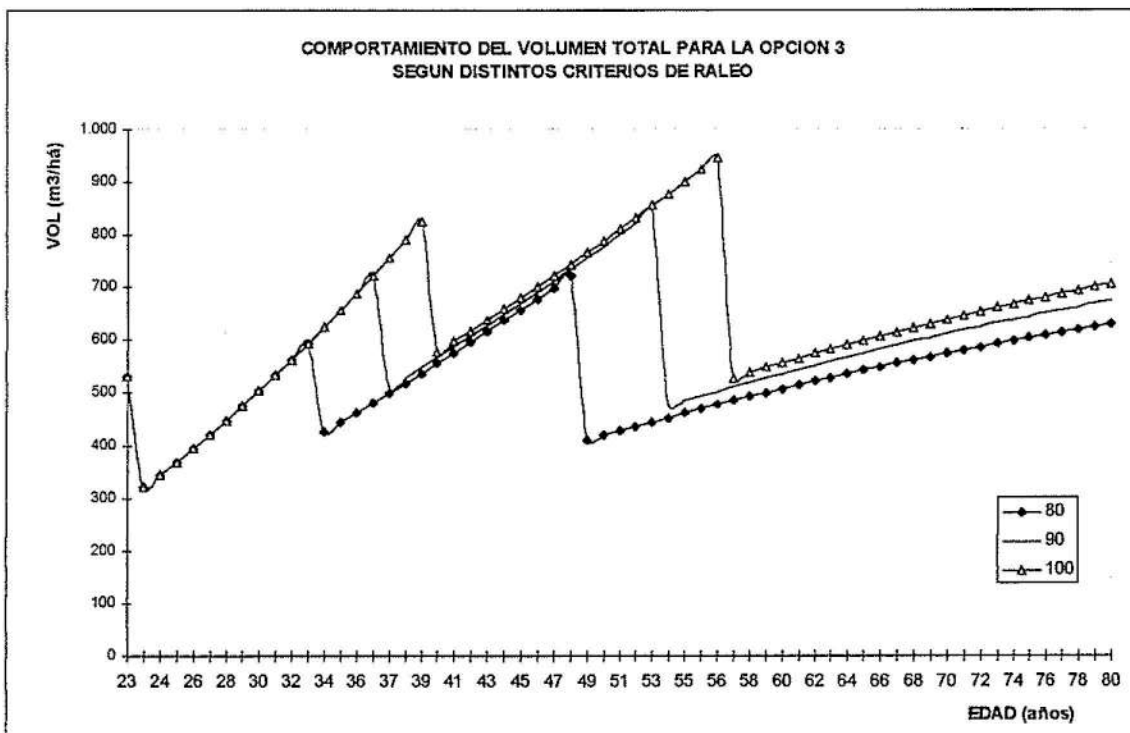


FIGURA 40. Comportamiento del volumen total para la opción 3.

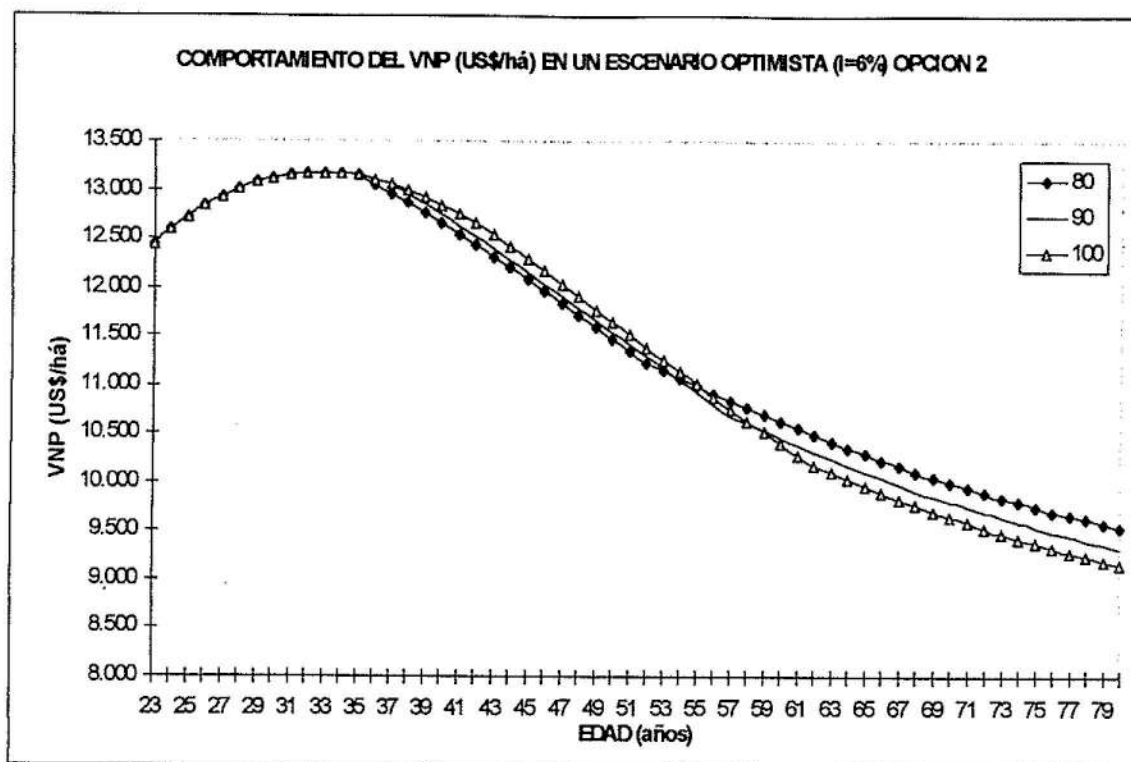


FIGURA 41. Comportamiento del VNP para la opción 2 frente a distintos criterios de raleo.

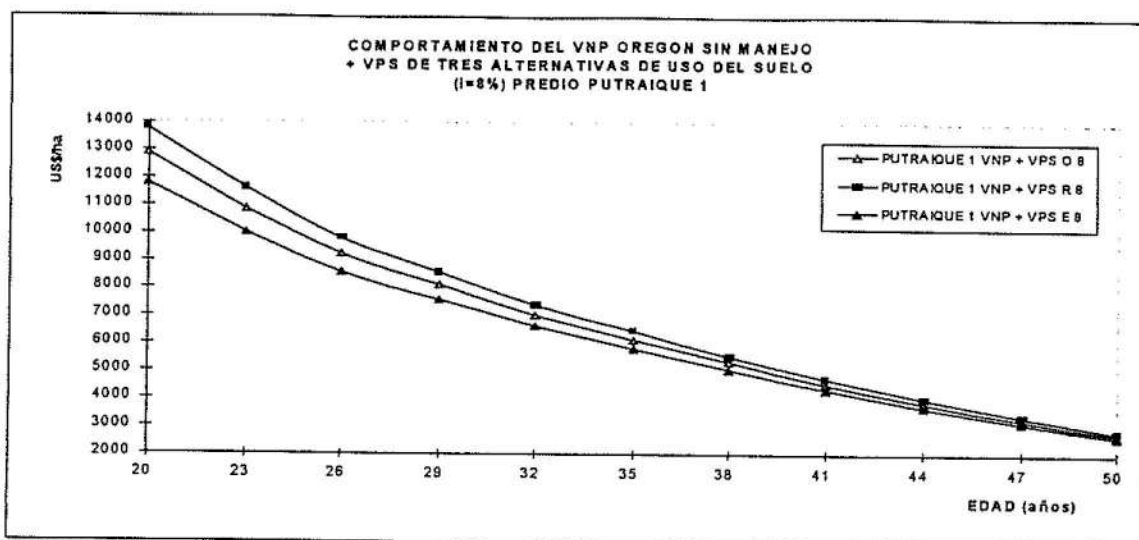


FIGURA 42. Comportamiento del desarrollo del VNP + VPS para el predio Putraique 3 comparando las 3 alternativas de uso del suelo (i=8%).

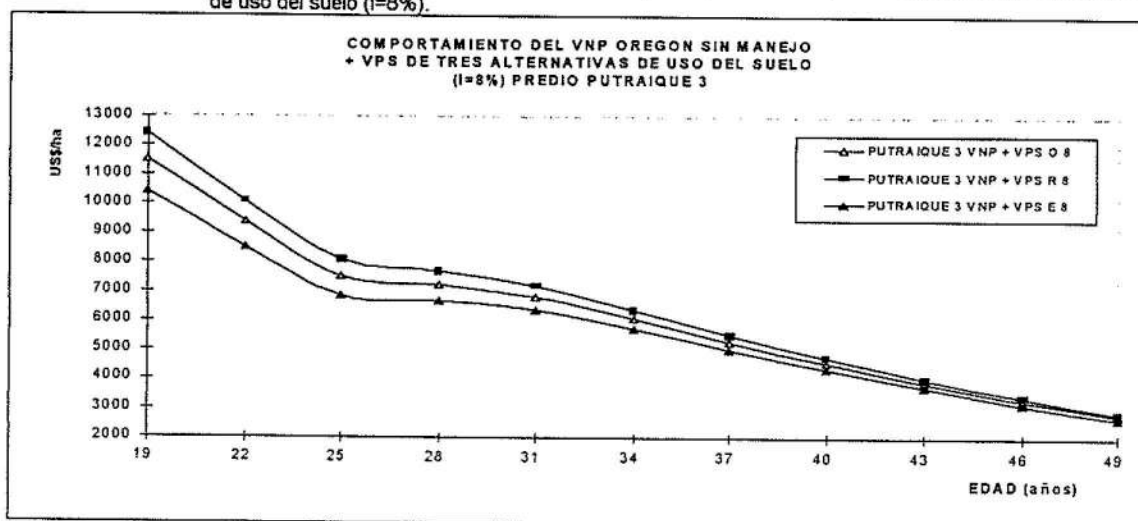


FIGURA 42. Comportamiento del desarrollo del VNP + VPS para el predio Putraique 1 comparando las 3 alternativas de uso del suelo (i=8%).

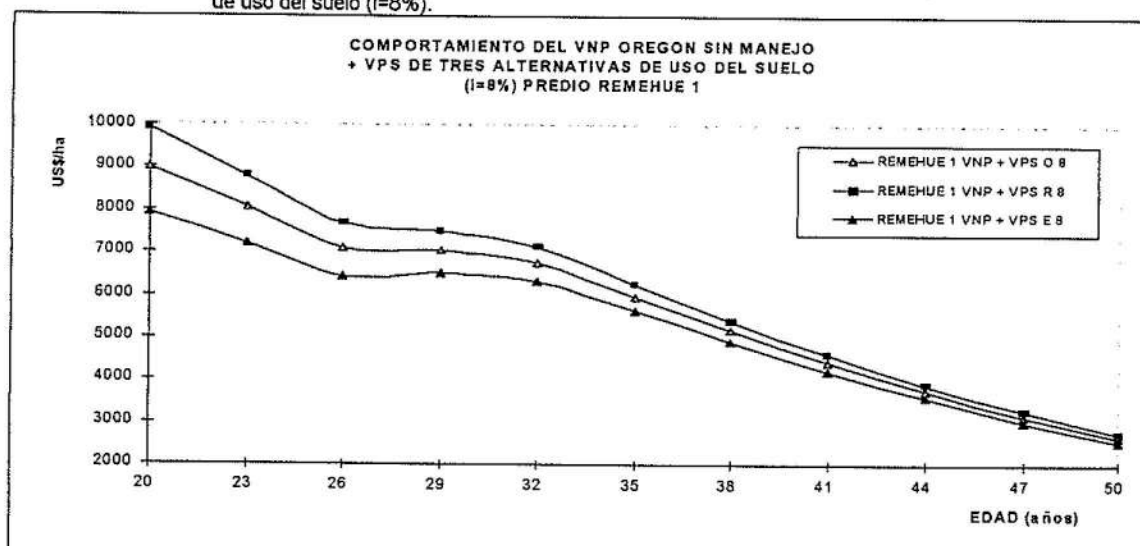


FIGURA 43. Comportamiento del desarrollo del VNP + VPS para el predio Remehue 1 comparando las 3 alternativas de uso del suelo (i=8%).

EVALUACION ECONOMICA A TRAVES DE VPS,
PARA RODAL DE *Pinus radiata*

CUADRO 15
COSTOS DE OPERACION Y EXPLOTACION

ITEM	VALOR	AÑO
ADMINISTRACION	23.22	
VIGILANCIA	2.44	
PROTECCION FUEGO	7.33	
VARIOS (MANTENCION DE CERCOS, PREVENCION, ETC)	9.78	
MANTENCION DE CAMINOS	3.67	
PREPARACION TERRENO	244.49	0
SUBSOLADO (ROOTER)	81.12	0
TRANSPORTE	73.34	1
PLANTA (1600H4)	89.98	1
CERCADO	31.78	1
CONTROL DE MALEZAS	73.34	0
DESBROTE	81.12	1
DESBROTE	42.79	2
DESBROTE	30.56	3
SANIDAD FORESTAL	36.87	3
SANIDAD FORESTAL	36.87	5
FERTILIZACION	58.23	1
RALEO DE DESECHO	34.23	5
PODA 1	60	5
PODA 2	60	10
PODA 3	60	7
PODA 4	60	8
RALEO COMERCIAL	10.88	10
COSECHA	6.2	
CARGUIO	1.3	
TRANSPORTE	3.89	

EVALUACION ECONOMICA A TRAVES DE VPS,
PARA UN RODAL DE *Eucaliptus*

CUADRO 16
COSTOS DE OPERACION Y EXPLOTACION

ITEM	VALOR	AÑO
ADMINISTRACION	10	
VIGILANCIA	0	
PROTECCION FUEGO	0	
VARIOS (MANTENCION DE CERCOS, PREVENCION, ETC)	0	
MANTENCION DE CAMINOS	10	
PREPARACION TERRENO	200	0
SUBSOLADO (ROOTER)	0	0
TRANSPORTE	0	1
PLANTA (1600H4)	300	1
CERCADO	0	1
CONTROL DE MALEZAS	30	0
DESBROTE	150	1
DESBROTE	0	2
DESBROTE	0	3
SANIDAD FORESTAL	0	3
SANIDAD FORESTAL	0	5
FERTILIZACION	70	1
RALEO DE DESECHO	0	5
PODA 1	0	5
PODA 2	0	10
PODA 3	0	0
PODA 4	0	0
RALEO COMERCIAL	0	10
COSECHA	6.2	
CARGUIO	1	
TRANSPORTE	3.89	

EVALUACION ECONOMICA A TRAVES DE VPS,
PARA UN RODAL DE *Pseudotsuga menziesii*

CUADRO 17
COSTOS DE OPERACION Y EXPLOTACION

ITEM	VALOR	AÑO
ADMINISTRACION	23.22	
VIGILANCIA	2.44	
PROTECCION FUEGO	7.33	
VARIOS (MANTENCION DE CERCOS, PREVENCION, ETC)	9.78	
MANTENCION DE CAMINOS	3.67	
PREPARACION TERRENO	244.49	0
SUBSOLADO (ROOTER)	0	0
TRANSPORTE	73.34	1
PLANTA (1600H4)	342	1
CERCADO	31.78	1
CONTROL DE MALEZAS	73.34	0
DESBROTE	81.12	1
DESBROTE	42.79	2
DESBROTE	0	3
SANIDAD FORESTAL	36.87	3
SANIDAD FORESTAL	36.87	5
FERTILIZACION	58.23	1
RALEO DE DESECHO	34.23	9
PODA 1	60	5
PODA 2	60	10
PODA 3	0	0
PODA 4	0	0
RALEO COMERCIAL	0	15
COSECHA	6.2	
CARGUIO	1.3	
TRANSPORTE	3.89	

CUADRO 18. ESCENARIO PESIMISTA.
RESULTADOS DEL VNP SEGUN EDADES OPTIMAS DE COSECHA.

(i = 0%)	V N P (US\$/ha) (edad óptima)		
	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Criterio A	7723 (30)	8.033 (33)	8.524 (33)
Criterio B	7724 (30)	8.033 (33)	8.582 (36)
Criterio C	7725 (30)	8.033 (33)	8.582 (36)

(i = 8%)	V N P (US\$/ha) (edad óptima)		
	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Criterio A	7.551 (23)	7.551 (23)	7.699 (28)
Criterio B	7.551 (23)	7.551 (23)	7.699 (28)
Criterio C	7.551 (23)	7.551 (23)	7.699 (28)

(i = 10%)	V N P (US\$/ha) (edad óptima)		
	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Criterio A	7.551 (23)	7.551 (23)	7.551 (23)
Criterio B	7.551 (23)	7.551 (23)	7.551 (23)
Criterio C	7.551 (23)	7.551 (23)	7.551 (23)

CUADRO 19. ESCENARIO PROBABLE.
RESULTADOS DEL VNP SEGUN EDADES OPTIMAS DE COSECHA.

(i = 0%)	V N P (US\$/ha) (edad óptima)		
	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Criterio A	10.206 (29)	10.605 (33)	11.247 (33)
Criterio B	10.206 (29)	10.605 (33)	11.316 (36)
Criterio C	10.206 (29)	10.605 (33)	11.316 (36)

(i = 8%)	V N P (US\$/ha) (edad óptima)		
	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Criterio A	9.995 (23)	9.995 (23)	10.175 (28)
Criterio B	9.995 (23)	9.995 (23)	10.175 (28)
Criterio C	9.995 (23)	9.995 (23)	10.175 (28)

(i = 10%)	V N P (US\$/ha) (edad óptima)		
	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Criterio A	9.995 (23)	9.995 (23)	9.995 (23)
Criterio B	9.995 (23)	9.995 (23)	9.995 (23)
Criterio C	9.995 (23)	9.995 (23)	9.995 (23)

CUADRO 20. ESCENARIO OPTIMISTA.
RESULTADOS DEL VNP SEGUN EDADES OPTIMAS DE COSECHA.

(i = 0%)	V N P (US\$/ha) (edad óptima)		
	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Criterio A	12.689 (29)	13.176 (33)	13.969 (33)
Criterio B	12.689 (29)	13.176 (33)	14.050 (36)
Criterio C	12.689 (29)	13.176 (33)	14.050 (36)

(i = 8%)	V N P (US\$/ha) (edad óptima)		
	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Criterio A	12.437 (23)	12.437 (23)	12.652 (28)
Criterio B	12.437 (23)	12.437 (23)	12.652 (28)
Criterio C	12.437 (23)	12.437 (23)	12.652 (28)

(i = 10%)	V N P (US\$/ha) (edad óptima)		
	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Criterio A	12.437 (23)	12.437 (23)	12.437 (23)
Criterio B	12.437 (23)	12.437 (23)	12.437 (23)
Criterio C	12.437 (23)	12.437 (23)	12.437 (23)

TASA DE INTERES			
ESCENAR	.6%	.8%	.10%
ESCENAR	7836	7836	7836
ESCENAR	10365,4	10365,4	10365,4
ESCENAR	12893,7	12893,7	12893,7

CUADRO 21. OPCION SIN MANEJO.
RESULTADOS DEL VNP SEGUN EDADES OPTIMAS DE COSECHA.

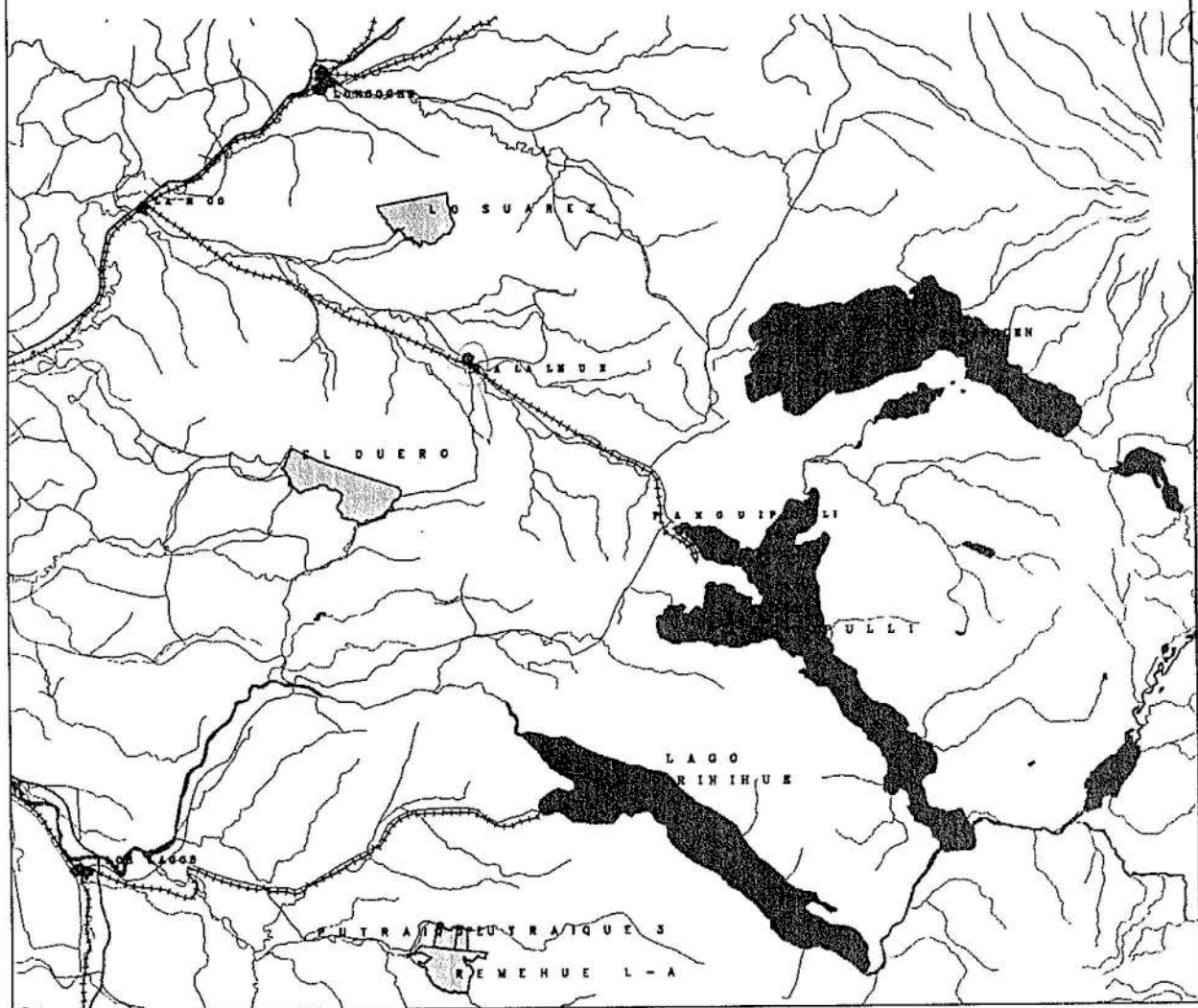
TASA DE INTERES			
ESCENARIO DE PRECIO	.6%	.8%	.10%
ESCENARIO PESIMISTA	7836	7836	7836
ESCENARIO PROBABLE	10365,4	10365,4	10365,4
ESCENARIO OPTIMISTA	12893,7	12893,7	12893,7

CUADRO 22. Resultados VNP + VPS para las opciones con y sin manejo (i=8%)

i = 10%	US\$/ha (EDAD OPTIMA = 23 años)		
RODAL	VNP + VPS O 10	VNP + VPS R 10	VNP + VPS E 10
EL DUERO	12235,9	13149,3	11155,2
PUTRAIQUE 1	12861,4	13774,8	11780,8
PUTRAIQUE 3	11489,2	12402,6	10408,6
REMEHUE	8993,9	9907,3	7913,3

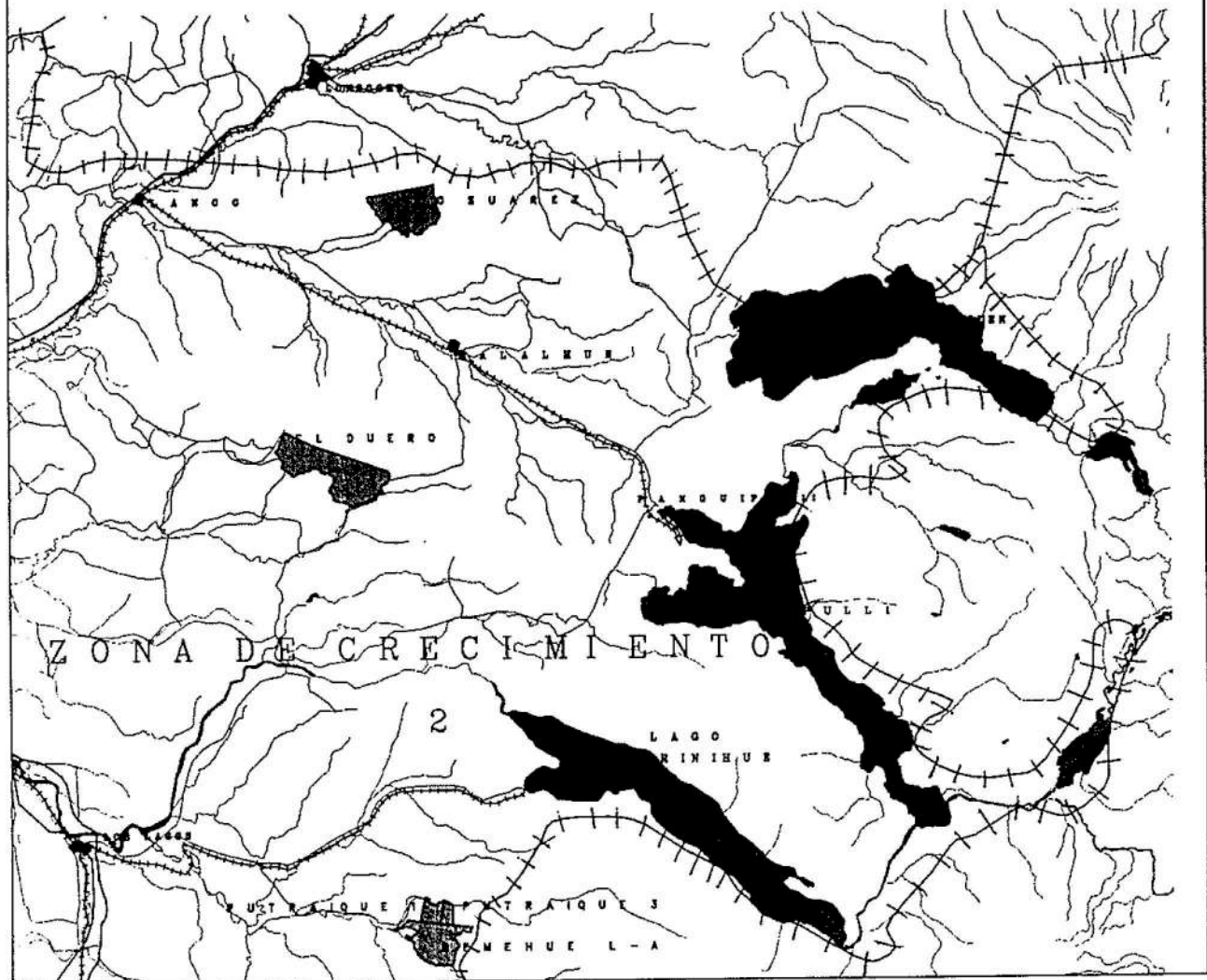
ANEXO 2. CARTOGRAFIA

ESCALA 1: 300000



UBICACION DE PREDIOS EN ESTUDIO, SEGUN ZONA DE CRECIMIENTO

ESCALA 1:300000



+ : límite zona de crecimiento 2

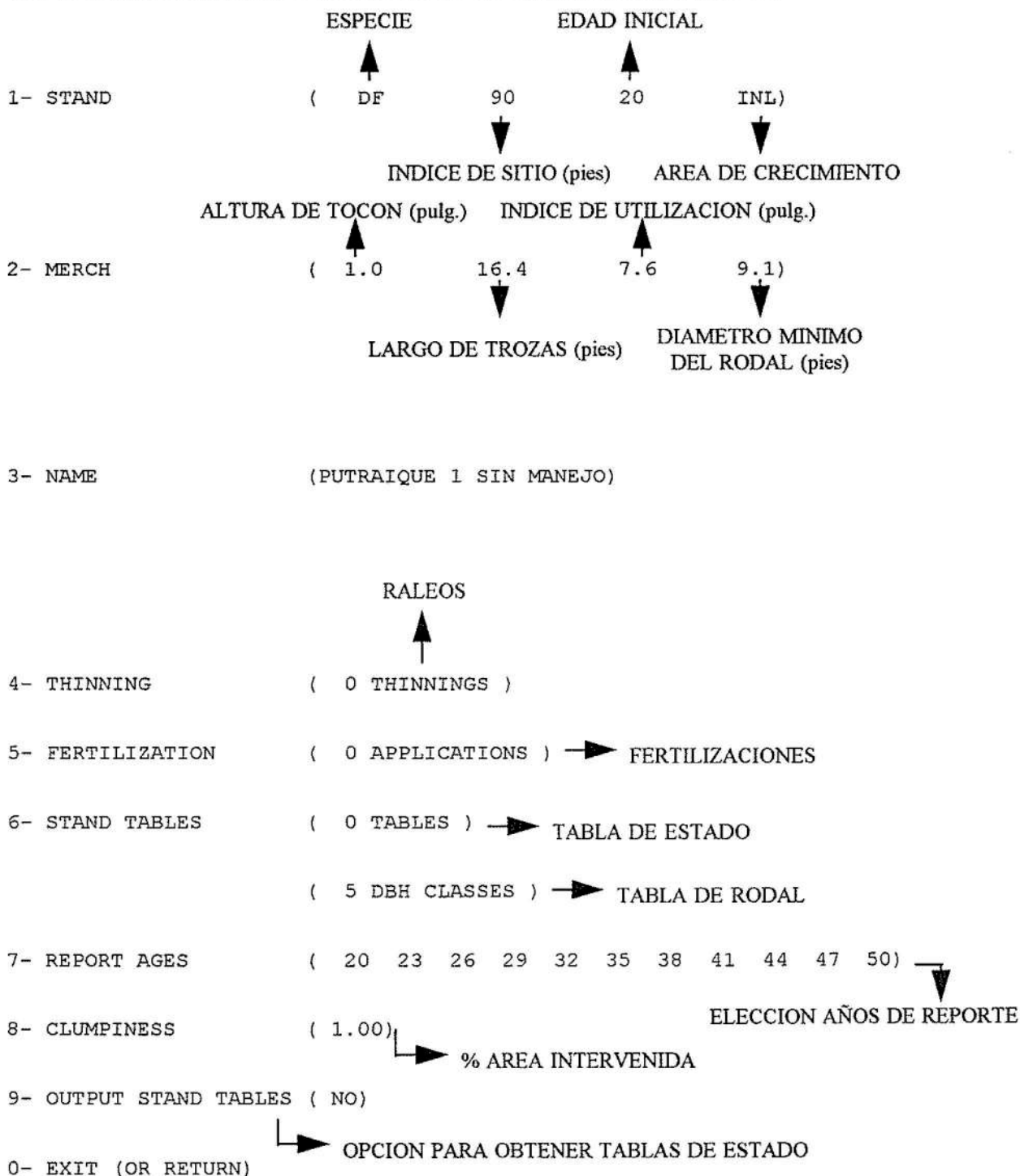
ANEXO 3.
DIAGRAMAS Y TABLAS DE SALIDA S.P.S.

DESCRIPCION DEL INGRESO DE PARAMETROS EN EL S.P.S.

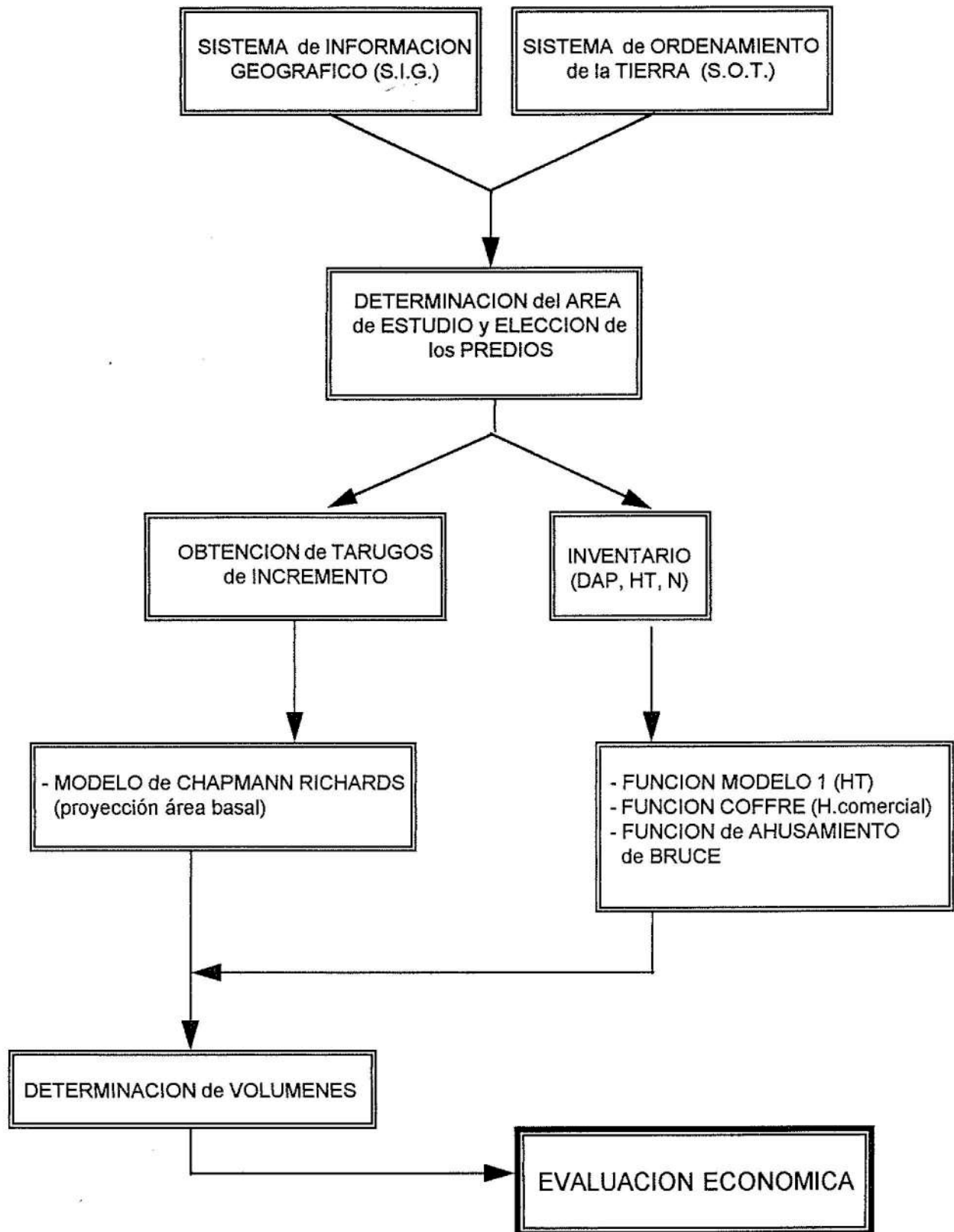
=====

LEVEL 1 - MASTER LIST OF SPS KEYWORDS:

18:11:10



**DIAGRAMA DE LA METODOLOGIA UTILIZADA PARA LA REALIZACION
DE LA EVALUACION ECONOMICA EN PLANTACIONES DE PINO OREGON**



TABLAS DE SALIDA OBTENIDAS DEL S.P.S

PUTRAIQUE 1 CON MANEJO

Age	Sp	DBH	Trees /AC	Basal Area	Top Ht	Crown Ratio	Total Cu/ft	Merch Cu/ft	Merch Bd/ft	Logs /Mbf	Log Dib	CCF
** values on a per acre basis **												
20DF	9.7		701	387.5	81.8	50	10310	9570	39450	48.1	7.5	592
CutDF	6.8		197	50.7	54.9	50	1070	860	3720	83.4	5.5	
21DF	11.3		440	316.2	82.3	50	8780	8270	33350	43.4	8.0	457
25DF	12.5		344	299.3	89.1	50	9040	8590	37270	34.8	8.6	410
CutDF	12.2		198	163.2	83.1	46	5020	4770	20640	37.0	8.4	
28DF	15.0		110	135.8	94.2	53	4520	4340	19200	25.9	9.9	170
30DF	15.5		109	143.9	97.6	54	4930	4750	21360	24.1	10.1	176
35DF	16.7		107	163.9	105.7	58	5990	5790	27190	20.5	10.8	192
40DF	17.7		107	184.8	113.1	61	7130	6910	32900	18.4	11.3	209
45DF	18.6		106	202.4	119.8	63	8180	7950	38620	16.6	11.8	222
50DF	19.4		106	219.5	125.8	65	9220	8970	44910	15.1	12.2	235
55DF	20.1		106	235.1	131.3	62	10210	9950	49830	14.3	12.5	246
60DF	20.7		106	249.6	136.5	64	11180	10900	57170	13.0	12.8	257
65DF	21.2		105	260.3	140.8	61	11940	11660	60950	12.5	13.1	263
70DF	21.8		104	271.2	145.1	62	12730	12440	66400	11.8	13.3	270
75DF	22.2		104	281.5	148.6	59	13460	13150	71250	11.3	13.5	277
80DF	22.6		104	292.0	152.1	60	14200	13880	74600	11.1	13.7	284
85DF	22.9		104	300.7	155.0	57	14840	14520	78410	10.7	13.9	289
90DF	23.2		104	308.3	157.6	58	15410	15080	83170	10.3	14.0	294
95DF	23.5		103	313.6	160.2	58	15880	15540	86910	10.0	14.2	296

Stump Ht. 1.0 Log Length 16.4 Top Dib 4.0 Min DBH 4.3

Stop - Program terminated.

PUTRAIQUE 3 CON MANEJO

Age	Sp	DBH	Trees /AC	Basal Area	Top Ht	Crown Ratio	Total Cu/ft	Merch Cu/ft	Merch Bd/ft	Logs /Mbf	Log Dib	CCF
** values on a per acre basis **												
CutDF	6.4		151	34.5	57.2	51	710	550	2480	88.1	5.2	
20DF	10.9		433	286.0	86.0	51	8100	7610	32360	43.7	7.8	423
25DF	12.1		351	284.6	95.0	53	8980	8540	36500	37.1	8.4	398
30DF	13.0		315	297.6	103.3	54	10220	9790	42600	32.4	8.9	399
CutDF	11.8		197	151.8	90.4	47	4920	4670	20090	39.1	8.1	
30DF	15.0		118	145.5	103.3	54	5300	5110	22470	26.3	9.8	182
35DF	16.0		118	166.3	111.2	57	6430	6220	28180	22.9	10.4	200
40DF	16.9		118	185.4	118.3	60	7540	7320	35180	19.8	10.8	216
45DF	17.7		118	203.1	124.8	62	8620	8380	40400	18.3	11.3	231
50DF	18.4		118	219.6	130.7	63	9680	9420	46510	16.8	11.6	243
55DF	19.1		118	234.6	136.2	64	10690	10420	52020	15.7	11.9	255
60DF	19.6		118	247.5	140.9	62	11580	11300	58110	14.6	12.2	265
65DF	20.1		118	260.2	145.4	59	12480	12190	62400	14.1	12.4	274
70DF	20.5		118	271.1	149.2	60	13280	12970	67570	13.4	12.6	282
75DF	20.9		118	281.7	152.9	57	14070	13750	74280	12.6	12.8	289
80DF	21.2		118	290.4	156.0	58	14730	14400	77190	12.4	13.0	295
85DF	21.5		118	299.3	159.1	59	15410	15070	79500	12.3	13.1	301
90DF	21.8		118	306.7	161.6	56	15990	15650	83940	11.8	13.3	306
95DF	22.0		118	313.2	163.9	57	16500	16150	87880	11.5	13.4	310
100DF	22.2		118	319.7	166.1	57	17020	16670	91120	11.2	13.5	315

Stump Ht. 1.0 Log Length 16.4 Top Dib 4.0 Min DBH 4.3

Stop - Program terminated.